

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  
GALLERIA A SINGOLO BINARIO**

**Tratta 1 – WBS GN14A, GN14C, GN14E, GN15A, GN15C, GN5F  
Relazione di calcolo**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI	
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. A. Pelliccia		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 0	E	C V	C L	G N 0 0 0 0	0 0 4	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Emissione	Rocksoil <i>A. Pelliccia</i>	26/02/2015	Rocksoil <i>A. Palomba</i>	26/02/2015	A. Palomba <i>A. Palomba</i>	27/02/2015	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:	File: IG5100ECVCLGN0000004A00
-----------	-------------------------------



<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG5100ECVCLGN0000004A00</p>	<p>Foglio 3 di 163</p>

## INDICE

INDICE.....		3
1	INTRODUZIONE.....	7
2	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI.....	9
3	MATERIALI IMPIEGATI.....	12
3.1	Gallerie naturali.....	12
3.1.1	Consolidamenti e rivestimenti provvisori.....	12
3.1.2	Rivestimenti definitivi.....	14
3.1.3	Valori di verifica.....	14
4	DESCRIZIONE DEI METODI DI CALCOLO UTILIZZATI.....	15
4.1	Metodo delle curve caratteristiche.....	15
4.1.1	Aspetti generali.....	15
4.1.2	Consolidamento del fronte di scavo.....	18
4.1.3	Consolidamento al contorno (metodo "transfer-matrix").....	19
4.2	Analisi numeriche bidimensionali: FLAC 7.0.....	20
4.3	Analisi stabilità del fronte in gallerie superficiali.....	24
4.3.1	Metodo di Tamez & Cornejo (1985).....	24
4.3.2	Metodo di Broms e Bennermark (1967).....	26
4.3.3	Metodo del tasso di deconfinamento critico $\lambda_E$ (Panet, 1990).....	27
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO.....	28
5.1	Inquadramento geologico-geomorfologico.....	28
5.1.1	Argille a Palombini del Passo della Bocchetta aP, AGI, AGF (Cretaceo inf.).....	35
5.1.2	Condizioni geologiche attese in corrispondenza dell'opera.....	38
5.2	Inquadramento idrogeologico.....	47
5.2.1	Considerazioni generali.....	47
5.2.2	Condizioni idrogeologiche attese in corrispondenza dell'opera.....	49
5.3	Inquadramento Geotecnico.....	54
5.3.1	Parametri ed ipotesi di calcolo.....	55
6	INQUADRAMENTO DELL'OPERA.....	57
6.1	Caratteristiche generali.....	57
6.2	Principali criticità.....	60
7	PREVISIONI SUL COMPORTAMENTO DEGLI AMMASSI ALLO SCAVO (FASE DI DIAGNOSI).....	62
7.1	Calcolo e determinazione delle categorie di comportamento allo scavo.....	63
7.1.1	Stabilità del fronte di scavo.....	64

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG5100ECVCLGN0000004A00</p>	<p>Foglio 4 di 163</p>

7.1.2	Metodo delle Linee Caratteristiche .....	69
7.1.3	Considerazioni conclusive .....	76
7.2	Fenomeni di Squeezing .....	78
8	<b>DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO (FASE DI TERAPIA).....</b>	<b>79</b>
8.1	Tipologie di intervento in fase costruttiva.....	79
8.2	Sezioni tipo di avanzamento .....	81
9	<b>INDIVIDUAZIONE DELLE SEZIONI DI CALCOLO E ANALISI DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO .....</b>	<b>83</b>
9.1	Premessa.....	83
9.2	Verifiche di stabilità del fronte con metodi analitici .....	83
9.3	Verifiche con il metodo delle curve caratteristiche.....	87
9.4	Modelli numerici di calcolo: Ipotesi di base.....	91
9.4.1	Modellazione degli elementi geotecnici e strutturali.....	93
9.4.2	Taratura modelli di calcolo .....	96
9.5	Modello 1: Sezione tipo B0Lsb Copertura 300m .....	97
9.5.1	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	99
9.6	Modello 2: Sezione tipo B0/1sb Copertura 500m .....	100
9.6.1	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	102
9.7	Modello 3: Sezione tipo B1sb Copertura 500m .....	103
9.7.1	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	105
9.8	Modello 4: Sezione tipo B2/1sb copertura 500m .....	107
9.8.1	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	108
9.9	Modello 5: Sezione tipo C4 Copertura 500m .....	110
9.9.1	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	111
9.10	Modello 6: Sezione tipo C4sb Copertura 25m .....	113
9.10.1	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	114
9.11	Modello 7: Interferenza con interconnessione - Sezione tipo B2/1sb copertura 200m.....	116
9.11.1	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	117
9.12	Modello 8: Sezioni ravvicinate - Sezione tipo B2/1sb copertura 90m .....	119
9.12.1	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	121
9.13	Modello 9: Sezioni ravvicinate - Sezione tipo C4sb Copertura 90m .....	123
9.13.1	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	124
10	<b>RISULTATI ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE.....</b>	<b>126</b>
10.1	Rivestimenti di prima fase.....	126
10.2	Verifiche Rivestimento definitivo in Calcestruzzo Armato.....	127
10.3	Modello 1: Sezione Tipo B0Lsb .....	129
10.3.1	Analisi deformativa.....	129



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG5100ECVCLGN0000004A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 5 di 163</p>

10.3.2	Analisi Tensionale.....	131
10.4	Modello 2: Sezione Tipo B0/1sb .....	132
10.4.1	Analisi deformativa.....	132
10.4.2	Analisi Tensionale.....	134
10.5	Modello 3: Sezione Tipo B1sb .....	135
10.5.1	Analisi deformativa.....	135
10.5.2	Analisi Tensionale.....	137
10.6	Modello 4: Sezione Tipo B2/1sb .....	138
10.6.1	Analisi deformativa.....	138
10.6.2	Analisi Tensionale.....	140
10.7	Modello 5: Sezione Tipo C4sb – copertura 500m.....	141
10.7.1	Analisi deformativa.....	141
10.7.2	Analisi Tensionale.....	143
10.8	Modello 6: Sezione Tipo C4sb – basse coperture .....	144
10.8.1	Analisi deformativa.....	144
10.8.2	Analisi Tensionale.....	146
10.9	Modello 7: Interferenza con interconnessione - Sezione Tipo B2/1sb.....	149
10.9.1	Analisi deformativa.....	149
10.9.2	Analisi Tensionale.....	151
10.10	Modello 8: Sezioni ravvicinate - Sezione Tipo B2/1sb .....	152
10.10.1	Analisi deformativa .....	152
10.10.2	Analisi Tensionale.....	155
10.11	Modello 9: sezioni ravvicinate - Sezione Tipo C4sb.....	156
10.11.1	Analisi deformativa .....	156
10.11.2	Analisi Tensionale.....	158
11	<b>INTERFERENZE SUPERFICIALI .....</b>	<b>160</b>
12	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>162</b>
13	<b>ALLEGATI DI CALCOLO .....</b>	<b>163</b>
13.1	Linee caratteristiche.....	163
13.2	Stabilità del fronte .....	163

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG5100ECVCLGN0000004A00

Foglio  
6 di 163

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG5100ECVCLGN0000004A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 7 di 163</p>

## 1 INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la descrizione delle principali problematiche legate allo scavo di una tratta della galleria di Valico, facente parte del tracciato della linea ferroviaria del “Terzo Valico dei Giovi” che si estende da Genova a Tortona. Il progetto nel suo complesso prevede la realizzazione di una galleria prevalentemente a doppia canna di 27 km a binario, dei quali 5.3km circa per fornice verranno eseguiti mediante scavo meccanizzato mentre il restante verrà scavato in tradizionale.

Il presente documento, introdotto nella WBS GN00, è relativo allo sviluppo delle seguenti tratte:

### Binario pari:

- GN14A da pk1+660.12 a 2+080.01
- GN14C da pk 2+501.51 a 5+136.97
- GN14E da pk 5+236.97 a 7+914.00

### Binario dispari:

- GN15A da pk1+662.37 a 3+352.56
- GN15C da pk 3+774.01 a 5+147.00
- GN15F da pk 5+247.00 a 7+924.00

Queste tratte, riassunte nel seguito come “Tratta 1”, sono realizzate mediante scavo tradizionale impiegando due canne a singolo binario di sezione policentrica poste ad interasse pari a 35m, tranne in alcune zone meglio decritte in seguito in cui, sia tra le due canne che nelle interferenze con interconnessioni o cameroni, l’interasse risulta minore.

Lo scavo della tratta 1, di lunghezza complessiva pari a 11.5 km circa considerando entrambi i binari, avviene interamente nella Formazione degli Argilloscisti filladici, appartenenti alle Formazioni degli “Argilloscisti di Murta” (AGF) e degli “Argilloscisti di Costagiutta” (AGI); queste due formazioni rappresentano, nella nuova cartografia ufficiale, Foglio “Genova” n. 213-230 in scala 1:50.000, la ex Formazione delle “Argilliti a Palombini del Passo della Bocchetta”. Dal punto vista geomeccanico le due formazioni sono completamente equivalenti alla ex formazione delle “Argille a Palombini del Passo della Bocchetta”. Nel seguito si impiegherà tale denominazione in analogia ai documenti della precedente fase progettuale.

Alla data di stesura della presente relazione in tali formazioni risultano parzialmente scavati due cunicoli esplorativi (Val Lemme e Castagnola); l’esecuzione di gallerie sperimentali è stata infatti considerata il mezzo di indagine ottimale per investigare le reali caratteristiche geomeccaniche della formazione argillitica in esame e per valutarne correttamente la risposta allo scavo sotto le elevate coperture presenti.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG5100ECVCLGN0000004A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 8 di 163</p>

Analizzando quanto verificatosi in corso d'opera durante lo scavo dei due cunicoli esplorativi è stato possibile operare una suddivisione delle formazioni attraversate in tre differenti gruppi geomeccanici. Le percentuali dei tre gruppi geomeccanici rilevate nel corso dello scavo dei cunicoli Val Lemme e Castagnola sono state le seguenti :

VAL LEMME: Gr.1 (22%) – Gr.2 (49%) – Gr.3 (29%)

CASTAGNOLA: Gr.1 (34%) – Gr.2 (61%) – Gr.3 (5%)

MEDIA DEI CUNICOLI : Gr.1 (28%) – Gr.2 (55%) – Gr.3 (17%)

In base a quanto mediamente riscontrato in corso d'opera e alle valutazioni numeriche effettuate sono state definite le sezioni tipo d'avanzamento di seguito elencate.

Sezioni tipo Galleria di Valico a Singolo Binario – Tratta 1:

B0L sb, B0/1 sb, B0V sb, B1 sb, B2/1 sb, B2V sb, B4/1 sb, C2 sb, C4 sb

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG5100ECVCLGN0000004A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 9 di 163</p>

## 2 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI

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

**- Legge 5/11/1971 n. 1086**

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

**- Legge n° 64 del 2 febbraio 1974**

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

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

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

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

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

**- Istruzioni C.N.R. 10012-81**

Azioni sulle costruzioni.

**- Decreto Ministero Lavori Pubblici 11/3/1988**

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

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

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

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

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

**- Decreto Ministero Lavori Pubblici 14/02/1992**

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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00
	Foglio 10 di 163

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>IG5100ECVCLGN0000004A00</p>	<p>Foglio 11 di 163</p>

### 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
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 12 di 163</span>

### 3 MATERIALI IMPIEGATI

#### 3.1 Gallerie naturali

##### 3.1.1 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 25/30^*</math> MPa</li> <li>- dosaggio per fibre in acciaio <math>\geq 30</math> kg/m<sup>3</sup></li> </ul> <p>* 30MPa per sezioni tipo C2 sb - C4sb – C2r sb C1sb-r – C2 e C4</p>
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, perforo 80 mm rivestiti con TNT</li> <li>- I primi 10m da boccaforo devono essere ciechi</li> </ul>
Impermeabilizzazione in PVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- teli sp. 2+/-0.5 mm,</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>Miscele 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
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 14 di 163</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>
--	--

### 3.1.2 Rivestimenti definitivi

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

Per le sezioni non armate la classe di esposizione del calcestruzzo è X0.

### 3.1.3 Valori di verifica

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

Acciaio S275	$\sigma_{amm} = 190 \text{ MPa}$
Acciaio tubi S355	$\sigma_{amm} = 240 \text{ MPa}$
Acciaio B450 C	$\sigma_{amm} = 160 \text{ MPa (*)}$
Calcestruzzo proiettato $f_{cm} \geq 25 \text{ Mpa}$	$\sigma_{amm} = 25/1.3 = 19.2 \text{ MPa(**)}$
Calcestruzzo proiettato $f_{cm} \geq 30 \text{ Mpa}$	$\sigma_{amm} = 30/1.3 = 23.1 \text{ MPa(**)}$
Calcestruzzo strutturale armato Rck 30 Mpa	$\sigma_{amm} = 9.75 \text{ Mpa}$ $\tau_{c0} = 0.60 \text{ Mpa}$ $\tau_{c1} = 1.80 \text{ Mpa}$
Calcestruzzo strutturale non armato Rck 30 Mpa	$\sigma_{amm} = 7.5 \text{ Mpa}$ $\tau_{c0} = 0.60 \text{ Mpa}$

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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 232 1532 315"> <tr> <td>Foglio 15 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 15 di 163
Foglio 15 di 163		

## 4 DESCRIZIONE DEI METODI DI CALCOLO UTILIZZATI

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

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

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

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

- **GV4-rev1/2003**: “Metodo convergenza-confinamento e similari” – Sial.Tec-Engineering-Bergamo
- **FLAC 7.0**: Programma ad elementi finiti – *Itasca Consulting*.

### 4.1 Metodo delle curve caratteristiche

#### 4.1.1 Aspetti generali

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

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

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

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

Per ogni galleria è possibile costruire due curve caratteristiche principali:

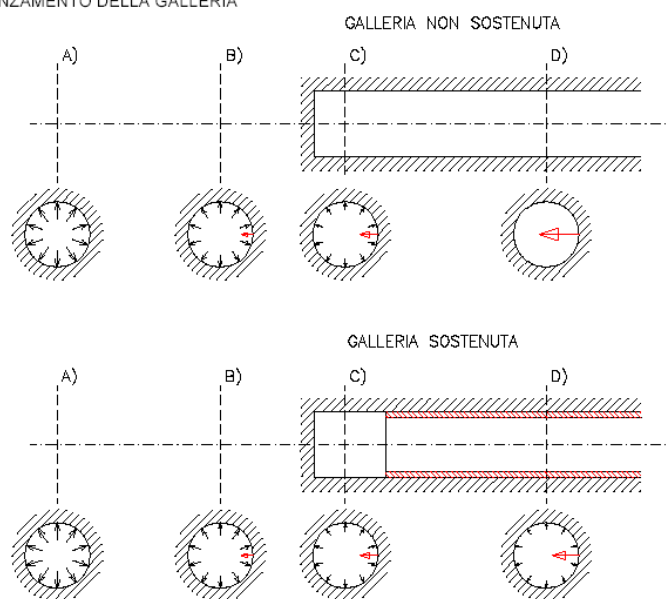
- quella valida presso il fronte di scavo, detta curva caratteristica del fronte, che tiene conto dell'effetto tridimensionale delle tensioni vicino ad esso e che permette di risalire, mediante considerazioni sulla resistenza del nucleo, all'entità della convergenza già subita dalla galleria nella sezione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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004.A00 <span style="float: right;">Foglio 16 di 163</span>

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

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

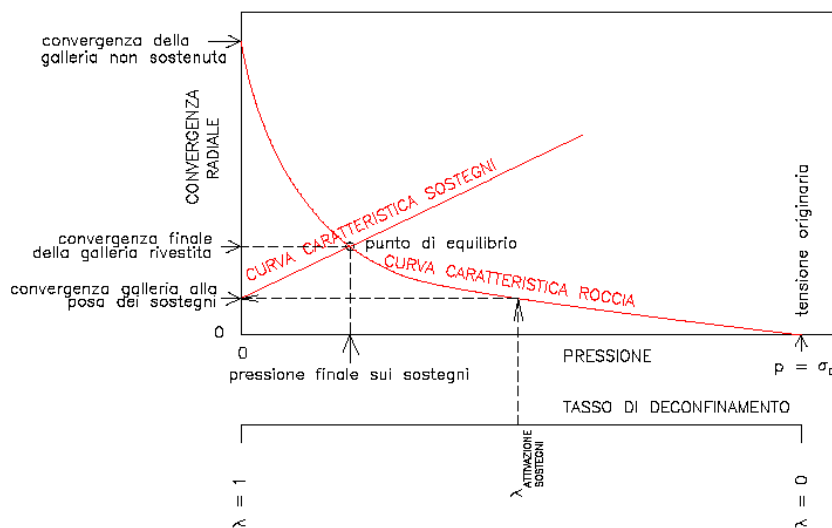
FIGURA 11. PROGRESSIVO DECONFINAMENTO DEL BORDO DI SCAVO PER SIMULARE L'AVANZAMENTO DELLA GALLERIA



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

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

FIGURA 12. CURVE CARATTERISTICHE



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

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

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

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 18 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 18 di 163
Foglio 18 di 163		

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

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

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

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

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

#### 4.1.2 Consolidamento del fronte di scavo

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

Infatti la chiodatura esercita un'azione di contenimento passivo del fronte, rappresentabile, nel caso di impiego di elementi strutturali in VTR, da una tensione di confinamento  $\sigma_3^{VTR}$  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:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td>Foglio 19 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 19 di 163
Foglio 19 di 163		

$\tau_a$  = 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:

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

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

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

dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

dove  $\Delta\sigma_r$ ,  $\Delta\sigma_\theta$ ,  $\Delta\varepsilon_r$  e  $\Delta\varepsilon_\theta$  rappresentano le variazioni di tensione e le corrispettive variazioni di deformazione, mentre i coefficienti  $D_{ij}^{ep}$  rappresentano gli elementi della matrice di rigidità



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00	Foglio 20 di 163

elastoplastica  $D^{ep}$  che può variare da punto a punto della roccia essendo funzione della storia tensio-deformativa.

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

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

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

#### 4.2 Analisi numeriche bidimensionali: FLAC 7.0

Le analisi tensio-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 implementando il metodo alle differenze finite. Le caratteristiche del dominio in oggetto sono definite da leggi di comportamento di tipo elastico o plastico e da imposte condizioni al contorno. Tale metodo si basa sulla discretizzazione delle equazioni differenziali che governano il problema fisico in esame tramite la sostituzione delle derivate con quozienti di differenze finite. Le equazioni differenziali vengono così 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 agilmente in presenza di 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:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004.A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td>Foglio 21 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 21 di 163
Foglio 21 di 163		

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

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

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

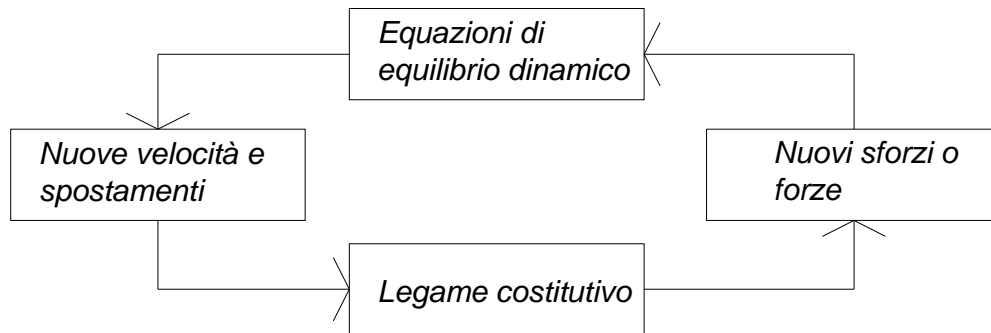
In modo analogo si opera per le derivate rispetto ad y e per le derivate di ordine superiore. La legge costitutiva del materiale viene espressa nella seguente forma:

$$\sigma = E \cdot \frac{\partial u}{\partial x} \Rightarrow \sigma'_{i,j} = E \cdot \frac{u_{i-1,j}^t - u_{i,j}^t}{\Delta x}$$

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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 22 di 163</span>



**Figura 4-1– Fasi di computazione del codice di calcolo FLAC**

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

Si adottano due criteri di rottura: il criterio di Hoek e Brown e il criterio di Mohr – Coulomb.

Il criterio di Hoek e Brown permette di caratterizzare gli stati tensionali che conducono un ammasso roccioso alla rottura. Esso si basa sulla seguente relazione:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} \cdot \left( m_b \cdot \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s \right)^a$$

Dove  $\sigma_1$  e  $\sigma_3$  rappresentano rispettivamente la tensione principale maggiore e minore e  $m_b$ ,  $s$  ed  $a$  sono costanti relative al materiale che possono essere facilmente correlate al GSI.

Descrivendo lo stato tensionale agente con i parametri  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  e  $\sigma_3$  si può definire lo stato tensionale iniziale come:

$$\sigma_1^t = \sigma_1 + E_1 \cdot \Delta e_1 + E_2 \cdot (\Delta e_2 + \Delta e_3)$$

$$\sigma_2^t = \sigma_2 + E_1 \cdot \Delta e_2 + E_2 \cdot (\Delta e_1 + \Delta e_3)$$

$$\sigma_3^t = \sigma_3 + E_1 \cdot \Delta e_3 + E_2 \cdot (\Delta e_1 + \Delta e_2)$$

I parametri  $\Delta e_i$  sono composti da un contributo elastico e da un contributo plastico:

$$\Delta e_1 = \Delta e_1^e + \Delta e_1^p$$

$$\Delta e_2 = \Delta e_2^p$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td>Foglio 23 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 23 di 163
Foglio 23 di 163		

$$\Delta e_3^p = \Delta e_3^p + \Delta e_3^p$$

Lo stato tensionale finale è invece descritto come:

$$\sigma_1^f = \sigma_1 = E_1 \cdot (\Delta e_1 - \Delta e_1^p) + E_2 \cdot (\Delta e_2 + \Delta e_3 - \Delta e_3^p)$$

$$\sigma_2^f = \sigma_2 = E_1 \cdot \Delta e_2 \cdot (\Delta e_1 - \Delta e_1^p + \Delta e_3 - \Delta e_3^p)$$

$$\sigma_3^f = \sigma_3 = E_1 \cdot (\Delta e_3 - \Delta e_3^p) + E_2 \cdot (\Delta e_1 + \Delta e_1^p - \Delta e_2)$$

Per ottenere infine:

$$\sigma_1^f = \sigma_1^t = E_1 \cdot \Delta e_1^p - E_2 \cdot \Delta e_3^p$$

$$\sigma_2^f = \sigma_2^t = E_2 \cdot (\Delta e_1^p + \Delta e_3^p)$$

$$\sigma_3^f = \sigma_3^t = E_1 \cdot \Delta e_3^p - E_2 \cdot \Delta e_1^p$$

Nelle formule precedentemente esposte  $\Delta e_1, \Delta e_2$  e  $\Delta e_3$  rappresentano la terna degli incrementi deformativi principali mentre  $E_1 = K + 4G/3$  e  $E_2 = K - 2G/3$ .

Il criterio di rottura di Mohr-Coulomb può essere così descritto: 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:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1546 318"> <tr> <td>Foglio 24 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 24 di 163
Foglio 24 di 163		

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

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

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

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:

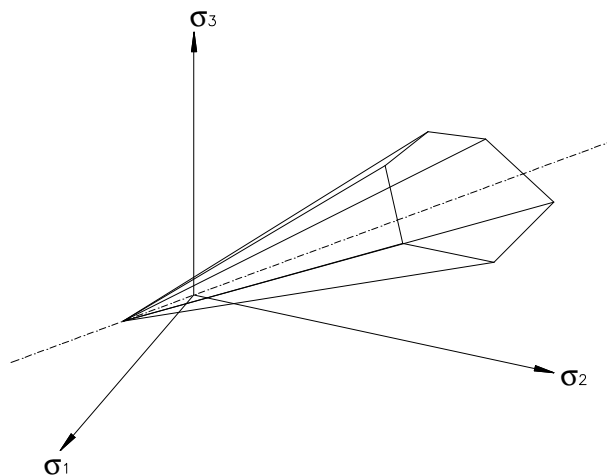


Figura 4-2 – Dominio di rottura di Mohr-Coulomb

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.

### 4.3 Analisi stabilità del fronte in gallerie superficiali

#### 4.3.1 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 paraboloido, approssimato mediante tre solidi prismatici, come illustrato nelle figure seguenti.

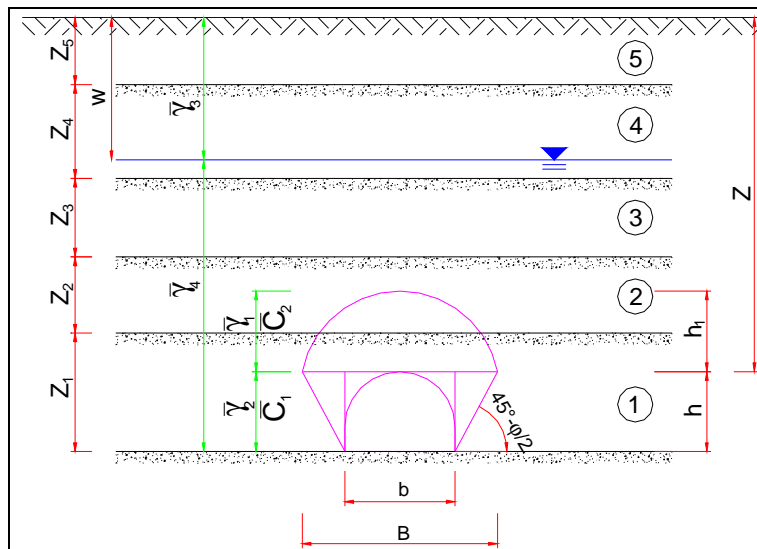


Figura 4-3 – Schema proposto da Tamez.

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).

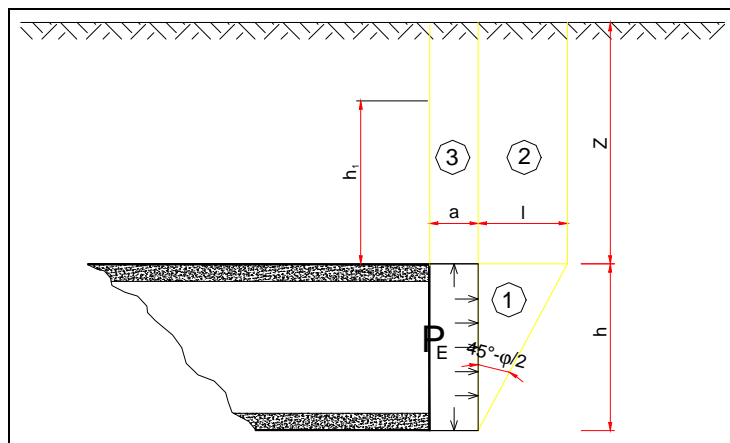


Figura 4-4 – Schema proposto da Tamez.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 26 di 163</span>

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

#### 4.3.2 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).

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**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 315"> <tr> <td>Foglio 27 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 27 di 163
Foglio 27 di 163		

#### 4.3.3 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	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 28 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 28 di 163
Foglio 28 di 163		

## 5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO

### 5.1 Inquadramento geologico-geomorfologico

L'area di studio si colloca nella zona di giustapposizione tra i domini orogenici alpino e appenninico (Figura 5-1), nota in letteratura come "nodo collisionale ligure" (Laubscher at. al., 1992).

Nell'area del Foglio Genova è possibile distinguere, da W verso E, tre settori caratterizzati dall'associazione di unità di crosta oceanica e di mantello, unità di margine continentale e unità costituite da flysch (Figura 5-1):

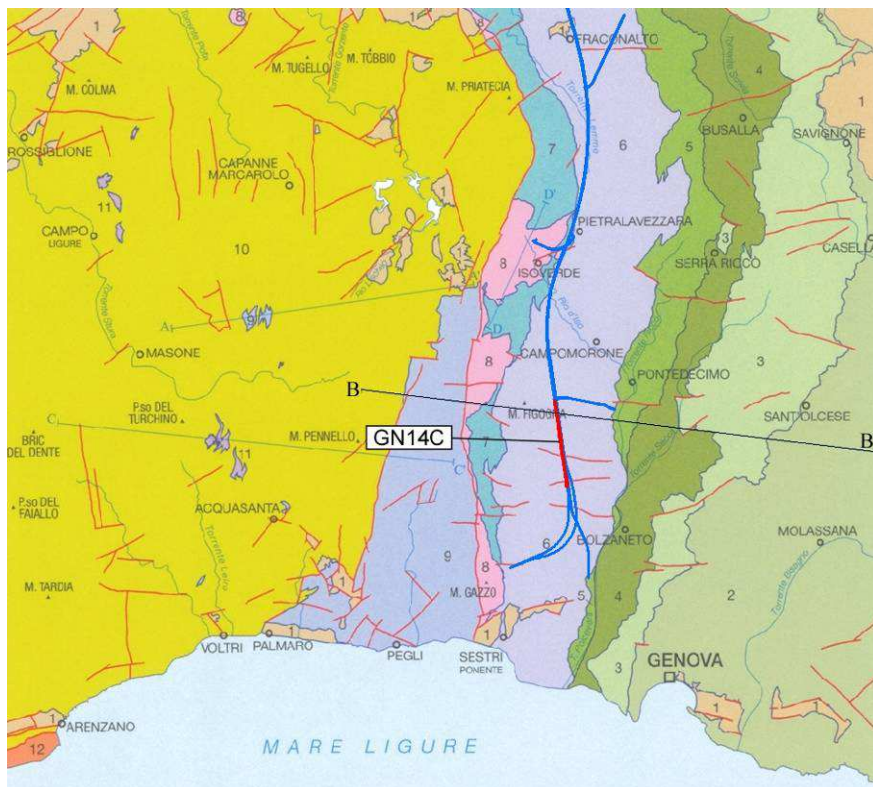
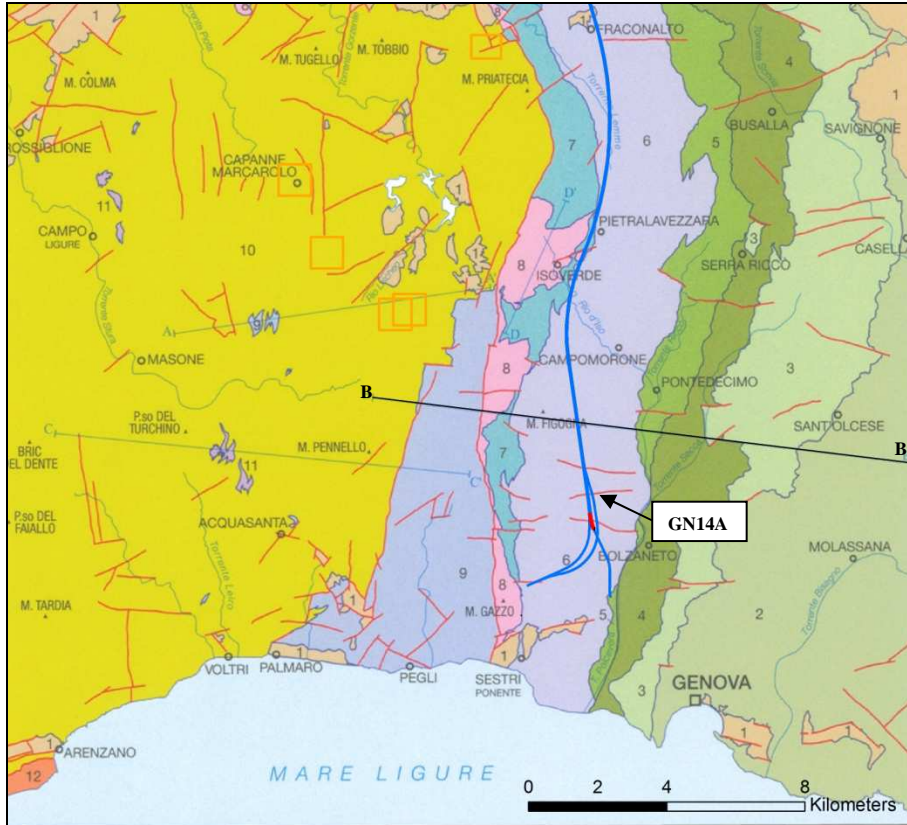
1. le **unità tettonometamorfiche<sup>1</sup> Voltri e Palmaro-Caffarella** ("*Gruppo di Voltri*" auct.)
2. la **Zona Sestri-Voltaggio**
3. Il **dominio dei Flysch Appenninici**

Il tracciato della linea AC/AV Milano-Genova si sviluppa, in territorio ligure, a cavallo delle unità tettonometamorfiche Palmaro-Caffarella e Sestri-Voltaggio. A scala locale, il territorio in cui si colloca il sito di intervento è ubicato nell'areale di affioramento della ZSV e più precisamente entro la formazione delle "Argille a Palombini del Passo della Bocchetta" (aP), dell'unità tettonometamorfica Figogna. Si rimanda alla relazione geologica per ulteriori approfondimenti in merito.

Le sigle e le età geologiche riportate a fianco dei nomi delle formazioni descritte fanno riferimento alla legenda adottata nel Progetto Definitivo della linea Milano-Genova (2004); viene inoltre riportato, per completezza, il corrispondente codice adottato nella cartografia CARG (Capponi et al., 2008).

<sup>1</sup> Con il termine di "unità tettonometamorfica" si intende un volume roccioso caratterizzato da incompatibilità metamorfiche e strutturali rispetto ai volumi adiacenti.







GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG5100ECVCLGN0000004A00		Foglio 31 di 163

Foglio 213-230 Genova Cartografia Geologica d'Italia Scala 1:50.000			Tratta AC/AV Milano-Genova "Terzo Valico dei Giovi" Progetto Definitivo			Tratta AC/AV Milano-Genova "Terzo Valico dei Giovi" Progetto Esecutivo		
Unità Figogna	Argilloscisti di Murta	AGF	Unità Timone – Bric Teiolo	Argilliti a Palombini del passo della Bocchetta	aP	Unità Figogna	Argille a Palombini del passo della Bocchetta	aP
	Argilloscisti di Costagutta	AGI		Calcarei di Erselli	cE		Metacalcarei di Erzelli	cE
	Metacalcarei di Erzelli	ERZ		Scisti silicei	d'		Metasedimenti silicei della madonna della Guardia	dM
	Metasedimenti silicei della madonna della Guardia	MHF		Metabasalti	B'		Metabasalti del Monte Figogna	B'
	Metabasalti del Monte Figogna	MBF		Serpentiniti, serpentinoscisti e oficalci	Se'		Serpentiniti del Bric dei Corvi	Se'
	Serpentiniti del Bric dei Corvi	SPF		-	-		Metaoficalciti di Pietralavezzara	of'
	Metaoficalciti di Pietralavezzara	PLV						
Unità Cravasco-Voltaggio	Scisti filladici del monte Larvego	LRV	Unità Cravasco-Voltaggio	Metargilliti filladiche	f	Unità Cravasco-Voltaggio	Argilloscisti filladici del monte Larvego	f
	Calcarei di Voltaggio	VOL		Calcarei di Voltaggio	cV		Calcarei di Voltaggio	cV
	Metasedimenti silicei dell'Osteria dello zucchero	MHC		-	-		Metasedimenti silicei dell'Osteria dello zucchero	d''
	Metabasalti di Cravasco	CVS		Metabasalti	B''		Metabasalti di Cravasco	B''
	Metagabbri del Monte Lecco	MGC		Metagabbri	mG		Metagabbri	mG
	Serpentiniti di Case Bardane	SPV		Serpentiniti e serpentinoscisti	Se''		Serpentiniti di Case Bardane	Se''
							Metaoficalciti	of'
Unità Gazzo-Isoverde	Meta-argilliti di Bessega	MBG	Unità Monte Gazzo-Isoverde	Metargilliti nere	Mn	Unità Gazzo -Isoverde	Meta-argilliti di Bessega	Mn
	Calcarei di Lencisa	LEN		Calcarei di Gallaneto	cG		Calcarei di Lencisa	eN
	Calcarei di Gallaneto	GLL		Gessi, anidriti e carnirole	gc		Calcarei di Gallaneto	cG
	Gessi del Rio Riasso	GSR					Gessi, anidriti e carnirole (Gessi del Rio Riasso)	gc
	Dolomie del Monte Gazzo	MDG		Calcarei dolomiti del Monte Gazzo	dG		Dolomie del Monte Gazzo	dG

**Tabella 5-1 - Tabella nomenclaturale riassuntiva delle unità litostratigrafiche della Zona Sestri-Voltaggio presenti in letteratura, messi a confronto con i termini e le sigle adottate nelle fasi di progettazione Definitiva ed Esecutiva.**





Figura 5-2. Stralcio della carta geologica relativa alla WBS GN14A e ubicazione indagini

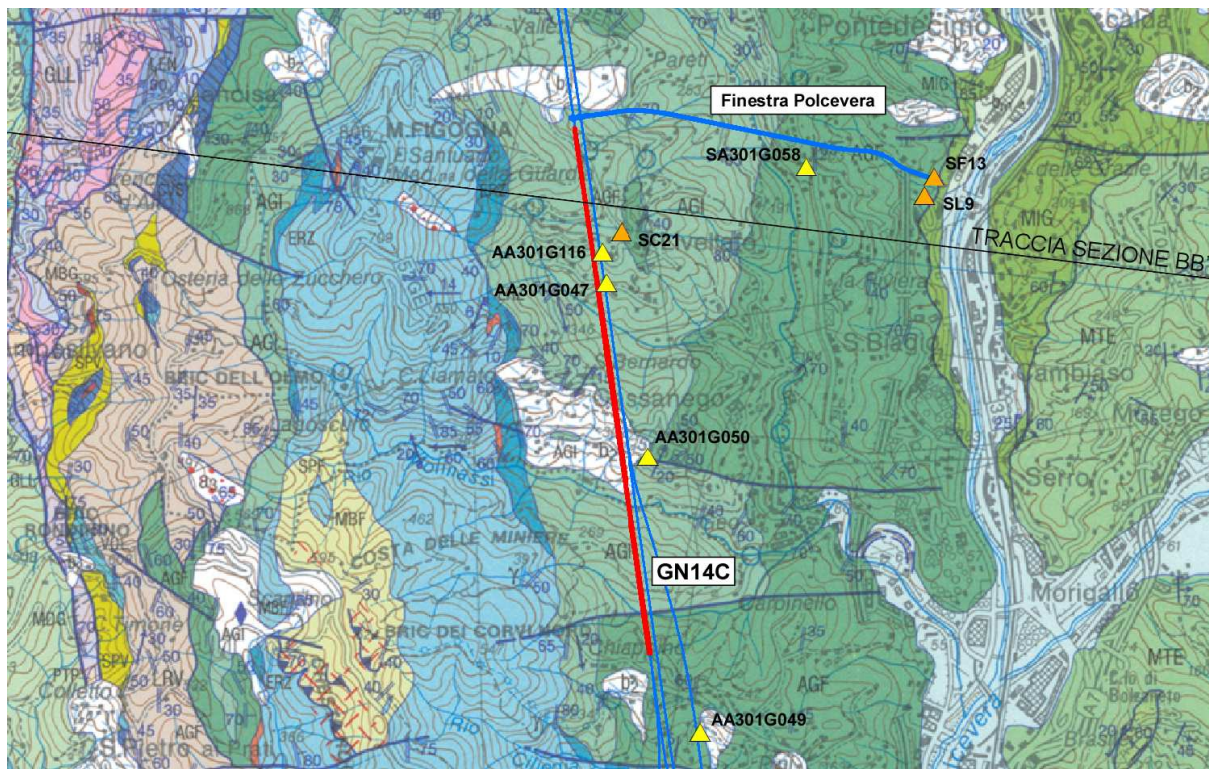


Figura 5-3. Stralcio della carta geologica relativa alla WBS GN14C e ubicazione indagini



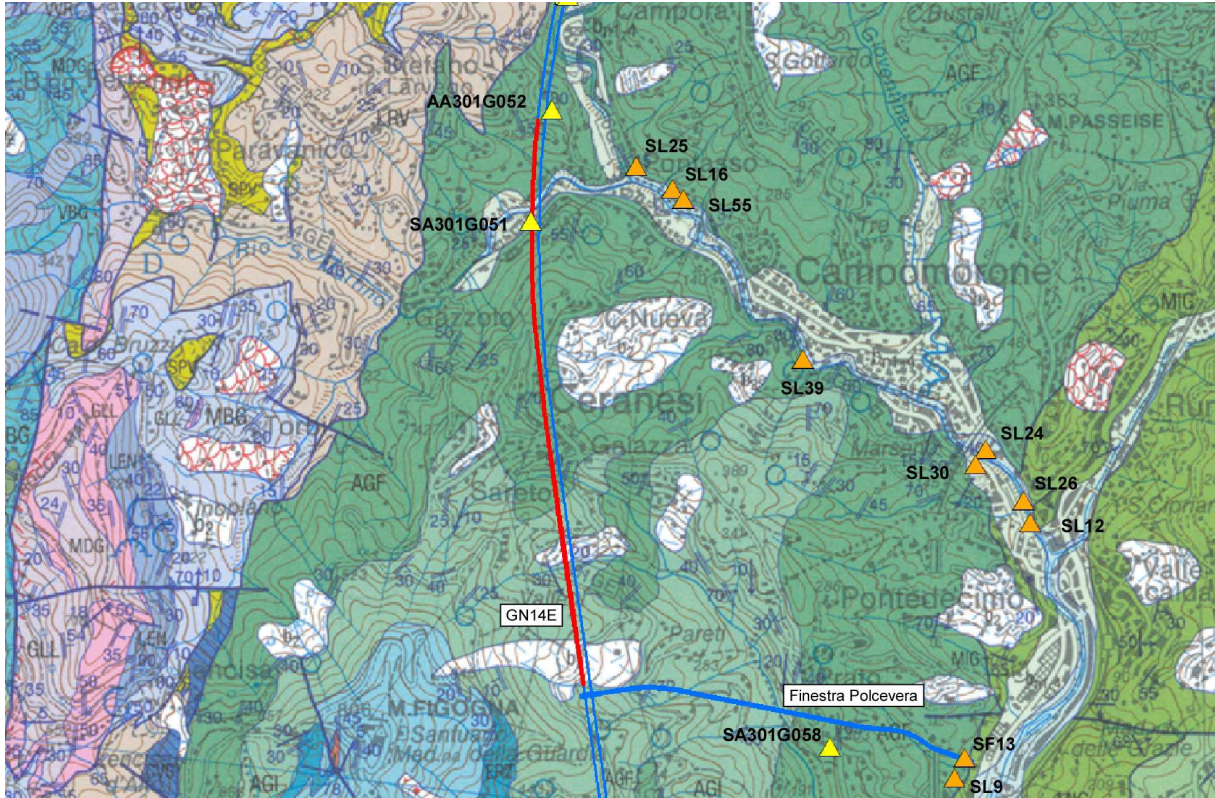


Figura 5-4. Stralcio della carta geologica relativa alla WBS GN14E e ubicazione indagini



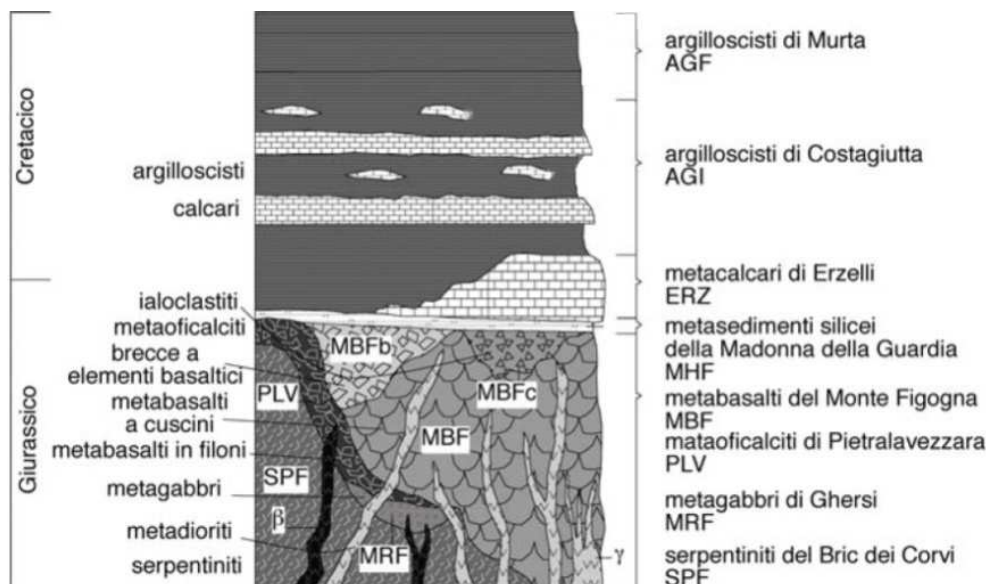
Figura 5-5. Stralcio della carta geologica relativa alla WBS GN15A e ubicazione indagini







GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr> <td>Foglio</td> <td>35 di</td> </tr> <tr> <td></td> <td>163</td> </tr> </table>	Foglio	35 di		163
Foglio	35 di				
	163				



**Figura 5-8 – Schema dei rapporti stratigrafici tra le varie formazioni che costituiscono l'unità tettonometamorfica Figogna (Capponi et al., 2008).**

### 5.1.1 Argille a Palombini del Passo della Bocchetta aP, AGI, AGF (Cretaceo inf.)

L'unità Figogna include le seguenti formazioni:

- Argille a Palombini del Passo della Bocchetta (aP) (suddivise nella cartografia CARG nelle due sottounità degli "argiloscisti di Murta, AGF" e degli "argiloscisti di Costagiutta, AGI");
- Metacalcari di Erzelli;
- Metasedimenti silicei della Madonna della Guardia;
- Metabasalti del M. Figogna;
- Serpentiniti del Bric dei Corvi (zona di deformazione di Scarpino).

L'unità delle "Argille a Palombini del Passo della Bocchetta", descritta come un complesso litostratigrafico unico dagli autori pre-CARG e dal Progetto Definitivo, è stata successivamente suddivisa nel foglio CARG Genova in due sottounità (cfr. Figura 5-8):

- argiloscisti di Costagiutta (codice CARG: AGI);
- argiloscisti di Murta (codice CARG: AGF).

Per coerenza con il Progetto Definitivo e per evitare eccessive confusioni, si è scelto di mantenere la terminologia e il codice pre-CARG (aP), indicando, dove possibile, l'attribuzione dei litotipi affioranti all'una o all'altra delle due sottounità CARG sopra citate e distinguendo cartograficamente, sempre ove possibile, le due litofacies principali.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 36 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 36 di 163
Foglio 36 di 163		

Dal punto di vista litostratigrafico, la sottounità degli **argiloscisti di Costagiutta** è costituita da alternanze di argiloscisti e di calcari cristallini ("Palombini" auct.), metapeliti scistose grigio-nerastre, più o meno siltose, metasiltiti e metaareniti in strati centimetrici, con intercalazioni di metacalcilutiti siltose più o meno marnose, di colore grigio o grigio-bruno in strati e banchi, più frequenti alla base della successione. I cosiddetti "Palombini" sono rappresentati da calcari cristallini comprendenti calcari micritici silicei, di colore grigio scuro tendente al grigio azzurro, a tessitura massiva, più raramente stratificata, calcari arenacei e meno frequenti calcari marnosi, che formano strati e banchi di potenza variabile da pochi cm a 1.5-2 m.

Le giaciture individuate sono frequentemente la media di una stratificazione disturbata da serie di pieghe più o meno frammentate; la scistosità descrive frequentemente pieghe a ginocchio con cerniere più o meno acute e pieghe serrate, a scala da centimetrica a pluridecamentrica. Gli argiloscisti di Costagiutta affiorano diffusamente a E della dorsale del M. Figogna e, in misura minore, sul suo lato occidentale, dove sono in contatto tettonico con le unità Gazzo e Cravasco-Voltaggio. Nel settore meridionale del Foglio Genova affiorano soprattutto lungo il T. Chiaravagna e sono segnalati in scavi di fondazione e sondaggi; nel settore settentrionale si estendono diffusamente oltre il confine regionale, da Pietralavezzara a Fraconalto (AL).

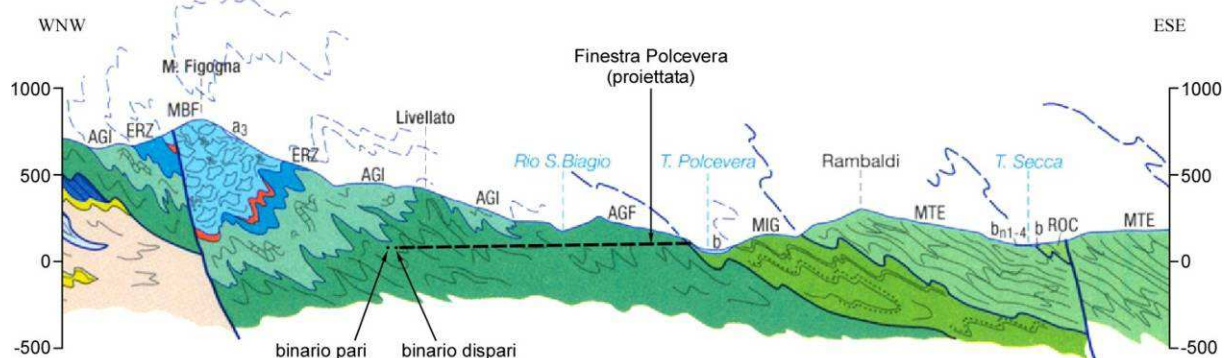
Gli **Argiloscisti di Murta** a differenza dei precedenti sono privi dei caratteristici interstrati calcarei, i "Palombini" auct. che hanno dato il nome all'intera formazione. Sono rappresentati da un'alternanza di argiloscisti filladici color grigio scuro e grigio argenteo (Figura 5-10), a patina sericitica, con intercalazioni di sottili straterelli calcarei, di metasiltiti e di metaareniti fini, color grigio chiaro, nocciola in alterazione, con laminazioni piano-parallele localmente convolute. Gli strati hanno generalmente spessore da centimetrico a decimetrico; sono presenti orizzonti con strati fino a 30 cm di argilliti e metasiltiti.

L'unità affiora in una fascia allungata N-S, da Sampierdarena a Campomorone e oltre, in territorio piemontese, separando verso est gli argiloscisti di Costagiutta dall'unità flyschoidi di Mignanego (dominio dei Flysch Appenninici). L'età presunta è cretacea.

Le giaciture della stratificazione sono vergenti ad E presso il contatto con il Flysch di Mignanego, mentre nella direzione opposta (verso W) le giaciture sono raramente significative, poiché la stratificazione è disturbata da fitte sequenze di pieghe strizzate alla macroscale con assi orientati circa NNE-SSW.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004.A00 <table border="1" data-bbox="1420 224 1532 315"> <tr> <td>Foglio 37 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 37 di 163
Foglio 37 di 163		



**Figura 5-9 – Stralcio del profilo geologico BB’ attraverso la Val Polcevera e la dorsale del M. Figogna; il profilo si colloca in corrispondenza della pk 4+764 (binario pari).**

### Le Argille a Palombini nell’area di studio

Nel settore oggetto di studio affiorano, in superficie, i litotipi della formazione delle “Argille a Palombini del Passo della Bocchetta” (aP); secondo quanto riportato nel Foglio CARG “Genova”, il settore interessato dallo scavo della WBS in oggetto ricade a cavallo di due aree in cui affiorano sia l’unità degli Argilloscisti di Murta (AGF), sia l’unità degli Argilloscisti di Costagiutta (AGI), strutturalmente soprastante.

In sintesi, le due litofacies si differenziano per la presenza (Argilloscisti di Costagiutta, AGI) o l’assenza (Argilloscisti di Murta, AGF) di livelli di calcari micritici silicei a grana fine (“Palombini”).

Per quanto riguarda una più dettagliata descrizione delle caratteristiche per ogni WBS della formazione si rimanda alle specifiche relazioni.



**Figura 5-10 – Argilloscisti in sponda destra del Rio Trasta, a sud dell’area di intervento.**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 38 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 38 di 163
Foglio 38 di 163		

### 5.1.2 Condizioni geologiche attese in corrispondenza dell'opera

Si riporta l'inquadramento geologico organizzato per ciascuna WBS facente parte della tratta in esame. In generale si può affermare che tutta la tratta 1 si sviluppa all'interno della formazione delle Argille a Palombini del Passo della Bocchetta (aP), costituita da argillocisti, metapeliti scistose grigio-nerastre, più o meno siltose, metasiltiti e metaareniti in strati centimetrici, con intercalazioni di metacalcilutiti siltose più o meno marnose, di colore grigio o grigio-bruno in strati e banchi.

#### WBS GN14A

La litofacies a "Palombini" è assente, in affioramento, nell'area di studio. Tuttavia, i due sondaggi AA301G045 (PP) e SC18 (PD), realizzati nello stesso punto, mettono in evidenza a profondità compresa tra circa 40 e 80 m, la presenza di livelli carbonatici che potrebbero essere riferiti ai calcari sopra descritti.

L'unità interessata dallo scavo della galleria è rappresentata in prevalenza dalla litofacies degli "Argillocisti di Murta" (AGF), con possibile locale presenza della litofacies degli "Argillocisti di Costagiutta" con livelli calcarei (AGI).

Lo scavo della galleria verrà realizzato in un ammasso roccioso caratterizzato da una notevole omogeneità litologica e da una forte anisotropia strutturale.

Al di fuori delle zone di faglia, l'ammasso roccioso sarà quindi abbastanza omogeneo se considerato alla scala dell'intero sviluppo dell'opera, ma strutturalmente eterogeneo alla scala del fronte di scavo: il motivo geometrico dominante lungo lo sviluppo dell'opera sarà la presenza di pieghe aperte e disarmoniche, da centimetriche a pluridecametriche, con vergenza prevalente verso W o WSW, probabilmente associate a piccoli piani di taglio cataclastico, immergenti verso E-ENE, con cinematismo prevalentemente inverso, sviluppati parallelamente al piano assiale delle pieghe e più frequenti in zona di cerniera e di fianco inverso.

Nel settore d'indagine non è stata direttamente riscontrata la presenza di faglie in affioramento, soprattutto per l'estesa copertura di detrito, suolo e vegetazione, che limitano fortemente la percentuale di affioramento.

Il profilo interpretativo allegato riporta alcune faglie potenzialmente in grado di intercettare l'asse della WBS in esame, in particolare:

- la faglia attraversata dal sondaggio SC18, che presenta un piano di deformazione principale potente almeno 2-3 m ed associato a numerosi piani minori subparalleli, per una potenza complessiva stimabile in almeno 5-6 m. Correlando tentativamente questa struttura a un'espressione morfologica superficiale, rappresentata da un debole fotolineamento di direzione NNE-SSW (set L1), l'intersezione con l'asse della galleria è ipotizzabile in corrispondenza della pk 1+625 ca.; questa struttura si collocherebbe quindi appena fuori dalla tratta di galleria in esame, tuttavia è anche possibile che la zona di fratturazione ad essa associata possa interessare marginalmente il tratto in questione.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 39 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 39 di 163
Foglio 39 di 163		

- Una faglia presunta, coincidente con un secondo fotolineamento subparallelo al precedente, che potrebbe intersecare l'asse della galleria verso la pk 1+730 ca.
- Una delle faglie identificate dalla cartografia CARG, qui interpretata solo come struttura presunta, al pari delle altre precedentemente descritte. L'intersezione con l'asse della galleria è ipotizzabile in corrispondenza della pk 1895.

Diverse faglie minori, rappresentate sia da strutture discordanti, sia da piani di taglio lungo superfici di scorrimento flessurale intra-foliazione, potranno essere incontrate in più punti lungo lo scavo, tuttavia non si tratta di strutture in grado di determinare un sensibile decadimento delle condizioni geomeccaniche generali.

Il grado di fratturazione al di fuori delle zone di faglia può variare da medio a basso, con sviluppo di fratture più nette all'interno di livelli più compatti e di clivaggi di fratturazione pervasivi nei livelli più fillosilicatici. La superficie di discontinuità principale è rappresentata dalla scistosità, che facilita la suddivisione dell'ammasso in lastre e scaglie appiattite, con spaziatura centimetrico-decimatrica.

Per quanto riguarda la valutazione qualitativa del grado di stabilità del fronte di scavo, sono state stimate condizioni di stabilità a breve-medio termine, al di fuori delle zone di faglia; condizioni di instabilità localizzata, con possibili splaccamenti, localizzati principalmente in calotta o sul paramento sinistro (considerando una direzione di avanzamento verso N), potranno verificarsi nel caso che la foliazione intersechi l'asse tunnel con direzione ad esso subparallela, immersione prevalente verso W e inclinazione a medio-basso angolo (20-50° dall'orizzontale).

Per quanto riguarda la classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso, sulla base di quanto osservato durante lo scavo dei cunicoli Castagnola e Val Lemme, a parte le sezioni in prossimità dell'imbocco, dove esso è risultato scadente e quasi privo di coesione, le condizioni medie incontrate sono riferibili alla classe IV di Bieniawski, tendente alla IV superiore, con sporadici tratti in III. Sono presenti alcune zone fratturate e tettonizzate in classe V. In generale, nel cunicolo Castagnola si è riscontrato un progressivo miglioramento delle condizioni geomeccaniche dell'ammasso con l'avanzamento dello scavo, anche se la brevità del tratto scavato e la sopravvenuta interruzione dei lavori non consentono di trarre una conclusione definitiva in tal senso.

### WBS GN14C

La litofacies a "Palombini" affiora lungo tutta l'estensione dell'area di studio, con immersione media verso ovest; inoltre, il rapporto del sondaggio SC21 (PD) mette in evidenza, a partire dalla profondità di 58 m, la presenza di intercalazioni di "calcarei marnosi" che potrebbero essere riferiti alla litofacies a Palombini. A est dell'asse di linea, lungo il versante destro della Val Polcevera, affiorano invece diffusamente argilloscisti nerastri, privi di calcari, riferibili alla litofacies AGF.

Quali siano gli esatti rapporti geometrici e stratigrafici tra queste due litofacies alla quota del tunnel può essere definito solo a livello ipotetico; è presumibile che per gran parte della WBS, tra le pk 2+080 e 4+500 ca. predominino in galleria gli argilloscisti nerastri privi di intercalazioni calcaree (AGF), tuttavia con ampie zone in cui è possibile che compaia la litofacies a Palombini (AGI). Questi settori possono indicativamente essere collocati, con maggiore probabilità, tra le pk 2+700 e 3+500 e tra le pk 3+900 e 4+500.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 40 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 40 di 163
Foglio 40 di 163		

Quindi, mentre in superficie, sulla verticale della linea, predomina in affioramento la litofacies AGI, con interstrati calcarei, a livello del tunnel è probabile che venga attraversata principalmente la litofacies AGF.

Lo scavo della galleria verrà realizzato in un ammasso roccioso caratterizzato da una discreta omogeneità litologica ma da una forte anisotropia strutturale, quest'ultima dovuta sia alla presenza delle intercalazioni di strati calcarei, sia alla foliazione metamorfica pervasiva, con spaziatura da submillimetrica a centimetrica, sia infine alle frequenti variazioni di giacitura della foliazione, riscontrabili a tutte le scale.

Al di fuori delle zone di faglia, l'ammasso roccioso sarà quindi abbastanza omogeneo se considerato alla scala dell'intero sviluppo dell'opera, ma strutturalmente eterogeneo alla scala del fronte di scavo, con livelli calcarei più compatti, di spessore da decimetrico a metrico e porzioni di argilloscisto foliato e meccanicamente meno resistente.

Nel settore d'indagine non è stata direttamente riscontrata la presenza di faglie in affioramento, soprattutto per l'estesa copertura di detrito, suolo e vegetazione, che limitano fortemente la percentuale di affioramento.

Il profilo interpretativo riporta tuttavia alcune faglie potenzialmente in grado di intercettare l'asse della WBS in esame; in particolare vi sono almeno due faglie maggiori, intercettate dai sondaggi, che probabilmente andranno a intersecare l'asse del tracciato:

- la faglia attraversata dal sondaggio SC21 tra 143 e 165 m, che presenta un piano di deformazione principale potente da 4 a 8 m ca., a seconda dell'inclinazione (ipotizzata tra 70 e 80° verso NNE);
- la faglia attraversata dal sondaggio AA301G116 tra 220.5 e 238.5 m, che presenta un piano di deformazione principale potente circa 6 m, con inclinazione presunta di circa 70-80° verso NNE;

Oltre a queste due strutture principali, vi sono altre faglie, osservate e presunte, potenzialmente in grado di intersecare l'asse del tunnel (cfr. relazione geologica)

A livello locale (alla scala del fronte di scavo), sono probabilmente presenti diversi piccoli piani di taglio a basso-medio angolo, a cinematismo prevalentemente inverso, paralleli ai clivaggi di piano assiale della fase D3 (superfici SP+1 o S3) e associati allo sviluppo di fasce cataclastiche di spessore da centimetrico a pluridecimetrico.

Il grado di fratturazione al di fuori delle zone di faglia può variare da medio a basso, con sviluppo di fratture più nette all'interno di livelli più compatti e di clivaggi di fratturazione pervasivi nei livelli più fillosilicatici. La superficie di discontinuità principale è rappresentata dalla scistosità, che facilita la suddivisione dell'ammasso in lastre e scaglie appiattite, con spaziatura centimetrico-decimatrica.

Per quanto riguarda la valutazione qualitativa del grado di stabilità del fronte di scavo, sono state stimate condizioni di stabilità a breve-medio termine, al di fuori delle zone di faglia; condizioni di instabilità localizzata, con possibili splaccamenti, localizzati principalmente in calotta o sul paramento sinistro (considerando una direzione di avanzamento verso N), potranno verificarsi nel



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00
	Foglio 41 di 163

caso che la foliazione intersechi l'asse tunnel con direzione ad esso subparallela, immersione prevalente verso W e inclinazione a medio-basso angolo (20-50° dall'orizzontale).

Per quanto riguarda la classificazione geomeccanica dell'ammasso, come per la GN14A, anche per la WBS in esame le condizioni medie incontrate sono riferibili alla classe IV di Bieniawski, tendente alla IV superiore, con sporadici tratti in III. Sono presenti alcune zone fratturate e tettonizzate in classe V

### WBS GN14E

La litofacies a "Palombini" affiora, nell'area di studio, principalmente a est del tracciato ferroviario, nella parte medio-bassa della val Polcevera.

A livello del tunnel, è probabile che nella prima parte di galleria, fino circa alla pk 5+400, venga attraversata principalmente la litofacies AGI con interstrati calcarei, mentre verso nord dovrebbe predominare la litofacies AGF. Dati il parallelismo tra gli assi delle pieghe decametrico-chilometriche e l'asse di linea, non è comunque escluso che lungo la galleria possano essere incontrate variazioni di litofacies anche abbastanza frequenti.

Lo scavo della galleria verrà realizzato in un ammasso roccioso caratterizzato da una discreta omogeneità litologica ma da una forte anisotropia strutturale.

Al di fuori delle zone di faglia, l'ammasso roccioso sarà quindi abbastanza omogeneo se considerato alla scala dell'intero sviluppo dell'opera, ma strutturalmente eterogeneo alla scala del fronte di scavo, con livelli calcarei più compatti, di spessore da decimetrico a metrico e strati di argilloscisti foliati e meccanicamente meno resistente.

Nel settore d'indagine non è stata direttamente riscontrata la presenza di faglie in affioramento, soprattutto per l'estesa copertura di detrito, suolo e vegetazione, che limitano fortemente la percentuale di affioramento.

Anche i sondaggi disponibili non hanno intercettato strutture degne di nota, incontrando, per lo più, un ammasso roccioso poco fratturato, solo localmente con una maggiore densità di fratturazione, talora associata a piccoli piani cataclastici che potrebbero essere riferibili sia a piccole faglie di importanza trascurabile, sia a piccoli piani di taglio duttile-fragile.

A titolo di ipotesi, sono state proiettate dalla superficie fino a quota tunnel due faglie, che intersecano la galleria alle pk 5+460 e 5+760 ca.; alcuni fotolineamenti particolarmente persistenti (8-900 m) potrebbero corrispondere a strutture fragili in grado di estendersi fino a quota galleria, in particolare intorno alle pk 6+450, 7+000 e 7+370; questi lineamenti sono riportati nel profilo previsionale, tuttavia, in assenza di indagini dirette, la loro effettiva corrispondenza con zone di faglia è affetta da un elevato grado di incertezza.

A livello locale (alla scala del fronte di scavo), saranno probabilmente incontrati diversi piccoli piani di taglio a basso-medio angolo, a cinematismo prevalentemente inverso associati allo sviluppo di fasce cataclastiche di spessore da centimetrico a pluridecimetrico.

Inoltre, saranno probabilmente incontrate diverse faglie subverticali minori, con spessore della zona di deformazione cataclastica inferiore a 1 m e con damage zone estesa per 1-2 m al massimo ai

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td>Foglio 42 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 42 di 163
Foglio 42 di 163		

due lati del piano principale. La posizione di questo insieme di strutture non è determinabile con precisione, tuttavia dai dati dei sondaggi è possibile stimare che queste strutture fragili abbiano una spaziatura da pluridecametrica a ettometrica.

Il grado di fratturazione al di fuori delle zone di faglia può variare da medio a basso, con sviluppo di fratture più nette all'interno di livelli più compatti e di clivaggi di fratturazione pervasivi nei livelli più fillosilicatici. La superficie di discontinuità principale è rappresentata dalla scistosità, che facilita la suddivisione dell'ammasso in lastre e scaglie appiattite, con spaziatura centimetrico-decimetrica.

Per quanto riguarda la valutazione qualitativa del grado di stabilità del fronte di scavo, sono state stimate condizioni di stabilità a breve-medio termine, al di fuori delle zone di faglia; condizioni di instabilità localizzata, con possibili splaccamenti, localizzati principalmente in calotta o sul paramento sinistro (considerando una direzione di avanzamento verso N), potranno verificarsi nel caso che la foliazione intersechi l'asse tunnel con direzione ad esso subparallela, immersione prevalente verso W e inclinazione a medio-basso angolo (20-50° dall'orizzontale).

Per quanto riguarda la classificazione geomeccanica dell'ammasso, come per la GN14A, anche per la WBS in esame le condizioni medie incontrate sono riferibili alla classe IV di Bieniawski, tendente alla IV superiore, con sporadici tratti in III. Sono presenti alcune zone fratturate e tettonizzate in classe V

### WBS GN15A

La litofacies a "Palombini" (alternanze di calcari silicei micritici a tessitura massiva, calcari arenacei e meno frequenti calcari marnosi, in strati e banchi di potenza da centimetrica a metrica) affiora localmente nell'area di studio ed è stata intercettata anche dai sondaggi AA301G045 (PP) e SC18 (PD), realizzati nello stesso punto, che mettono in evidenza, a profondità compresa tra 40 e 80 m ca., la presenza di livelli carbonatici che potrebbero essere riferiti ai calcari sopra descritti.

Ciò sembra indicare che, a livello del tunnel, potrebbe venire attraversato, una o più volte, il limite transizionale tra le litofacies AGF e AGI (secondo la suddivisione proposta dal foglio CARG "Genova"), per lo meno nella tratta di galleria più a sud, indicativamente nei primi 2-300 m di scavo. La scomparsa dei livelli calcarei nella parte bassa del sondaggio SC18, fa pensare che la comparsa in galleria della litofacies a "Palombini" (AGI) sia legata a una cerniera di piega a grande scala.

L'unità interessata dallo scavo della galleria è quindi rappresentata in prevalenza dalla litofacies degli "Argilloscisti di Murta" (AGF), con possibile presenza, nei primi 2-300 m, della litofacies degli "Argilloscisti di Costagiutta" con livelli calcarei (AGI).

Lo scavo della galleria verrà realizzato in un ammasso roccioso caratterizzato da una notevole omogeneità litologica e da una forte anisotropia strutturale.

Al di fuori delle zone di faglia, l'ammasso roccioso sarà quindi abbastanza omogeneo se considerato alla scala dell'intero sviluppo dell'opera, ma strutturalmente eterogeneo alla scala del fronte di scavo.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 43 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 43 di 163
Foglio 43 di 163		

Nel settore d'indagine non è stata direttamente riscontrata la presenza di faglie in affioramento, soprattutto per l'estesa copertura di detrito, suolo e vegetazione, che limitano fortemente la percentuale di affioramento.

Il profilo interpretativo allegato riporta alcune faglie potenzialmente in grado di intercettare l'asse della WBS in esame, in particolare:

- un debole fotolineamento di direzione NNE-SSW, appartenente al set L1, subparallelo alla faglia intercettata dal sondaggio SC18 e la cui intersezione con l'asse della galleria è ipotizzabile in corrispondenza della pk 1+720.
- Due faglie identificate dalla cartografia CARG, qui interpretate solo come strutture presunte, al pari delle altre precedentemente descritte (pk 1+885 e 2+675).
- Alcuni fotolineamenti di direzione ESE-WNW e NE-SW, con persistenza superiore a 1000 m e giacitura apparentemente subverticale, potrebbero inoltre intersecare l'asse galleria intorno alla pk.2+350.
- La faglia attraversata dal sondaggio SC18 non dovrebbe invece intersecare l'asse tunnel.

Oltre a queste strutture, è probabile che l'ammasso sia caratterizzato dalla presenza di piani di taglio cataclastico a basso-medio angolo, a cinematismo prevalentemente inverso, paralleli ai clivaggi di piano assiale della fase D3 (superfici SP+1 o S3). Questi piani possono essere associati allo sviluppo di fasce cataclastiche di spessore da centimetrico a pluridecimetrico.

Diverse faglie minori, rappresentate sia da strutture discordanti, sia da piani di taglio lungo superfici di scorrimento flessurale intra-foliazione, potranno essere incontrate in più punti lungo lo scavo, tuttavia non si tratta di strutture in grado di determinare un sensibile decadimento delle condizioni geomeccaniche generali.

Il grado di fratturazione al di fuori delle zone di faglia può variare da medio a basso, con sviluppo di fratture più nette all'interno di livelli più compatti e di clivaggi di fratturazione pervasivi nei livelli più fillosilicatici. La superficie di discontinuità principale è rappresentata dalla scistosità, che facilita la suddivisione dell'ammasso in lastre e scaglie appiattite, con spaziatura centimetrico-decimatrica.

Per quanto riguarda la valutazione qualitativa del grado di stabilità del fronte di scavo, sono state stimate condizioni di stabilità a breve-medio termine al di fuori delle zone di faglia; condizioni di instabilità localizzata, con possibili splaccamenti, localizzati principalmente in calotta o sul paramento sinistro (considerando una direzione di avanzamento verso N), potranno verificarsi nel caso che la foliazione intersechi l'asse tunnel con direzione ad esso subparallela, immersione prevalente verso W e inclinazione a medio-basso angolo (20-50° dall'orizzontale).

Per quanto riguarda la classificazione geomeccanica dell'ammasso, come per le precedenti, anche per la WBS in esame le condizioni medie incontrate sono riferibili alla classe IV di Bieniawski, tendente alla IV superiore, con sporadici tratti in III. Sono presenti alcune zone fratturate e tettonizzate in classe V.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td>Foglio 44 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 44 di 163
Foglio 44 di 163		

### WBS GN15C

La litofacies a “Palombini” affiora lungo tutta l’estensione dell’area di studio, con immersione media verso ovest; inoltre, il rapporto del sondaggio SC21 (PD) mette in evidenza, a partire dalla profondità di 58 m, la presenza di intercalazioni di “calcarei marnosi” che potrebbero essere riferiti alla litofacies a Palombini. A est dell’asse di linea, lungo il versante destro della Val Polcevera, affiorano invece diffusamente argilloscisti nerastri, privi di calcari, riferibili alla litofacies AGF.

Quali siano gli esatti rapporti geometrici e stratigrafici tra queste due litofacies alla quota del tunnel può essere definito solo a livello ipotetico; è presumibile che per gran parte della WBS, tra le pk 2+080 e 4+500 ca. predominino in galleria gli argilloscisti nerastri privi di intercalazioni calcaree (AGF), tuttavia con ampie zone in cui è possibile che compaia la litofacies a Palombini (AGI), a causa della deformazione duttile D3 e forse anche di pieghe più vecchie (D2). Questi settori possono indicativamente essere collocati, con maggiore probabilità, tra le pk 2+700 e 3+500 e tra le pk 3+900 e 4+500.

Quindi, mentre in superficie, sulla verticale della linea, predomina in affioramento la litofacies AGI, con interstrati calcarei, a livello del tunnel è probabile che venga attraversata principalmente la litofacies AGF.

Poiché gli assi delle pieghe decametrico-chilometriche di fase sia D2 sia D3 hanno un trend subparallelo o a basso angolo rispetto all’asse di linea, non è escluso che lungo la galleria possano essere incontrate variazioni di litofacies anche abbastanza frequenti e del tutto imprevedibili.

Lo scavo della galleria verrà realizzato in un ammasso roccioso caratterizzato da una discreta omogeneità litologica ma da una forte anisotropia strutturale.

Al di fuori delle zone di faglia, l’ammasso roccioso sarà quindi abbastanza omogeneo se considerato alla scala dell’intero sviluppo dell’opera, ma strutturalmente eterogeneo alla scala del fronte di scavo, con livelli calcarei più compatti, di spessore da decimetrico a metrico e porzioni di argilloscisto foliato e meccanicamente meno resistente.

Nel settore d’indagine non è stata direttamente riscontrata la presenza di faglie in affioramento, soprattutto per l’estesa copertura di detrito, suolo e vegetazione, che limitano fortemente la percentuale di affioramento.

Il profilo interpretativo allegato riporta tuttavia alcune faglie potenzialmente in grado di intercettare l’asse della WBS in esame; in particolare vi sono almeno due faglie maggiori, intercettate dai sondaggi, che probabilmente andranno a intersecare l’asse del tracciato:

- la faglia attraversata dal sondaggio SC21 tra 143 e 165 m, che presenta un piano di deformazione principale potente da 4 a 8 m ca., a seconda dell’inclinazione (ipotizzata tra 70 e 80° verso NNE);
- la faglia attraversata dal sondaggio AA301G116 tra 220.5 e 238.5 m, che presenta un piano di deformazione principale potente circa 6 m, con inclinazione presunta di circa 70-80° verso NNE;



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 45 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 45 di 163
Foglio 45 di 163		

Entrambe le faglie sono state interpretate come facenti parte del set di strutture e fotolineamenti di direzione WNW-ESE (L3); con la direzione e l'inclinazione ipotizzate, la loro intersezione con l'asse della galleria è prevista, rispettivamente, alle pk 4+500÷4+520 (faglia AA301G116) e 4+795÷4+805 (faglia SC21).

Oltre a queste due strutture principali, vi sono altre faglie, osservate e presunte, potenzialmente in grado di intersecare l'asse del tunnel:

- una faglia in parte osservata sul terreno, in parte coincidente con un fotolineamento, verso la pk 4+250; questa struttura ha direzione parallela al set di faglie principali intercettate dai sondaggi, quindi WNW-ESE;
- una faglia presunta verso la pk 5+085, poco prima del termine della WBS e del camerone di innesto della Finestra Polcevera.

Anche alcuni fotolineamenti particolarmente persistenti (500-1000 m) potrebbero corrispondere a strutture fragili in grado di estendersi fino a quota galleria; questi lineamenti sono riportati nel profilo previsionale, tuttavia in assenza di indagini dirette la loro interpretazione come vere e proprie faglie è associata a un elevato margine di incertezza.

A livello locale (alla scala del fronte di scavo), sono probabilmente presenti diversi piccoli piani di taglio a basso-medio angolo, a cinematisimo prevalentemente inverso, paralleli ai clivaggi di piano assiale della fase D3 (superfici SP+1 o S3) e associati allo sviluppo di fasce cataclastiche di spessore da centimetrico a pluridecimetrico.

Il grado di fratturazione al di fuori delle zone di faglia può variare da medio a basso, con sviluppo di fratture più nette all'interno di livelli più compatti e di clivaggi di fratturazione pervasivi nei livelli più fillosilicatici. La superficie di discontinuità principale è rappresentata dalla scistosità, che facilita la suddivisione dell'ammasso in lastre e scaglie appiattite, con spaziatura centimetrico-decimatrica.

Per quanto riguarda la valutazione qualitativa del grado di stabilità del fronte di scavo, sono state stimate condizioni di stabilità a breve-medio termine, al di fuori delle zone di faglia; condizioni di instabilità localizzata, con possibili splaccamenti, localizzati principalmente in calotta o sul paramento sinistro (considerando una direzione di avanzamento verso N), potranno verificarsi nel caso che la foliazione intersechi l'asse tunnel con direzione ad esso subparallela, immersione prevalente verso W e inclinazione a medio-basso angolo (20-50° dall'orizzontale).

Per quanto riguarda la classificazione geomeccanica dell'ammasso, come per le precedenti, anche per la WBS in esame le condizioni medie incontrate sono riferibili alla classe IV di Bieniawski, tendente alla IV superiore, con sporadici tratti in III. Sono presenti alcune zone fratturate e tettonizzate in classe V.

### WBS GN15F

La litofacies a "Palombini" affiora, nell'area di studio, principalmente a est del tracciato ferroviario, nella parte medio-bassa della val Polcevera. L'unità costituita dalla litofacies AGF affiora nel settore più a nord, da Ceranesi in poi.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 46 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 46 di 163
Foglio 46 di 163		

A livello del tunnel, i rapporti geometrici tra le due unità sono complicati sia dalla transizione stratigrafica graduale, sia dalla deformazione duttile sinmetamorfica, con sovrapposizione di strutture riconducibili ad almeno due eventi deformativi principali, D2 e D3; di conseguenza, le previsioni geologico-litologiche a quota tunnel sono affette da un elevato grado di incertezza, ulteriormente aumentato dal fatto che gli assi di piega hanno direzione media da N-S a NNE-SSW, quindi subparallela all'asse di linea.

È probabile che nella prima parte di galleria, fino circa alla pk 5+400, venga attraversata principalmente la litofacies AGI con interstrati calcarei, mentre verso nord dovrebbe predominare la litofacies AGF. Dati il parallelismo tra gli assi delle pieghe decametrico-chilometriche di fase D3 e l'asse di linea, non è comunque escluso che lungo la galleria possano essere incontrate variazioni di litofacies anche abbastanza frequenti.

Lo scavo della galleria verrà realizzato in un ammasso roccioso caratterizzato da una discreta omogeneità litologica ma da una forte anisotropia strutturale. Al di fuori delle zone di faglia, l'ammasso roccioso sarà abbastanza omogeneo se considerato alla scala dell'intero sviluppo dell'opera, ma strutturalmente eterogeneo alla scala del fronte di scavo, con livelli calcarei più compatti, di spessore da decimetrico a metrico e strati di argilloscisti foliati e meccanicamente meno resistente.

Nel settore d'indagine non è stata direttamente riscontrata la presenza di faglie in affioramento, soprattutto per l'estesa copertura di detrito, suolo e vegetazione, che limitano fortemente la percentuale di affioramento.

Anche i sondaggi disponibili non hanno intercettato strutture degne di nota, incontrando, per lo più, un ammasso roccioso poco fratturato, solo localmente con una maggiore densità di fratturazione, talora associata a piccoli piani cataclastici che potrebbero essere riferibili sia a piccole faglie di importanza trascurabile, sia a piccoli piani di taglio duttile-fragile, sviluppati in zona di cerniera e di fianco inverso di pieghe D3.

Le faglie riportate nella carta geologica allegata e nel profilo interpretativo non sembrano strutture in grado di determinare un significativo peggioramento delle condizioni geomeccaniche in galleria.

Anche le faglie presunte identificate dalla cartografia CARG, appaiono come strutture di persistenza limitata, che probabilmente non arrivano a quota tunnel; è comunque probabile che alcune strutture di questo tipo, non affioranti, possano comunque essere incontrate a quota tunnel.

A titolo di ipotesi, sono state proiettate dalla superficie fino a quota tunnel due faglie, che intersecano la galleria alle pk 5+485 e 5+755 ca.; alcuni fotolineamenti particolarmente persistenti (8-900 m) potrebbero corrispondere a strutture fragili in grado di estendersi fino a quota galleria, in particolare intorno alle pk 5+690, 6+460, 6+500, 7+050 e 7+400; questi lineamenti sono riportati nel profilo previsionale, tuttavia, in assenza di indagini dirette, la loro effettiva corrispondenza con zone di faglia è affetta da un elevato grado di incertezza. In generale, constatata l'assenza di faglie principali alla scala del versante, più che l'esatta collocazione delle singole strutture di secondo ordine, peraltro estremamente difficile da definire, può essere di maggiore utilità, a livello costruttivo, considerare la spaziatura media presunta delle potenziali faglie, che per la galleria in

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 47 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 47 di 163
Foglio 47 di 163		

esame può essere stimata pari a una struttura di medie dimensioni (potenza della zona cataclastica di 2-5 m, potenza della *damage zone* tra 20 e 30 m totali), ogni 300-500 m ca.

A livello locale (alla scala del fronte di scavo), saranno probabilmente incontrati diversi piccoli piani di taglio a basso-medio angolo, a cinematismo prevalentemente inverso, paralleli ai clivaggi di piano assiale della fase D3 (superfici SP+1 o S3) e associati allo sviluppo di fasce cataclastiche di spessore da centimetrico a pluridecimetrico.

Inoltre, saranno probabilmente incontrate diverse faglie subverticali minori, con spessore della zona di deformazione cataclastica inferiore a 1 m e con *damage zone* estesa per 1-2 m al massimo ai due lati del piano principale. La posizione di questo insieme di strutture non è determinabile con precisione, tuttavia dai dati dei sondaggi è possibile stimare che queste strutture fragili abbiano una spaziatura da pluridecimetica a ettometrica.

Il grado di fratturazione al di fuori delle zone di faglia può variare da medio a basso, con sviluppo di fratture più nette all'interno di livelli più compatti e di clivaggi di fratturazione pervasivi nei livelli più fillosilicatici. La superficie di discontinuità principale è rappresentata dalla scistosità, che facilita la suddivisione dell'ammasso in lastre e scaglie appiattite, con spaziatura centimetrico-decimatrica.

Per quanto riguarda la valutazione qualitativa del grado di stabilità del fronte di scavo, sono state stimate condizioni di stabilità a breve-medio termine, al di fuori delle zone di faglia; condizioni di instabilità localizzata, con possibili splaccamenti, localizzati principalmente in calotta o sul paramento sinistro (considerando una direzione di avanzamento verso N), potranno verificarsi nel caso che la foliazione intersechi l'asse tunnel con direzione ad esso subparallela, immersione prevalente verso W e inclinazione a medio-basso angolo (20-50° dall'orizzontale).

Per quanto riguarda la classificazione geomeccanica dell'ammasso, come per le precedenti, anche per la WBS in esame le condizioni medie incontrate sono riferibili alla classe IV di Bieniawski, tendente alla IV superiore, con sporadici tratti in III. Sono presenti alcune zone fratturate e tettonizzate in classe V.

## 5.2 Inquadramento idrogeologico

### 5.2.1 Considerazioni generali

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr> <td>Foglio</td> <td>48 di</td> </tr> <tr> <td></td> <td>163</td> </tr> </table>	Foglio	48 di		163
Foglio	48 di				
	163				

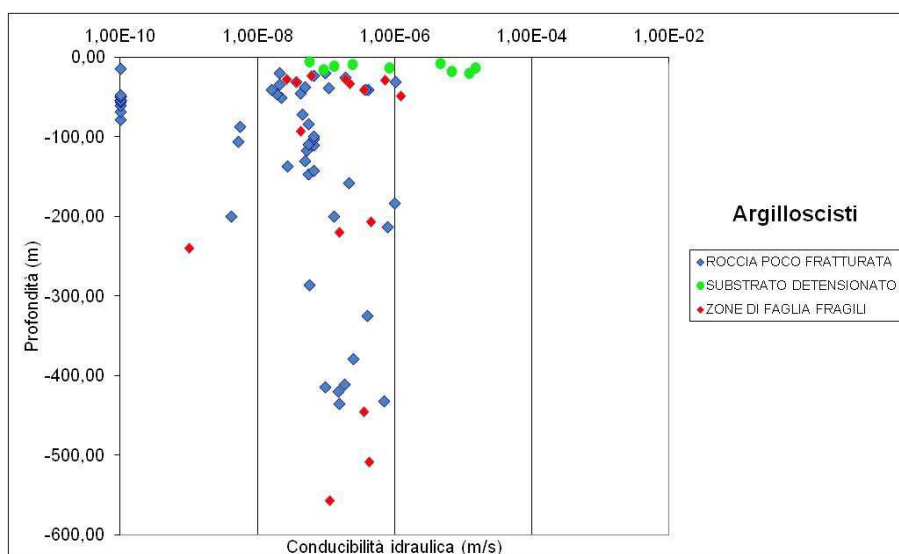
Complesso 15 (aP, dM, d", f, Mn, Se")

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

I test idraulici disponibili sull'intera area di progetto indicano per l'ammasso roccioso al di fuori delle zone di faglia, conducibilità idrauliche prevalenti variabili tra  $1 \times 10^{-7}$  e  $1 \times 10^{-8}$  m/s, meno frequentemente tendenti  $1 \times 10^{-6}$  m/s, come evidenziato dal diagramma di Figura 5-11.

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

Dall'osservazione dei sondaggi è stato possibile inserire nel diagramma di Figura 5-11 una serie di dati che rappresentano la permeabilità dell'ammasso roccioso detensionato nei primi metri al di sotto della superficie (indicativamente da 5 fino a 20 m); tali dati mostrano conducibilità molto più elevate, comprese tra  $1 \times 10^{-5}$  e  $1 \times 10^{-7}$  m/s.



**Figura 5-11 - Grafico delle conducibilità idrauliche per gli argilloscisti da prove in foro**

Dall'analisi dei sondaggi e dal confronto con i dati di terreno sono state individuate delle zone di faglia ove sono state eseguite delle prove di tipo idraulico. Il grafico (Figura 5-11) mostra una certa dispersione dei valori, anche se si può osservare che la conducibilità nelle faglie è distribuita in un intervallo tra  $10^{-6}$  e  $10^{-7}$  m/s nelle prove eseguite a profondità più basse (fino a 100 m), mentre l'intervallo si sposta tra  $10^{-7}$  e  $10^{-9}$  m/s man mano che la profondità aumenta. Dalle osservazioni di terreno si può ipotizzare che lungo le faglie di questo complesso le permeabilità maggiori siano relative alle zone di danneggiamento, mentre le zone di nucleo possono presentare un effetto di compartimentazione per lo sviluppo di rocce di faglia a granulometria fine e con componente argillosa (gouge di faglia) generalmente impermeabile.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004.A00
	Foglio 49 di 163

### 5.2.2 Condizioni idrogeologiche attese in corrispondenza dell'opera

Gli argilloscisti attraversati sono caratterizzati da permeabilità per fratturazione da bassa a molto bassa e non costituiscono quindi un acquifero significativo, salvo possibili condizioni di maggiore permeabilità legate alla presenza delle zone di faglia. In base ai dati idrogeologici raccolti durante lo scavo delle finestre Castagnola e Val Lemme, risulta che le tratte scavate hanno incontrato un ammasso roccioso, costituito da argilloscisti con intercalazioni di "palombini", sostanzialmente impermeabile. Ad eccezione delle zone di imbocco, più permeabili e con stillicidi più o meno diffusi (portate medie di 0.5 l/s per 10 m di galleria), la restante parte delle due gallerie non ha messo in evidenza significative venute d'acqua, ad esclusione di alcune piccole manifestazioni idriche nei tratti con maggiore densità di intercalazioni di "palombini" fratturati; le venute risultano comunque di entità molto modesta e di durata limitata nel tempo.

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

La permeabilità all'interno delle zone di faglia minori non differisce di molto rispetto a quella dell'ammasso in normale stato di fratturazione, poiché la tessitura fortemente scistosa e la dominante componente fillosilicatica degli argilloscisti prevengono lo sviluppo di larghe fasce di fratturazione, accomodando parte della deformazione attraverso scorrimenti intra-scistosità.

I piani di faglia principali, associato allo sviluppo di prodotti di frizione a forte componente argillosa (gouge) possono addirittura svolgere un'azione di compartimentazione dell'acquifero, piuttosto che rappresentare canali a maggiore conduttività, data la bassa permeabilità delle rocce di faglia argillose. Le fasce idraulicamente più trasmissive, legate alle faglie, sono quindi limitate a uno spessore di pochi metri di roccia intensamente fratturata (*damage zone*), ai lati dei piani di taglio principali.

Nel complesso quindi, durante lo scavo del tratto della galleria di linea in oggetto, potranno essere incontrate condizioni idrogeologiche di due tipi (cfr. § 5.2.1): i) ammasso roccioso in normali condizioni di fratturazione (con eventuali zone di faglia minori) e ii) zone di faglia maggiori.

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

Alle zone di faglia potranno essere associate venute d'acqua di debole entità (stillicidi concentrati e/o piccole venute puntuali) in rapido esaurimento nel tempo, ma con carico idraulico che, almeno nella fase iniziale, potrà anche essere elevato.

Si riporta l'inquadramento geologico organizzato per ciascuna WBS facente parte della tratta in esame.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 50 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 50 di 163
Foglio 50 di 163		

### WBS GN14A

Lo scavo del tratto della galleria di linea compreso tra le pk 1+660.12 e 2+080.01 non presenta problematiche particolari dal punto di vista idrogeologico, considerata la bassa permeabilità dei litotipi attraversati, la bassa copertura, l'assenza di un acquifero profondo significativo e l'assenza di un bacino di alimentazione esteso.

In base ai dati idrogeologici pregressi, relativi allo scavo della Finestra Polcevera, risulta che l'intera tratta scavata negli argilloscisti della formazione aP presenta condizioni generalizzate di umidità e solo localmente stillicidi da deboli a diffusi, in particolare nelle zone con debole copertura, dove gli scisti sono alterati e maggiormente permeabili.

È probabile che le medesime condizioni si ripetano anche in corrispondenza della GN14A, pur considerando la vicinanza dell'alveo del Rio Ciliegia. Il corso d'acqua potrebbe, in effetti, alimentare la falda nell'ammasso fratturato, tuttavia, la bassa permeabilità degli argilloscisti e l'assenza di zone di faglia significative, fanno ritenere che la presenza di acqua lungo lo scavo sia molto limitata.

Il carico idraulico in regime imperturbato è valutato in base alle indicazioni fornite dai piezometri collocati in diversi sondaggi e in particolare, per l'area di interesse, dal piezometro del foro AA301G049, attrezzato con cella Casagrande, che indica oscillazioni del livello di falda in roccia tra -1 e -5 m dal piano campagna; i sondaggi AA301G045, AA301G048 e SC18 forniscono dati meno utili, in quanto riferiti alla quota del fondovalle del Rio Ciliegia, a una cetera distanza dall'asse opera.

Ciò premesso, si può stimare che il carico idraulico in galleria, riferito alla quota del piano del ferro, varia dai 50 ai 100m, come specificato nel relativo profilo geomeccanico al quale si rimanda per ulteriori dettagli.

Non sono da escludere venute puntuali lungo possibili discontinuità in collegamento idraulico con l'alveo del Rio Ciliegia, nel qual caso il carico idraulico corrispondente, in regime imperturbato, sarà approssimativamente pari alla differenza tra la quota dell'alveo (100 m) e la quota a cui le venute saranno incontrate.

Con riferimento alle classi di portata indicate nella tabella sottostante e riportate nel profilo geologico-idrogeologico previsionale, gli afflussi idrici stimati per questa tratta, in fase di scavo (regime transitorio), rientrano nella classe 1 (tra 0 e 0.16 l/s per 10 m di galleria) come condizione dominante, con occasionale aumento fino a 2 l/s/10 m (classe 3).

In fase di scavo è prevedibile che, in condizioni ordinarie, si incontrino manifestazioni idriche di entità notevolmente ridotta, con umidità diffusa e locali stillicidi; eventuali venute d'acqua puntuali andranno probabilmente incontro a una rapida diminuzione ed eventualmente all'esaurimento completo nel corso di pochi giorni o settimane, data l'assenza di un acquifero molto permeabile.

Nel caso in cui dovessero essere incontrate venute puntuali lungo discontinuità in collegamento idraulico con il Rio Ciliegia, queste potrebbero non subire variazioni significative nel tempo; tuttavia, anche in questo caso la portata prevista è ridotta.

Nel corso dei rilievi eseguiti per il PE è stata fatta una verifica del censimento dei punti d'acqua realizzato in fase di PD, allo scopo di verificare e validare l'eventuale rischio di interferenza e isterilimento. Per la WBS in esame, la relazione idrogeologica afferma che l'acquifero superficiale è



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 51 di 163</span>

nettamente separato dall'acquifero in roccia, il che determina un rischio di interferenza per le sorgenti presenti nell'area pressoché nullo.

classe	da	a	unità di misura
1	0	0.16	
2	0.16	0.4	l/s per 10 m di galleria
3	0.4	2	
4	> 2		

**Tabella 5-2 – Classi di portata delle venute d'acqua in galleria utilizzate nel profilo geologico-idrogeologico previsionale.**

### WBS GN14C

In base a quanto già detto al §5.2.2, non si attendono particolari problematiche dal punto di vista idrogeologico.

Il carico idraulico in regime imperturbato è valutato in base alle indicazioni fornite dai piezometri collocati in diversi sondaggi e in particolare, per l'area di interesse, dai piezometri dei fori AA301G047 e AA301G050, attrezzati con cella Casagrande, che indicano un livello di falda in roccia superficiale, oscillante tra un massimo di 0 m e un minimo di -17 m dal p.c., a seconda del foro e delle oscillazioni stagionali.

Il rapporto del sondaggio SC21 (PD) riporta una misura di livello d'acqua a -192 m da bocca foro, che però sembra poco attendibile, anche volendo considerare la presenza di una zona di faglia principale, poco sopra al sondaggio.

Ciò premesso, si può stimare che il carico idraulico in galleria, riferito alla quota del piano del ferro, varia dai 50 ai 200m, come specificato nel relativo profilo geomeccanico al quale si rimanda per ulteriori dettagli.

Con riferimento alle classi di portata indicate nella Tabella 5-2 e riportate nel profilo geologico-idrogeologico previsionale, gli afflussi idrici stimati per questa tratta, in fase di scavo (regime transitorio), rientrano nella classe 1 (tra 0 e 0.16 l/s per 10 m di galleria) come condizione dominante, con occasionale aumento fino a 2 l/s/10 m (classe 3).

Il censimento dei punti d'acqua localizzati nella zona di influenza dello scavo delle gallerie di linea è riportato in relazione idogeologica. Per la WBS in esame, la suddetta relazione afferma che l'acquifero superficiale è nettamente separato dall'acquifero in roccia, il che determina un rischio di interferenza per le sorgenti presenti nell'area pressoché nullo.

### WBS GN14E

Come per le precedenti WBS, in base a quanto già detto al §5.2.2, non si attendono particolari problematiche dal punto di vista idrogeologico.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 52 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 52 di 163
Foglio 52 di 163		

Il carico idraulico in regime imperturbato è valutato in base alle indicazioni fornite dai piezometri Casagrande collocati nei fori AA301G052 e AA301G050, che indicano per la falda in roccia un livello piuttosto superficiale, oscillante tra -9.10 e -17.30 m dal p.c. (AA301G052) e tra -3.65 e -4.40 m dal p.c. (AA301G050).

Ciò premesso, si può stimare che il carico idraulico in galleria, riferito alla quota del piano del ferro, varia dai 50 ai 340m, come specificato nel relativo profilo geomeccanico al quale si rimanda per ulteriori dettagli.

Si prevedono quindi condizioni di carico idraulico elevato per gran parte della galleria, ad eccezione di un tratto di circa 660 m, tra la pk 7+250 e il termine della WBS, dove il carico è pari o inferiore a 100 m ca.

Con riferimento alle classi di portata indicate nella Tabella 5-2 e riportate nel profilo geologico-idrogeologico previsionale, gli afflussi idrici stimati per questa tratta, in fase di scavo (regime transitorio), rientrano nella classe 1 (tra 0 e 0.16 l/s per 10 m di galleria) come condizione dominante, con occasionale aumento fino a 2 l/s/10 m (classe 3).

Il censimento dei punti d'acqua localizzati nella zona di influenza dello scavo delle gallerie di linea è riportato in relazione idogeologica. Per la WBS in esame, la suddetta relazione afferma che l'acquifero superficiale è nettamente separato dall'acquifero in roccia, il che determina un rischio di interferenza per le sorgenti presenti nell'area pressoché nullo.

### WBS GN15A

In base a quanto già detto al §5.2.2, non si attendono particolari problematiche dal punto di vista idrogeologico.

Il carico idraulico in regime imperturbato è valutato in base alle indicazioni fornite dai piezometri collocati in diversi sondaggi e in particolare, per l'area di interesse, dai piezometri dei fori AA301G045, AA301G049 e AA301G050, attrezzati con cella Casagrande, che indicano un livello di falda in roccia superficiale, oscillante tra -1 m e -7 m dal p.c., a seconda del foro e delle oscillazioni stagionali.

Il rapporto del sondaggio SC21 (PD) riporta una misura di livello d'acqua a -192 m da bocca foro, che però sembra poco attendibile, anche volendo considerare la presenza di una zona di faglia principale, poco sopra al sondaggio.

Ciò premesso, si può stimare che il carico idraulico in galleria, riferito alla quota del piano del ferro, varia dai 30 ai 170m, come specificato nel relativo profilo geomeccanico al quale si rimanda per ulteriori dettagli.

Non sono da escludere venute puntuali lungo possibili discontinuità in collegamento idraulico con gli alvei dei corsi d'acqua che incidono il versante soprastante al tracciato, nelle zone a monore copertura topografica; in questo caso, il carico idraulico corrispondente, in regime imperturbato, sarà approssimativamente pari alla differenza tra la quota dell'alveo e la quota a cui le venute saranno incontrate.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00
	Foglio 53 di 163

Con riferimento alle classi di portata indicate nella Tabella 5-2 e riportate nel profilo geologico-idrogeologico previsionale, gli afflussi idrici stimati per questa tratta, in fase di scavo (regime transitorio), rientrano nella classe 1 (tra 0 e 0.16 l/s per 10 m di galleria) come condizione dominante, con occasionale aumento fino a 2 l/s/10 m (classe 3).

In fase di scavo è prevedibile che, in condizioni ordinarie, si incontrino manifestazioni idriche di entità notevolmente ridotta, con umidità diffusa e locali stillicidi; eventuali venute d'acqua puntuali andranno probabilmente incontro a una rapida diminuzione ed eventualmente all'esaurimento completo nel corso di pochi giorni o settimane, data l'assenza di un acquifero molto permeabile.

Nel caso in cui dovessero essere incontrate venute puntuali lungo discontinuità in collegamento idraulico con il Rio Ciliegia, queste potrebbero non subire variazioni significative nel tempo; tuttavia, anche in questo caso la portata prevista è ridotta.

Il censimento dei punti d'acqua localizzati nella zona di influenza dello scavo delle gallerie di linea è riportato in relazione idogeologica. Per la WBS in esame, la suddetta relazione afferma che l'acquifero superficiale è nettamente separato dall'acquifero in roccia, il che determina un rischio di interferenza per le sorgenti presenti nell'area pressoché nullo.

Anche le possibili interferenze tra lo scavo della galleria in esame e il Rio Ciliegia, attraverso la presunta zona di faglia con direzione NNE-SSW intercettata dal sondaggio SC18, appaiono irrilevanti.

### WBS GN15C

In base a quanto già detto al §5.2.2, non si attendono particolari problematiche dal punto di vista idrogeologico.

Il carico idraulico in regime imperturbato è valutato in base alle indicazioni fornite dai piezometri collocati in diversi sondaggi e in particolare, per l'area di interesse, dai piezometri dei fori AA301G047 e AA301G050 (fuori area), attrezzati con cella Casagrande, che indicano un livello di falda in roccia superficiale, oscillante tra un massimo di 0 m e un minimo di -17 m dal p.c., a seconda del foro e delle oscillazioni stagionali.

Il rapporto del sondaggio SC21 (PD) riporta una misura di livello d'acqua a -192 m da bocca foro, che però sembra poco attendibile, anche volendo considerare la presenza di una zona di faglia principale, poco sopra al sondaggio.

Ciò premesso, si può stimare che il carico idraulico in galleria, riferito alla quota del piano del ferro, varia dai 150 ai 300m, come specificato nel relativo profilo geomeccanico al quale si rimanda per ulteriori dettagli.

Con riferimento alle classi di portata indicate nella Tabella 5-2 e riportate nel profilo geologico-idrogeologico previsionale, gli afflussi idrici stimati per questa tratta, in fase di scavo (regime transitorio), rientrano nella classe 1 (tra 0 e 0.16 l/s per 10 m di galleria) come condizione dominante, con occasionale aumento fino a 2 l/s/10 m (classe 3).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00	Foglio 54 di 163

Il censimento dei punti d'acqua localizzati nella zona di influenza dello scavo delle gallerie di linea è riportato in relazione idogeologica. Per la WBS in esame, la suddetta relazione afferma che l'acquifero superficiale è nettamente separato dall'acquifero in roccia, il che determina un rischio di interferenza per le sorgenti presenti nell'area pressoché nullo.

### WBS GN15F

In base a quanto già detto al §5.2.2, non si attendono particolari problematiche dal punto di vista idrogeologico.

Il carico idraulico in regime imperturbato è valutato in base alle indicazioni fornite dai piezometri Casagrande collocati nei fori AA301G052 e AA301G050, che indicano per la falda in roccia un livello piuttosto superficiale, oscillante tra -9.10 e -17.30 m dal p.c. (AA301G052) e tra -3.65 e -4.40 m dal p.c. (AA301G050).

Ciò premesso, si può stimare che il carico idraulico in galleria, riferito alla quota del piano del ferro, varia dai 50 ai 340m, come specificato nel relativo profilo geomeccanico al quale si rimanda per ulteriori dettagli. Si prevedono quindi condizioni di carico idraulico elevato per gran parte della galleria, ad eccezione di un tratto di circa 660 m, tra la pk 7+250 e il termine della WBS, dove il carico è pari o inferiore a 100 m ca.

Con riferimento alle classi di portata indicate nella Tabella 5-2 e riportate nel profilo geologico-idrogeologico previsionale, gli afflussi idrici stimati per questa tratta, in fase di scavo (regime transitorio), rientrano nella classe 1 (tra 0 e 0.16 l/s per 10 m di galleria) come condizione dominante, con occasionale aumento fino a 2 l/s/10 m (classe 3).

Il censimento dei punti d'acqua localizzati nella zona di influenza dello scavo delle gallerie di linea è riportato in relazione idogeologica. Per la WBS in esame, la suddetta relazione afferma che l'acquifero superficiale è nettamente separato dall'acquifero in roccia, il che determina un rischio di interferenza per le sorgenti presenti nell'area pressoché nullo.

### **5.3 Inquadramento Geotecnico**

Per la descrizione geotecnica della formazione interagente con l'opera in esame si sono presi a riferimento i dati e le considerazioni già svolte nel corso degli studi precedenti.

Sulla base dei dati raccolti, scaturiti dai rilievi strutturali, dalle colonne stratigrafiche ricavate dai sondaggi, nonché dai rilievi del fronte di scavo durante l'avanzamento del cunicolo esplorativo, è stato possibile effettuare una suddivisione dell'ammasso roccioso in 3 gruppi geomeccanici (gruppi 1, 2 e 3).

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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 55 di 163</span>

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

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

### 5.3.1 Parametri ed ipotesi di calcolo

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

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

Formazione	$\gamma$	$\nu$	$E_{op}$	$\sigma_c$	$m_i$	GSI
e	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[GPa]	[MPa]	[-]	[-]
GR1	27	0,25-0,3	3.0÷7.8	30÷40	15÷20	45÷55
GR2a	27	0,25-0,3	1.5÷2.0	10÷12	20÷25	40÷45
GR2b	27	0,25-0,3	1.0÷1.5		15÷20	35÷40
GR3a	26	0.3	0.6÷1.2	5÷7	19	30÷35
GR3b	26	0.3			19	25÷30

**Tabella 5-3. Argille a Palombini: Range di variabilità**

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

In fase definitiva tali afflussi risulteranno ancora inferiori; avendo provveduto ad inserire opportuni elementi atti ad abbattere l'eventuale carico idraulico (come i pannelli drenanti da adottarsi nei

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG5100ECVCLGN0000004A00</p>	<p>Foglio 56 di 163</p>

peggiori contesti geologici) e a convogliare le acque captate le analisi sono state condotte in assenza di carico idraulico agente sui rivestimenti definitivi: la galleria in esame è stata infatti considerata, in conformità alla fase di Progetto Definitivo, drenante.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004.A00 <span style="float: right;">Foglio 57 di 163</span>

## 6 INQUADRAMENTO DELL'OPERA

### 6.1 Caratteristiche generali

L'opera in oggetto rientra nella realizzazione della Linea AV/AC Milano- Genova III Valico ed in particolare della galleria di Valico-tratta 1.

Come descritto in precedenza, la tratta in oggetto consta di due canne ed è composta da più WBS, in particolare va dal camerone GN13 fino al camerone di innesto della finestra Polcevera per un totale di circa 11500 m. Si riportano per chiarezza le progressive relative ad ogni WBS e il profilo longitudinale, pre brevità relativo al solo binario pari. Si rimanda per ulteriori approfondimenti alle tavole dei profili geomeccanici.

#### Binario pari:

- GN14A da pk1+660.12 a 2+080.01
- GN14C da pk 2+501.51 a 5+136.97
- GN14E da pk 5+236.97 a 7+914.00

#### Binario dispari:

- GN15A da pk1+662.37 a 3+352.56
- GN15C da pk 3+774.01 a 5+147.00
- GN15F da pk 5+247.00 a 7+924.00

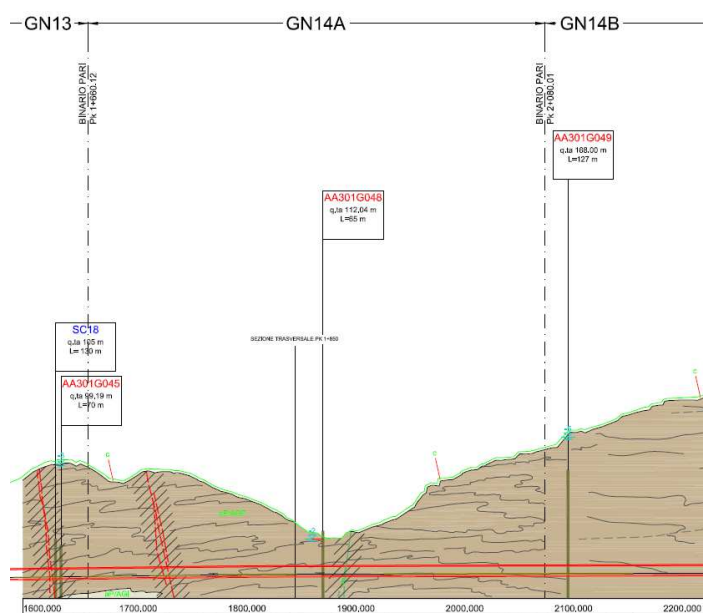


Figura 6-1 – Profilo longitudinale – binario pari GN14A

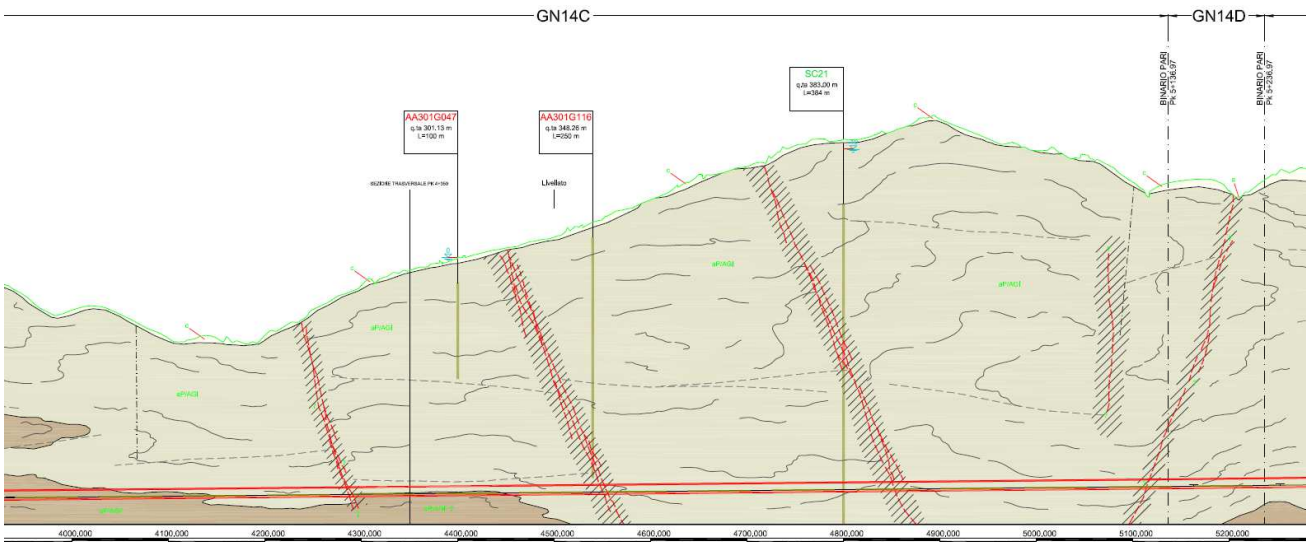
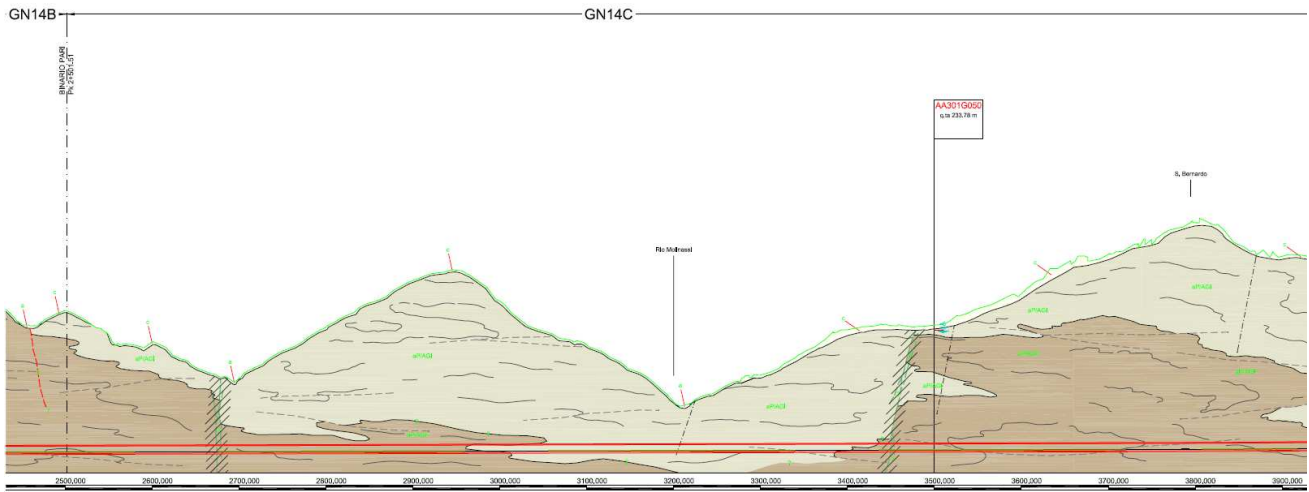
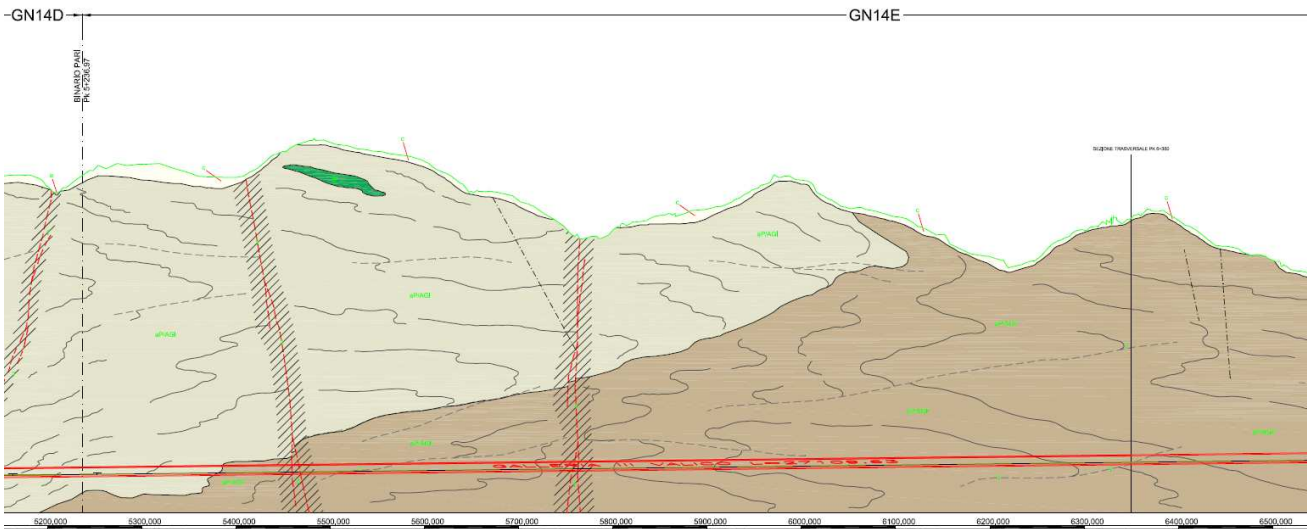
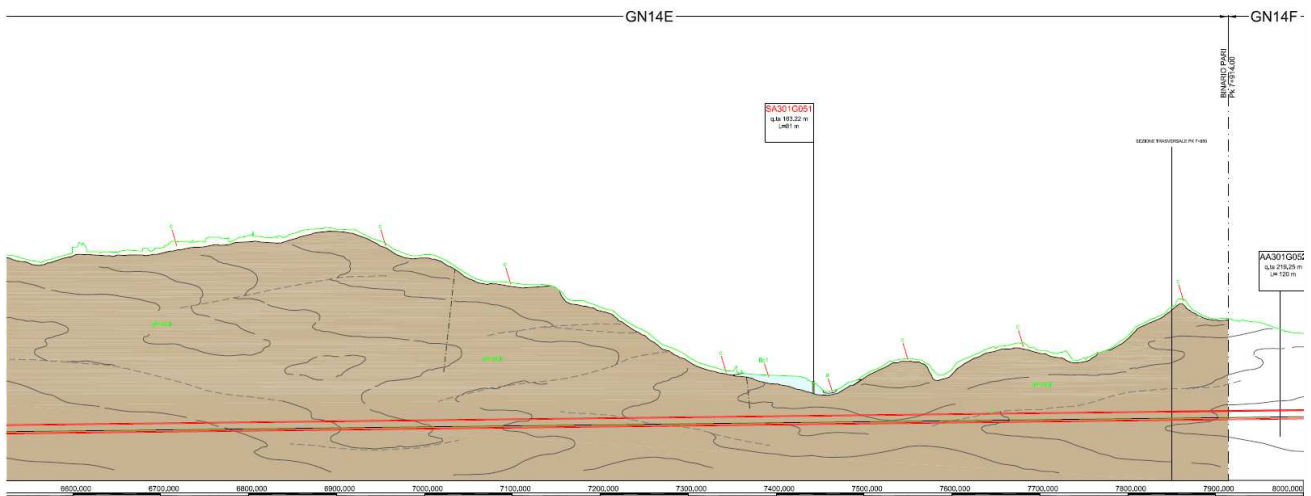


Figura 6-2 – Profilo longitudinale – binario pari GN14C

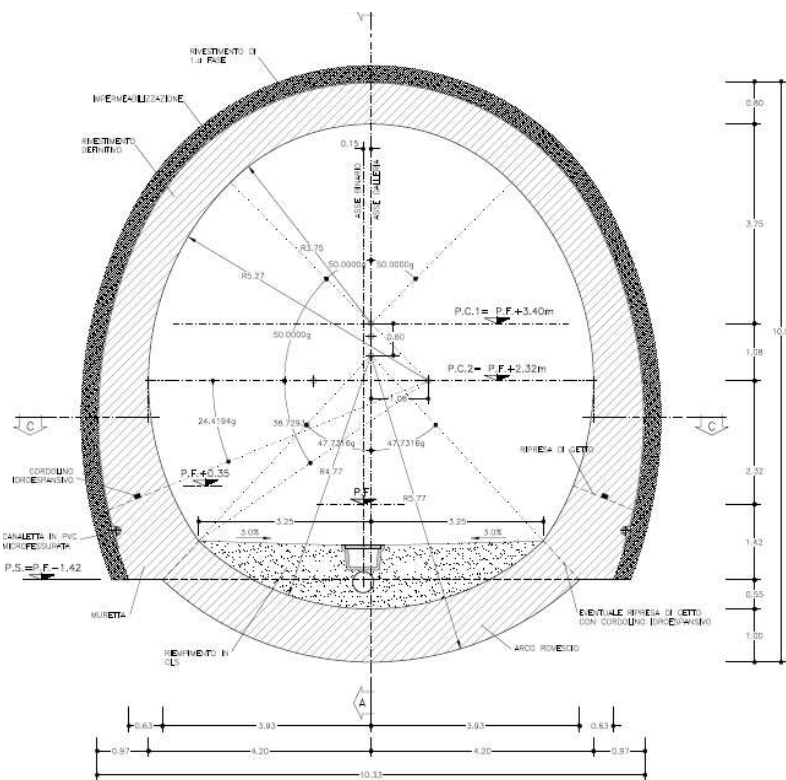






**Figura 6-3 – Profilo longitudinale – binario pari tatto GN14E**

Il tratto di galleria in esame presenta quindi una lunghezza di oltre 5700m per canna, con coperture massime di circa 400m. La sezione corrente adottata, per consentire il traffico ferroviario, è caratterizzata da un raggio interno in chiave calotta di 3.75m e da una larghezza massima misurata in intradosso pari a 8.40m. La sagoma esterna presenta invece geometria variabile in funzione della sezione tipo.



**Sezione corrente**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 60 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 60 di 163
Foglio 60 di 163		

## 6.2 Principali criticità

Lo studio dello sviluppo della tratta 1 nel suo complesso mostra diverse criticità, legate alle possibili interferenze e alla forte variazione delle altezze di copertura all'interno della stessa tratta. Al contrario, al di là delle zone di faglia in cui il materiale di scavo potrebbe avere caratteristiche meccaniche scadenti, ci si attende una discreta omogeneità d'ammasso, con buone caratteristiche meccaniche (cfr. scavi dei cunicoli esplorativi).

Si riporta un riassunto delle criticità divise per tratta:

- WBS GN14A: le coperture variano dai 100m circa alle estremità della tratta, con una zona centrale a basse coperture in cui si arriva ad un minimo di 25m; la galleria unisce due cameroni, in particolare nel collegamento con il camerone GN13 le canne pari e dispari hanno un interasse minimo di 5 m circa, mentre al collegamento con il camerone GN14B, in cui concorrono il binario pari e l'interconnessione Voltri – III Valico (GN22D), le tre canne viaggiano vicine. Sono inoltre presunte dagli studi geologici due faglie, rispettivamente nella parte iniziale della WBS, in cui l'interasse tra le canne pari e dispari è minore di 20m, e nella zona a basse coperture.
- WBS GN14C: le coperture variano da un minimo di 40m fino ad un massimo di 380m, la canna va dal camerone GN14B fino al camerone GN14D dell'innesto Polcevera; la principale criticità è relativa al passaggio della canna accanto al camerone GN15B. Sono supposte varie faglie, di cui una in corrispondenza del passaggio della canna accanto al camerone GN15B.
- WBS GN14E: le coperture variano da un minimo di 30m fino ad un massimo di 320m, la canna collega il camerone GN14D dell'innesto Polcevera alla WBS GN14F; la principale criticità è relativa a possibili fenomeni di subsidenza e interferenze a piano campagna nel punto in cui si hanno coperture inferiori ai 50m. Non sono presenti faglie nelle zone di interferenza.
- WBS GN15A: le coperture variano tra 90 e 170 m, con picchi di 190 m nella parte finale e 25m nella parte iniziale, sotto il letto del Rio Ciliegia; la galleria collega due cameroni, in particolare nel collegamento con il camerone GN13 le canne pari e dispari hanno un interasse minimo di 5 m circa, la canna passa accanto al Camerone GN14B, mentre al collegamento con il camerone GN15B, in cui concorrono il binario pari e l'interconnessione Voltri – III Valico (GN23E), le tre canne viaggiano vicine. Vale quanto riportato per il binario pari per quanto riguarda la presenza supposta sia di una faglia nella parte iniziale della WBS sia nella zona a basse coperture, mentre non sono presenti faglie supposte in altre zone di interferenza.
- WBS GN15C: le coperture variano da un minimo di 250m fino ad un massimo di 350m, la canna va dal camerone GN15B fino al camerone GN15D dell'innesto Polcevera; non presenta particolari criticità.
- WBS GN15F: le coperture variano da un minimo di 30m fino ad un massimo di 330m, la canna collega il camerone GN15D dell'innesto Polcevera alla WBS GN15G; la principale



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00	Foglio 61 di 163

criticità è relativa a possibili fenomeni di subsidenza e interferenze a piano campagna nel punto in cui si hanno coperture inferiori ai 50m.

Al momento della stesura della presente relazione, non sono ancora state definite in fase di progettazione esecutiva le fasi e le caratteristiche definitive dei cameroni e dell'interconnessione Voltri – III Valico. L'area della sezione di scavo del camerone, nonché la corretta definizione delle sue fasi esecutive, sono imprescindibili dati per poter fare una corretta analisi dell'effetto che può essere provocato sulla canna adiacente. Si è costretti pertanto a rimandare alla relazione di calcolo del camerone per quanto riguarda le relative analisi, anche se, in base ai risultati scaturiti dalle analisi relative alle altre interferenze di scavo riportate nel seguito della relazione, si ritiene indispensabile la possibilità di adottare tratte armate in adiacenza al camerone, qualunque sia la sezione tipo applicata per lo scavo della singola canna.

Per quanto riguarda l'interferenza con l'interconnessione invece, nel seguito si è adottata cautelativamente la sezione più grande tra quelle definite per la linea Voltri-III Valico in fase di P.D. e si è presa in considerazione la fasistica definita in cronoprogramma.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004.A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 62 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 62 di 163
Foglio 62 di 163		

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

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

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

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

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

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

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

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5100ECVCLGN0000004A00</p> <p>Foglio 63 di 163</p>

### **Gallerie a fronte stabile (CASO A)**

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

### **Gallerie a fronte stabile a breve termine (CASO B)**

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

### **Gallerie a fronte instabile (CASO C)**

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00	Foglio 64 di 163

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

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

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

### 7.1.1 Stabilità del fronte di scavo

Per quanto riguarda le analisi di stabilità del fronte, queste sono state condotte per coperture comprese tra i 25 m e i 500 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 una sezione tipo con altezza pari a 11,2m, larghezza pari a 10,9 m e sfondi pari ad un metro per tutte le formazioni considerate: tale sagoma risulta media rispetto a quella che si dovrà impiegare per la galleria a singolo binario. In fase di terapia si è poi proceduto a differenziare le altezze di scavo, le larghezze delle sezioni e gli sfondi di avanzamento per ogni sezione tipo oggetto di analisi.

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

Analisi	Formazioni	Copertura (m)	D <sub>eq</sub> (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	$\varphi$ (°)	FSF
AN1	Ap-GR1	25	10,70	27	300	40	5,73
AN2	Ap-GR1	50	10,70	27	420	40	7,76
AN3	Ap-GR1	75	10,70	27	520	40	4,43
AN4	Ap-GR1	100	10,70	27	610	40	4,25
AN5	Ap-GR1	150	10,70	27	770	40	4,01
AN6	Ap-GR1	200	10,70	27	910	39	3,83
AN7	Ap-GR1	300	10,70	27	1175	39	3,63
AN8	Ap-GR1	400	10,70	27	1450	38	3,53
AN9	Ap-GR1	500	10,70	27	1550	38	3,31
AN10	Ap-GR2a	25	10,70	27	150	38	2,88
AN11	Ap-GR2a	50	10,70	27	230	38	4,27
AN12	Ap-GR2a	75	10,70	27	300	38	3,14
AN13	Ap-GR2a	100	10,70	27	350	38	3,08
AN14	Ap-GR2a	150	10,70	27	450	38	3,02
AN15	Ap-GR2a	200	10,70	27	550	36	2,97
AN16	Ap-GR2a	300	10,70	27	725	33	2,86
AN17	Ap-GR2a	400	10,70	27	850	30	2,72
AN18	Ap-GR2a	500	10,70	27	1000	29	2,68
AN19	Ap-GR2b	25	10,70	27	120	33	2,33
AN20	Ap-GR2b	50	10,70	27	190	33	3,58
AN21	Ap-GR2b	75	10,70	27	250	33	2,80
AN22	Ap-GR2b	100	10,70	27	300	33	2,81
AN23	Ap-GR2b	150	10,70	27	390	33	2,78
AN24	Ap-GR2b	200	10,70	27	465	31	2,71
AN25	Ap-GR2b	300	10,70	27	590	29	2,60
AN26	Ap-GR2b	400	10,70	27	700	27	2,51
AN27	Ap-GR2b	500	10,70	27	800	25	2,44
AN28	Ap-GR3a	25	10,70	26	100	30	2,03
AN29	Ap-GR3a	50	10,70	26	150	30	2,95
AN30	Ap-GR3a	75	10,70	26	200	30	2,52
AN31	Ap-GR3a	100	10,70	26	240	30	2,55
AN32	Ap-GR3a	150	10,70	26	320	30	2,57
AN33	Ap-GR3a	200	10,70	26	380	29	2,52
AN34	Ap-GR3a	300	10,70	26	490	26	2,43
AN35	Ap-GR3a	400	10,70	26	580	24	2,36
AN36	Ap-GR3a	500	10,70	26	680	22	2,31
AN37	Ap-GR3b	25	10,70	26	80	28	1,63
AN38	Ap-GR3b	50	10,70	26	120	28	2,37
AN39	Ap-GR3b	75	10,70	26	160	28	2,26
AN40	Ap-GR3b	100	10,70	26	200	28	2,34
AN41	Ap-GR3b	150	10,70	26	250	27	2,31
AN42	Ap-GR3b	200	10,70	26	300	25	2,28
AN43	Ap-GR3b	300	10,70	26	390	23	2,23
AN44	Ap-GR3b	400	10,70	26	450	21	2,16
AN45	Ap-GR3b	500	10,70	26	540	19	2,14

Tabella 7-1. Argille a palombini: riepilogo analisi Tamez &amp; Cornejo in fase di diagnosi

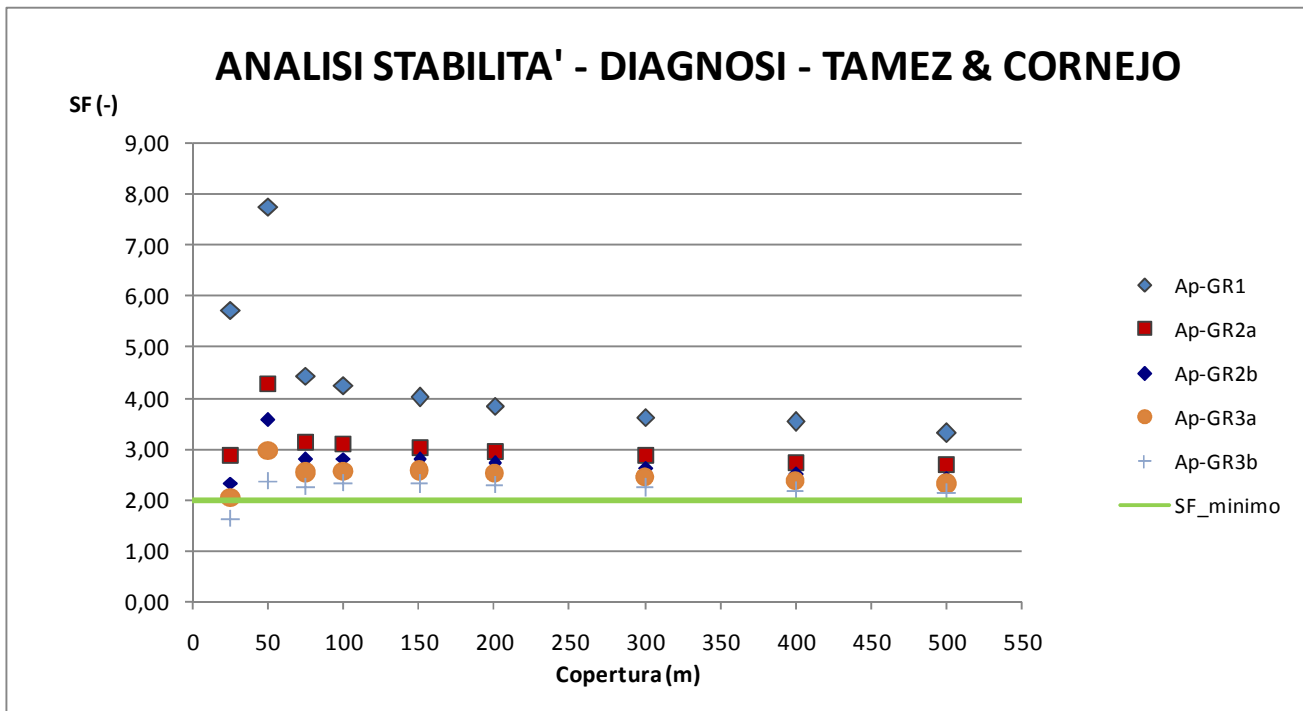


Figura 7-1 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi - Tamez & Cornejo

## ANALISI STABILITA' DEL FRONTE - FASE DI DIAGNOSI

Analisi	Formazione	Copertura (m)	z <sub>0</sub> (m)	γ (kN/m <sup>3</sup> )	GSI (-)	σ <sub>ci</sub> (MPa)	m <sub>i</sub>	Stability Ratio	λ <sub>e</sub>
AN1	Ap-GR1	25	30,60	27	50	35000	17,50	0,272518	1,954
AN2	Ap-GR1	50	55,60	27	50	35000	17,50	0,495164	1,364
AN3	Ap-GR1	75	80,60	27	50	35000	17,50	0,717809	1,140
AN4	Ap-GR1	100	105,60	27	50	35000	17,50	0,940455	1,023
AN5	Ap-GR1	150	155,60	27	50	35000	17,50	1,385746	0,901
AN6	Ap-GR1	200	205,60	27	50	35000	17,50	1,831038	0,832
AN7	Ap-GR1	300	305,60	27	50	35000	17,50	2,72162	0,766
AN8	Ap-GR1	400	405,60	27	50	35000	17,50	3,612202	0,722
AN9	Ap-GR1	500	505,60	27	50	35000	17,50	4,502785	0,701
AN10	Ap-GR2a	25	30,60	27	42	12000	20,00	0,965924	1,014
AN11	Ap-GR2a	50	55,60	27	42	12000	20,00	1,755077	0,835
AN12	Ap-GR2a	75	80,60	27	42	12000	20,00	2,544231	0,767
AN13	Ap-GR2a	100	105,60	27	42	12000	20,00	3,333384	0,731
AN14	Ap-GR2a	150	155,60	27	42	12000	20,00	4,911691	0,694
AN15	Ap-GR2a	200	205,60	27	42	12000	20,00	6,489998	0,651
AN16	Ap-GR2a	300	305,60	27	42	12000	20,00	9,646612	0,592
AN17	Ap-GR2a	400	405,60	27	42	12000	20,00	12,80323	0,539
AN18	Ap-GR2a	500	505,60	27	42	12000	20,00	15,95984	0,517
AN19	Ap-GR2b	25	30,60	27	37	10000	17,50	1,461425	0,856
AN20	Ap-GR2b	50	55,60	27	37	10000	17,50	2,6554	0,716
AN21	Ap-GR2b	75	80,60	27	37	10000	17,50	3,849375	0,663
AN22	Ap-GR2b	100	105,60	27	37	10000	17,50	5,04335	0,635
AN23	Ap-GR2b	150	155,60	27	37	10000	17,50	7,431299	0,606
AN24	Ap-GR2b	200	205,60	27	37	10000	17,50	9,819249	0,564
AN25	Ap-GR2b	300	305,60	27	37	10000	17,50	14,59515	0,520
AN26	Ap-GR2b	400	405,60	27	37	10000	17,50	19,37105	0,482
AN27	Ap-GR2b	500	505,60	27	37	10000	17,50	24,14695	0,447
AN28	Ap-GR3a	25	30,60	26	33	7000	19,00	2,188523	0,728
AN29	Ap-GR3a	50	55,60	26	33	7000	19,00	3,976532	0,626
AN30	Ap-GR3a	75	80,60	26	33	7000	19,00	5,764542	0,587
AN31	Ap-GR3a	100	105,60	26	33	7000	19,00	7,552551	0,566
AN32	Ap-GR3a	150	155,60	26	33	7000	19,00	11,12857	0,545
AN33	Ap-GR3a	200	205,60	26	33	7000	19,00	14,70459	0,520
AN34	Ap-GR3a	300	305,60	26	33	7000	19,00	21,85662	0,464
AN35	Ap-GR3a	400	405,60	26	33	7000	19,00	29,00866	0,427
AN36	Ap-GR3a	500	505,60	26	33	7000	19,00	36,1607	0,392
AN37	Ap-GR3b	25	30,60	26	28	5000	19,00	3,599799	0,617
AN38	Ap-GR3b	50	55,60	26	28	5000	19,00	6,540811	0,551
AN39	Ap-GR3b	75	80,60	26	28	5000	19,00	9,481824	0,525
AN40	Ap-GR3b	100	105,60	26	28	5000	19,00	12,42284	0,512
AN41	Ap-GR3b	150	155,60	26	28	5000	19,00	18,30486	0,484
AN42	Ap-GR3b	200	205,60	26	28	5000	19,00	24,18688	0,446
AN43	Ap-GR3b	300	305,60	26	28	5000	19,00	35,95093	0,408
AN44	Ap-GR3b	400	405,60	26	28	5000	19,00	47,71498	0,372
AN45	Ap-GR3b	500	505,60	26	28	5000	19,00	59,47903	0,337

Tabella 7-2. Argille a palombini: riepilogo analisi in fase di diagnosi Broms &amp; Bennermark e Panet



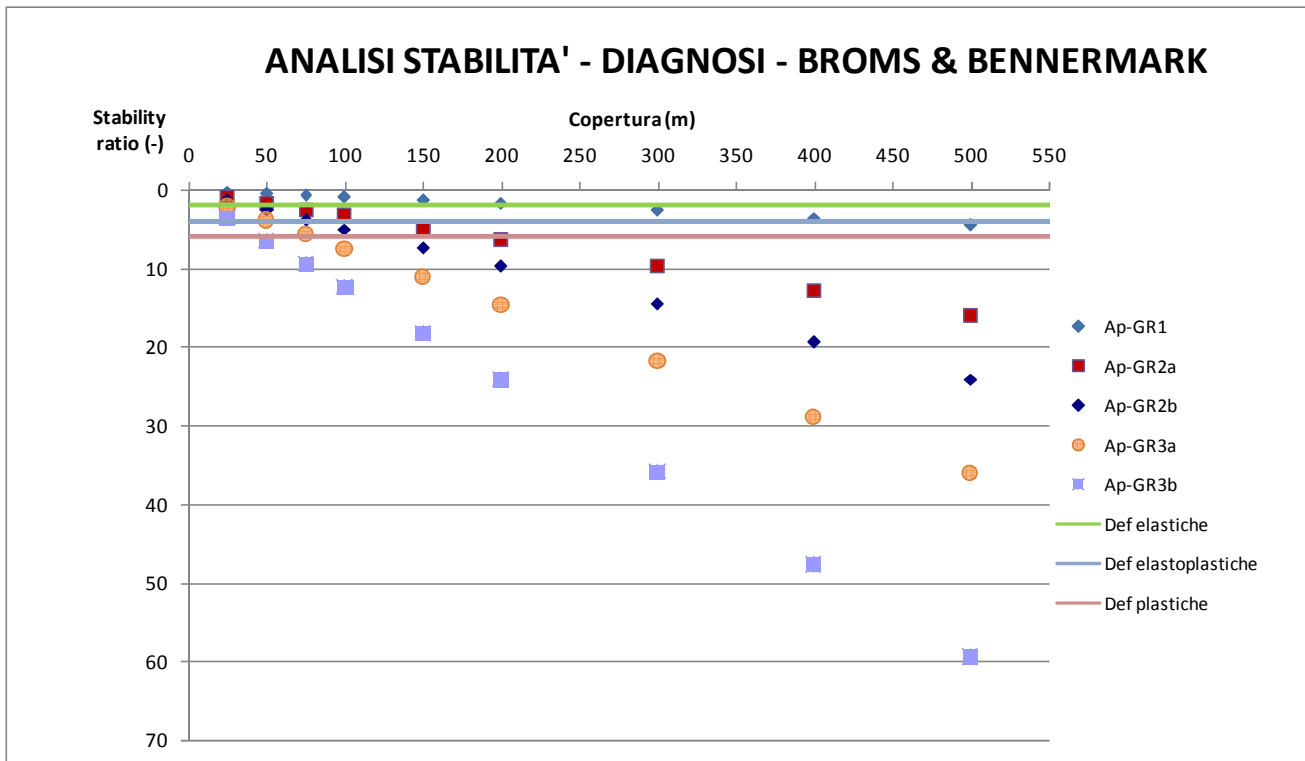


Figura 7-2 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi - Broms & Bennermark

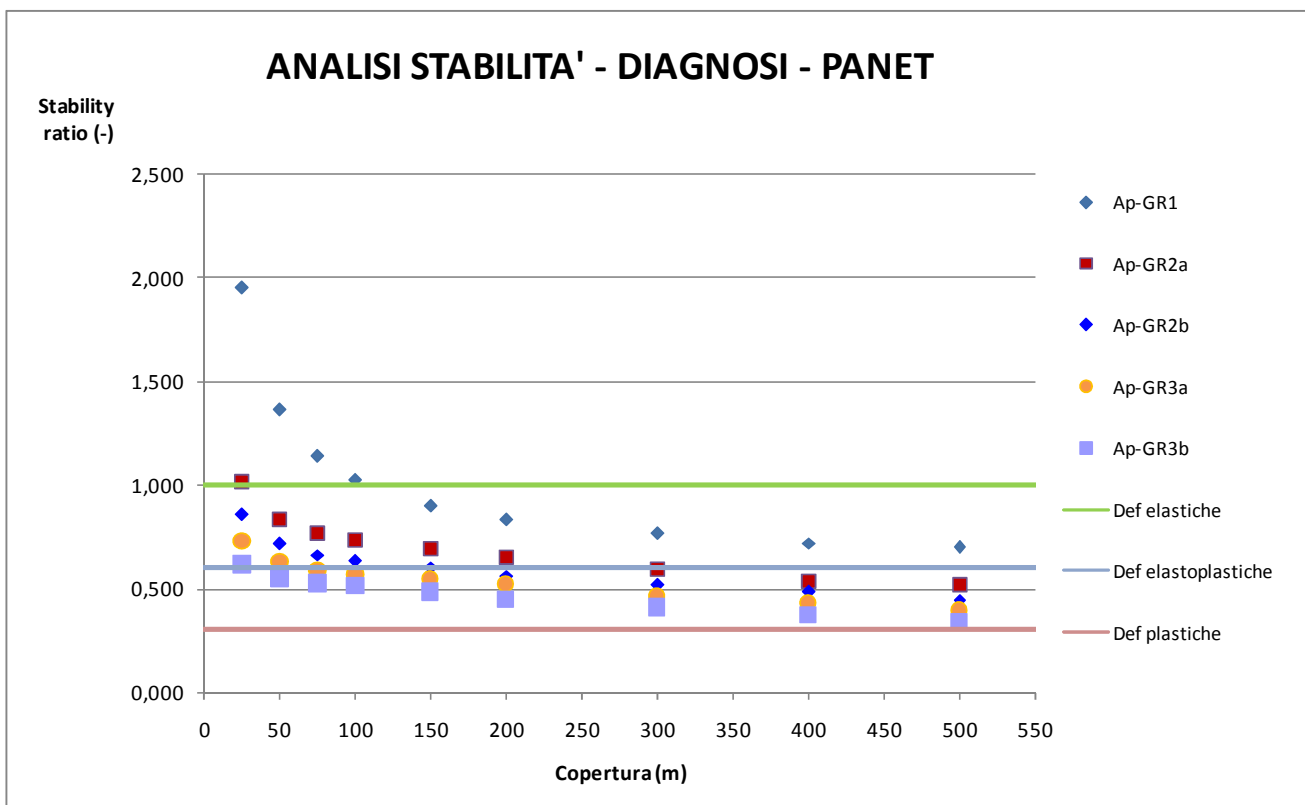


Figura 7-3 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi – Panet

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 69 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 69 di 163
Foglio 69 di 163		

### Esame critico dei risultati e considerazioni conclusive

L'analisi permette di valutare le condizioni di stabilità del fronte di scavo della galleria nei diversi contesti geotecnici in funzione delle coperture. Sintetizzando le analisi si nota come il metodo di Tamez Cornejo indichi un comportamento sostanzialmente stabile del fronte per tutti i gruppi geomeccanici analizzati eccetto per il GR3b con copertura 25 m dove il fattore di sicurezza scende leggermente al di sotto del valore limite. Gli interventi al fronte saranno comunque necessari per contenere gli effetti deformativi. Tale aspetto è particolarmente evidente osservando i risultati delle analisi effettuate secondo i metodi di Broms & Bennermark e Panet, i quali indicano per i contesti geomeccanici GR3a e GR3b ingenti deformazioni plastiche o addirittura il collasso del fronte in assenza di interventi già per coperture superiori ai 75m. Stesse condizioni si osservano per i GR2a e GR2b a partire dai 150m di copertura.

#### 7.1.2 Metodo delle Linee Caratteristiche

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

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

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

Le analisi sono state condotte per coperture comprese tra i 50m e i 500m per tutti i contesti geomeccanici definiti per le argilliti a palombini.

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

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG5100ECVCLGN0000004A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 70 di 163</p>

possibile quindi definire il comportamento del fronte di scavo come “stabile”, “stabile a breve termine”, o “instabile”.

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

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

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

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

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

I parametri di calcolo sono riportati nelle tabelle (Tabella 7-4) con adeguata suddivisione nei confronti delle altezze di copertura e dei gruppi geomeccanici.

È necessario inoltre specificare che l'utilizzo del metodo “transfer-matrix” (cfr. 4.1.3), che permette di tenere in conto la presenza del preconsolidamento al contorno, riporta valori di convergenze e spostamenti al fronte e in galleria generalmente più bassi rispetto ai risultati calcolati con le classiche soluzioni in forma chiusa di letteratura e anche rispetto ai valori evidenziati da scavi in materiali simili. In ogni caso comunque questa differenza è percentualmente contenuta e non influenza la classificazione del comportamento dell'ammasso. Le verifiche in fase di terapia pertanto sono state condotte tutte con il metodo “transfer-matrix” per coerenza numerica, nel tentativo di evidenziare l'effetto degli interventi, rimandando per una valutazione più realistica degli effetti deformativi di fronte e scavo alle analisi numeriche.

### Argilliti a palombini

#### RISULTATI ANALISI LC - FASE DI DIAGNOSI

Formazione geologica	Copertura (m)	R <sub>m</sub> (m)	H/D <sub>medio</sub> (m)	U <sub>rad</sub> (cm)	R <sub>pl</sub> (m)	R <sub>pl</sub> /R <sub>m</sub>	U <sub>fronte</sub> (cm)	U <sub>fronte</sub> /R <sub>m</sub>	R <sub>pl fronte</sub> (m)	R <sub>pl fronte</sub> /R <sub>m</sub>	Comportamento
Ap - GR1	50	5,35	4,7	0,20	5,97	1,12	0,09	0,0%	5,44	1,02	A
	75	5,35	7,0	0,32	6,31	1,18	0,14	0,0%	5,59	1,04	A
	100	5,35	9,3	0,45	6,54	1,22	0,20	0,0%	5,69	1,06	A
	150	5,35	14,0	0,7	6,90	1,29	0,31	0,1%	5,84	1,09	A-B
	200	5,35	18,7	1,1	7,32	1,37	0,45	0,1%	6,01	1,12	A-B
	300	5,35	28,0	1,8	7,72	1,44	0,73	0,1%	6,17	1,15	B
	400	5,35	37,4	2,7	8,17	1,53	1,06	0,2%	6,33	1,18	B
500	5,35	46,7	3,8	8,68	1,62	1,46	0,3%	6,53	1,22	B	
Ap - GR2a	50	5,35	4,7	0,90	7,52	1,41	0,36	0,1%	6,07	1,13	A
	75	5,35	7,0	1,53	8,03	1,50	0,60	0,1%	6,27	1,17	A
	100	5,35	9,3	2,13	8,24	1,54	0,83	0,2%	6,36	1,19	A-B
	150	5,35	14,0	3,7	8,84	1,65	1,39	0,3%	6,58	1,23	B
	200	5,35	18,7	5,8	9,72	1,82	2,10	0,4%	6,89	1,29	B
	300	5,35	28,0	10,1	10,70	2,00	3,55	0,7%	7,26	1,36	B
	400	5,35	37,4	17,3	12,62	2,36	5,77	1,1%	7,84	1,47	B-C
500	5,35	46,7	24,1	13,47	2,52	7,86	1,5%	8,10	1,51	B-C	
Ap - GR2b	50	5,35	4,7	1,93	9,57	1,79	0,56	0,1%	6,79	1,27	A-B
	75	5,35	7,0	3,26	10,19	1,90	1,15	0,2%	7,01	1,31	B
	100	5,35	9,3	4,66	10,60	1,98	1,62	0,3%	7,15	1,34	B
	150	5,35	14,0	7,8	11,21	2,10	2,65	0,5%	7,36	1,38	B
	200	5,35	18,7	13,2	12,88	2,41	4,26	0,8%	7,87	1,47	B
	300	5,35	28,0	24,5	14,75	2,76	7,61	1,4%	8,43	1,58	B-C
	400	5,35	37,4	41,4	17,08	3,19	12,20	2,3%	9,08	1,70	C
500	5,35	46,7	72,5	20,77	3,88	19,61	3,7%	9,98	1,87	C	
Ap - GR3a	50	5,35	4,7	2,74	11,28	2,11	0,93	0,2%	7,36	1,38	B
	75	5,35	7,0	4,80	12,21	2,28	1,58	0,3%	7,65	1,43	B
	100	5,35	9,3	7,01	12,82	2,40	2,27	0,4%	7,84	1,47	B
	150	5,35	14,0	12,6	14,05	2,63	3,93	0,7%	8,20	1,53	B-C
	200	5,35	18,7	21,6	16,11	3,01	6,35	1,2%	8,77	1,64	C
	300	5,35	28,0	41,1	18,99	3,55	11,54	2,2%	9,55	1,79	C
	400	5,35	37,4	81,6	23,92	4,47	20,73	3,9%	10,68	2,00	C
500	5,35	46,7	127,3	27,14	5,07	30,51	5,7%	11,36	2,12	C	
Ap - GR3b	50	5,35	4,7	5,45	14,71	2,75	1,65	0,3%	8,36	1,56	B-C
	75	5,35	7,0	9,00	15,50	2,90	2,68	0,5%	8,59	1,61	B-C
	100	5,35	9,3	13,59	16,51	3,09	3,95	0,7%	8,86	1,66	C
	150	5,35	14,0	28,9	19,99	3,74	7,80	1,5%	9,75	1,82	C
	200	5,35	18,7	49,4	23,37	4,37	12,55	2,3%	10,54	1,97	C
	300	5,35	28,0	127,5	31,77	5,94	28,20	5,3%	12,24	2,29	C
	400	5,35	37,4	310,0	44,70	8,36	58,40	10,9%	14,46	2,70	C
500	5,35	46,7	537,8	54,97	10,27	104,90	19,6%	16,68	3,12	C	

**Tabella 7-3. Argille a palombini – Fase di diagnosi: metodo delle linee caratteristiche**

Dove:

- R<sub>m</sub>= raggio (in fase di diagnosi si è assunto un raggio medio pari a 5.35m)
- γ= peso specifico di volume
- c<sub>p</sub>=coesione di picco
- c<sub>r</sub>=coesione residua
- φ<sub>p</sub>=angolo d'attrito di picco
- φ<sub>r</sub>=angolo d'attrito residuo

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 72 di 163</span>

- E = modulo elastico
- $\nu$  = coefficiente di Poisson
- $U_{rad}$  = spostamento radiale del cavo
- $U_{fronte}$  = spostamento al fronte
- $R_{pl}$  = raggio plastico del cavo
- $R_{pl\ fronte}$  = raggio plastico al fronte

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

### Analisi parametriche Argilliti a palombini

Si è svolta un'analisi parametrica al fine di valutare il valore della convergenza radiale al fronte ottenuto al variare dei parametri caratterizzanti i differenti gruppi geomeccanici. All'interno di ogni intervallo prestabilito si ipotizzano tre variazioni del parametro in esame. I valori soggetti all'analisi parametrica sono la tensione originaria della roccia (introdotta in funzione della copertura), i parametri elastici dell'ammasso (modulo elastico e coefficiente di Poisson) e i parametri di resistenza (coesione e angolo attrito interno). Per ogni intervallo di copertura le analisi svolte sono pari a 27 e il numero totale di analisi per gruppo geomeccanico è pari a 108. I seguenti grafici mostrano il numero di analisi facenti parte un determinato intervallo di valore della convergenza radiale al fronte.

Si riportano di seguito gli intervalli di valore considerati nelle analisi:

Argille a Palombini - Parametri di calcolo (Linearizzazione Modello Mohr-Coulomb)								
Formazione	Profondità [m]	$\phi_p$ [°]	$\phi_i$ [°]	$c_p$ [kPa]	$c_i$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\nu$ [-]	$E_{op}$ [MPa]
GR1	50÷100	38÷40	30÷32	420÷610	360÷540	27	0,25-0,30	3000-7800
	150÷250	38÷40	30÷32	770÷1050	690÷950			
	250÷350	38÷40	30÷32	1050÷1300	950÷1170			
	400÷500	38÷40	30÷32	1450÷1550	1300÷1400			
GR2a	50÷100	36÷38	28÷30	230÷350	200÷320	27	0,25-0,30	1500-2000
	150÷250	34÷38	28÷30	450÷650	400÷550			
	250÷350	31÷34	28÷30	650÷800	550÷700			
	400÷500	29÷30	26÷27	850÷1000	750÷850			
GR2b	50÷100	30÷33	24÷26	190÷300	150÷250	27	0,25-0,30	1000-1500
	150÷250	30÷33	24÷26	390÷540	340÷450			
	250÷350	28÷30	24÷26	530÷650	450÷550			
	400÷500	25÷27	22÷24	700÷800	600÷700			
GR3a	50÷100	28÷30	22÷24	150÷240	130÷210	26	0,30	600-1200
	150÷250	28÷30	22÷24	320÷440	270÷370			
	250÷350	25÷27	22÷24	440÷540	370÷450			
	400÷500	22÷24	19÷21	580÷680	500÷580			
GR3b	50÷100	26÷28	21÷22	120÷200	100÷170	26	0,30	600-1200
	150÷250	24÷27	20÷22	250÷350	200÷300			
	250÷350	21÷24	18÷20	350÷430	300÷360			
	400÷500	19÷21	16÷17	450÷540	400÷450			

**NOTA:** In tabella sono riportati i range di variazione dei parametri meccanici considerati nelle analisi parametriche

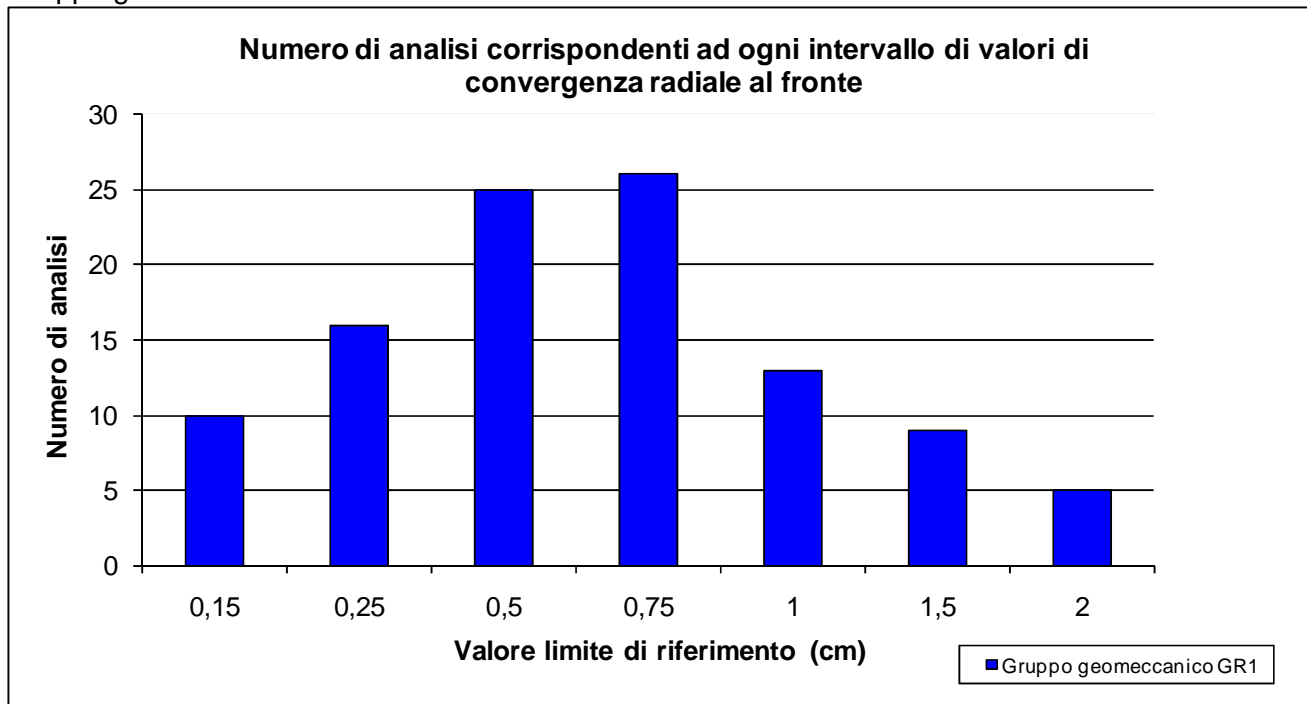
**Tabella 7-4. Argilliti a palombini: parametri**



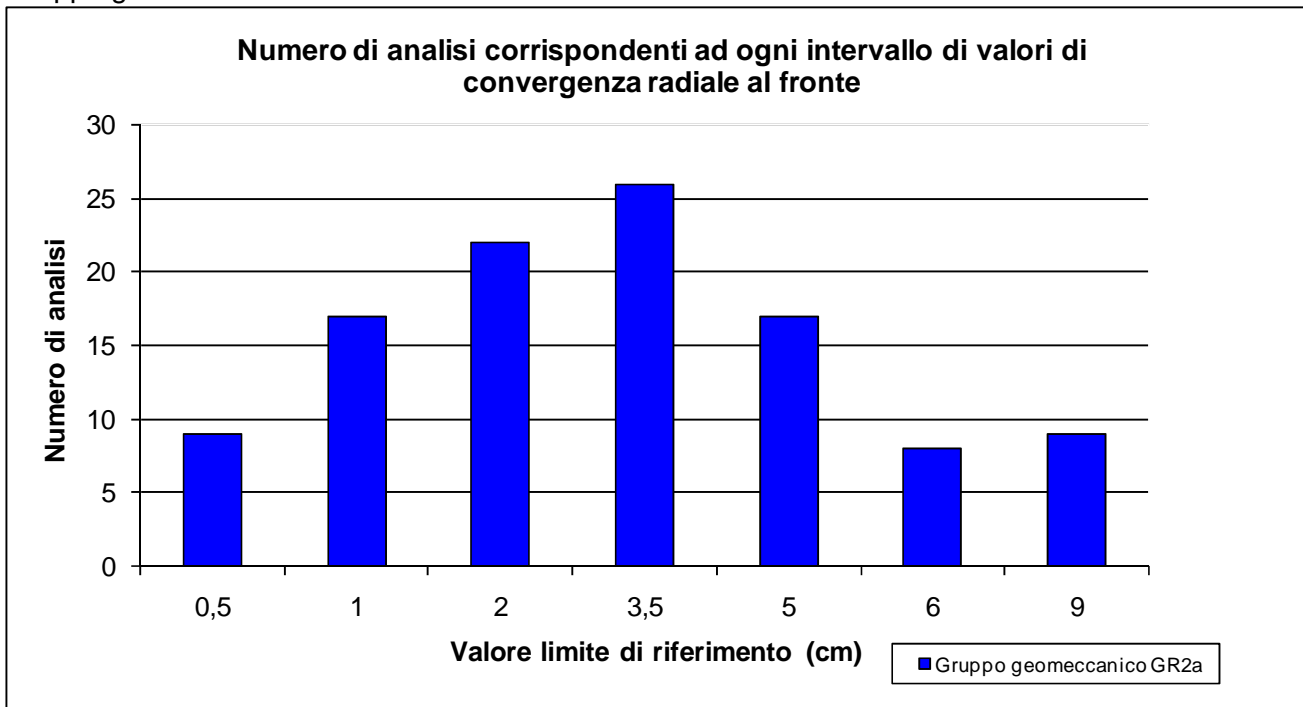
Per ciascun gruppo geomeccanico analizzato si ricavano degli intervalli di valori di convergenza radiale al fronte ai quali viene associato una percentuale di ricorrenza relativa alle analisi numeriche svolte. Si è calcolato il valore medio di ogni intervallo e si sono raggruppati i valori in intervalli significativi al fine di valutare la variabilità del valore di convergenza per ogni gruppo geomeccanico.

Si riportano di seguito i grafici relativi ad ogni gruppo geomeccanico delle Argilliti a palombini.

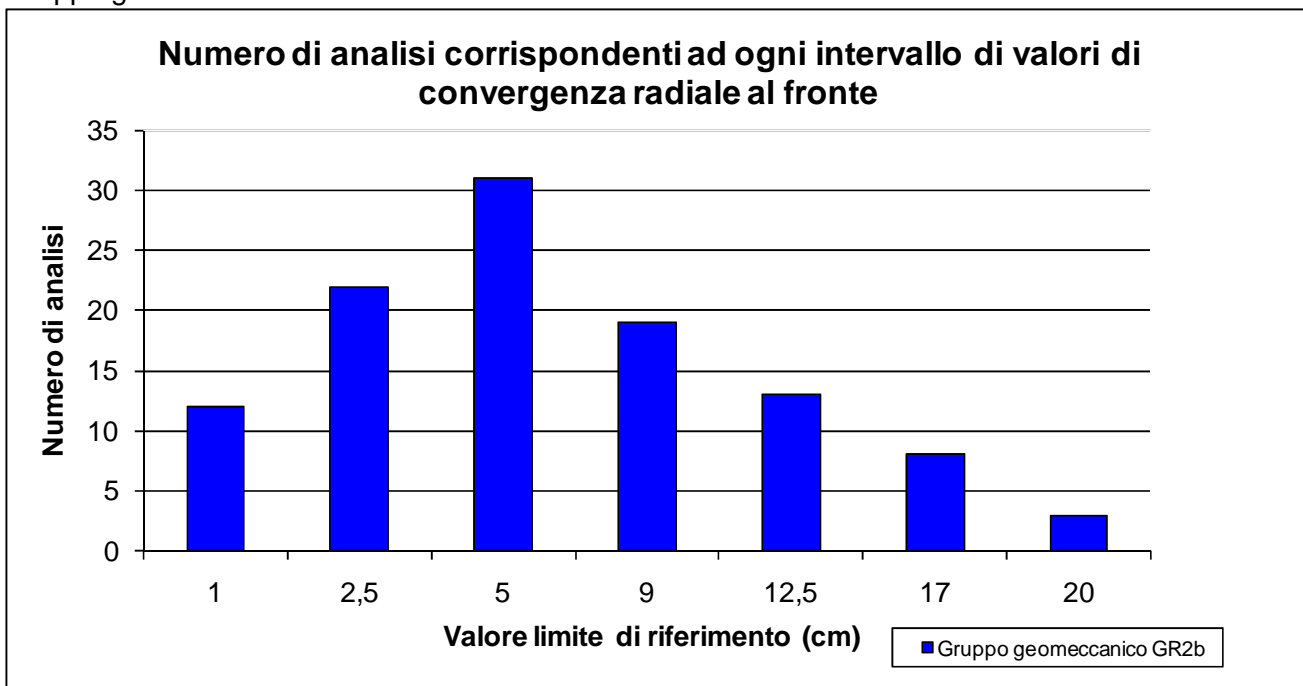
### Gruppo geomeccanico GR1



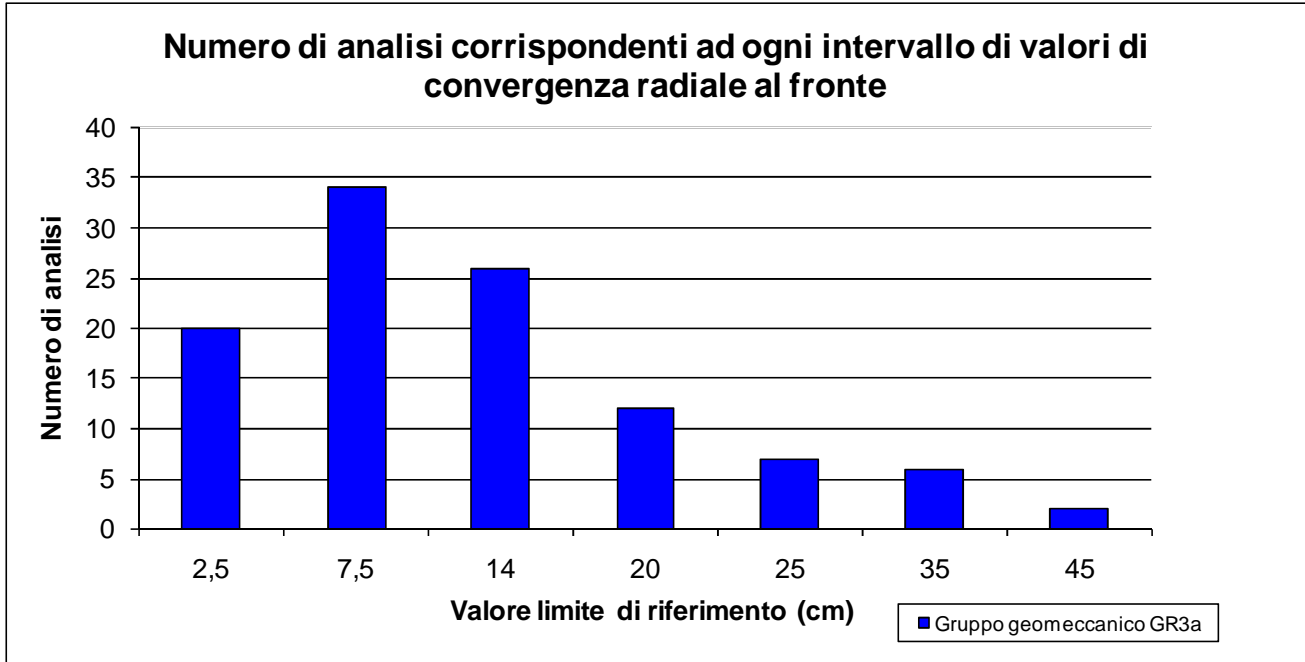
## Gruppo geomeccanico GR2a



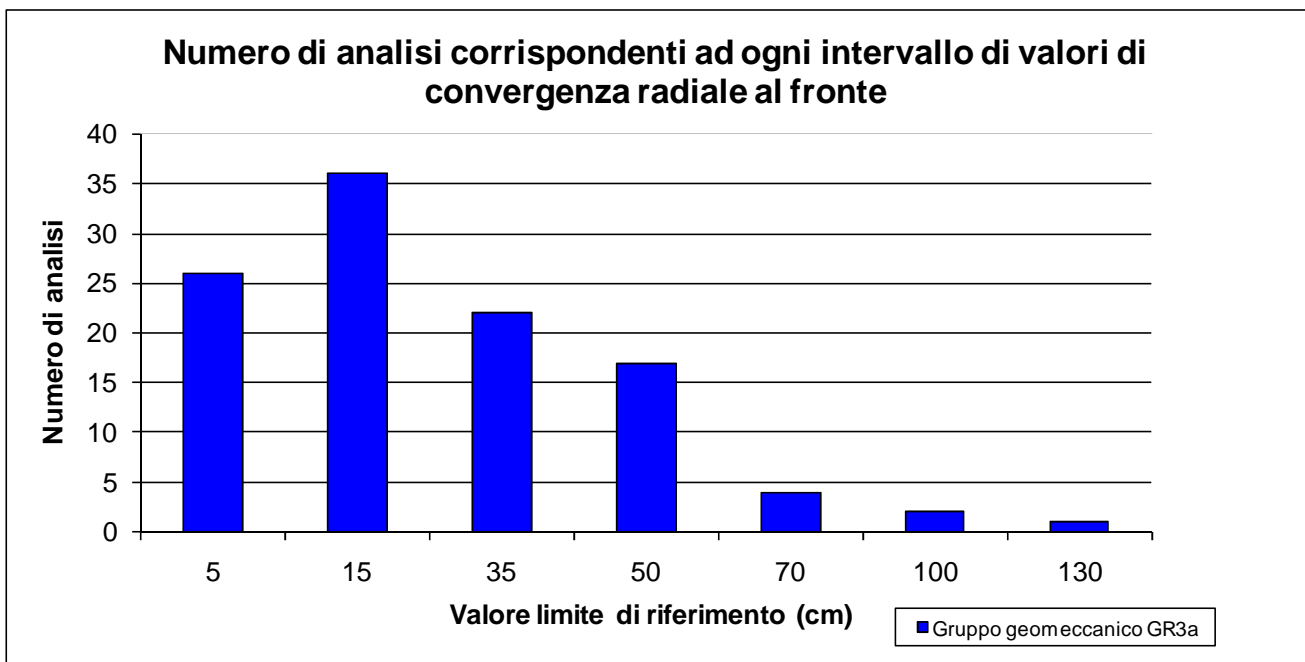
## Gruppo geomeccanico GR2b



## Gruppo geomeccanico GR3a



## Gruppo geomeccanico GR3b



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 76 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 76 di 163
Foglio 76 di 163		

### 7.1.3 Considerazioni conclusive

Le analisi condotte, con riferimento ai risultati ottenuti dalle Linee Caratteristiche hanno permesso di assegnare a ciascun contesto geomeccanico uno dei tre comportamenti del fronte allo scavo menzionati nei paragrafi precedenti; verranno nel seguito discusse le principali formazioni geomeccaniche analizzate. L'analisi parametrica impostata sulla variazione di parametri caratterizzanti l'ammasso roccioso per determinate altezze di copertura ha permesso di identificare la variazione della convergenza radiale in ciascun gruppo.

#### Argilliti a Palombini (GR1)

Le analisi condotte, con riferimento alla linee caratteristiche in assenza di interventi, hanno evidenziato un comportamento allo scavo di tipo "fronte stabile" per coperture fino a 100 m con spostamenti del cavo inferiori al mezzo centimetro. Per coperture maggiori il comportamento può classificarsi del tipo a "fronte stabile a breve termine" (categoria B): si sono trovate infatti convergenze radiali molto limitate e uno spostamento del cavo in assenza di interventi inferiore ai 4cm; i fenomeni di plasticizzazione attorno allo scavo sono limitati a circa 1.1-1.2 volte il raggio. Al termine dell'analisi parametrica relativa alla fase di diagnosi si è registrato un significativo numero di analisi dalle quali si rilevano valori di convergenza radiale nell'intorno di 1cm.

Dalle analisi svolte di conseguenza risulta necessario operare per le coperture superiori ai 100 m un adeguato confinamento delle pareti dello scavo e contrastare tempestivamente i fenomeni deformativi del cavo mediante l'utilizzo di sistemi di priverestimento di adeguata rigidità.

#### Argilliti a Palombini (GR2a)

Le analisi condotte, con riferimento alla linee caratteristiche in assenza di interventi, hanno evidenziato un comportamento allo scavo di tipo A per coperture fino a 75 m, per le quali si ottengono spostamenti massimi del cavo di circa 1.5 cm. Per le restati coperture il comportamento del cavo è classificabile come "stabile a breve termine" (categoria B), sebbene siano presenti per le coperture massime spostamenti non trascurabili. Le Linee caratteristiche evidenziano degli spostamenti radiali al fronte massimi dell'ordine di circa 8cm, mentre in corrispondenza della copertura massima spostamenti del cavo superiori ai 20cm; i fenomeni di plasticizzazione al fronte si estendono per una fascia prossima a 1.5 volte il raggio di scavo. L'analisi parametrica genera un significativo numero di analisi (circa 65) con valori di convergenza radiale che si assestano nell'intervallo 2cm-5cm. Da quanto discusso attraverso il Metodo delle Linee Caratteristiche appare evidente la necessità di operare per le coperture superiori ai 75 m un adeguato confinamento delle pareti dello scavo e di contrastare tempestivamente i fenomeni deformativi del cavo mediante l'utilizzo di sistemi di priverestimento di adeguata rigidità; alla massima copertura il comportamento è prossimo alla categoria C. Si ritiene opportuno prevedere anche la possibilità di effettuare interventi di preconsolidamento del fronte, volti ad incrementare il valore di resistenza del nucleo.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 77 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 77 di 163
Foglio 77 di 163		

### Argilliti a Palombini (GR2b)

Le analisi condotte, con riferimento alla linee caratteristiche in assenza di interventi, hanno evidenziato generalmente un comportamento allo scavo del tipo “stabile a breve termine” per coperture fino a 150 m e intermedio tra quello di tipo B/C (fronte stabile a breve termine/instabile) per le coperture maggiori. Infatti le linee caratteristiche evidenziano degli spostamenti radiali al fronte che nelle peggiori delle condizioni analizzate raggiungono i 20cm alla massima copertura ed una deformazione del cavo molto importante; i fenomeni di plasticizzazione si estendono per una fascia prossima a 1,5 – 2 volte il raggio di scavo. Il comportamento all’aumentare della copertura tende ad essere sempre maggiormente assimilabile a quello della categoria “C”. Si consideri però che sono stati impiegati anche nelle analisi al alte coperture i valori medi relativi al suddetto gruppo geomeccanico. Le precedenti considerazioni sono altresì giustificate da un analisi parametrica dalla quale si evince un aumento dei valori di convergenza radiale rispetto al gruppo GR2a nell’ordine di qualche centimetro. Da quanto discusso attraverso il Metodo delle Linee Caratteristiche appare evidente la necessità di operare per le massime coperture un adeguato confinamento delle pareti dello scavo e di contrastare tempestivamente i fenomeni deformativi del cavo mediante l’utilizzo di sistemi di pririvestimento di adeguata rigidità e di prevedere interventi di preconsolidamento del fronte, volti ad incrementare il valore di resistenza del nucleo.

### Argilliti a Palombini (GR3a e GR3b)

Le analisi condotte, con riferimento alla linee caratteristiche in assenza di interventi, hanno evidenziato un comportamento classificabile come a “fronte instabile”(categoria C). Solo per le coperture più basse il GR2a fornisce un comportamento di tipo B.

Le Linee caratteristiche evidenziano infatti delle deformazioni al fronte ed una convergenza del cavo che raggiungono valori metrici per le massime coperture (non compatibili con la stabilità dell’opera); i fenomeni di plasticizzazione raggiungono estensioni nell’ordine di 1,5 – 3 volte il raggio di scavo. Relativamente le analisi parametriche si osserva relativamente al gruppo GR3a un considerevole numero di analisi relativo agli intervalli 5-7.5 cm e 7.5-14 cm anche se sono presenti circa 15 analisi che mostrano spostamenti compresi tra i 20 cm e i 30 cm. Il gruppo geomeccanico GR3b è caratterizzato da intervalli di valori di convergenza che raggiungono valori di 30 cm e 50 cm nei quali è possibile collocare un numero di analisi cospicuo sebbene l’intervallo iniziale (5-15 cm) racchiuda circa 60 analisi sulle totali.

Da quanto discusso attraverso il Metodo delle Linee Caratteristiche appare evidente la necessità di prevedere interventi di preconsolidamento del fronte, volti ad incrementare il valore di resistenza del nucleo, e del contorno dello scavo, per favorire la creazione di un effetto arco.

Inoltre sarà necessario operare un adeguato confinamento delle pareti dello scavo e contrastare tempestivamente i fenomeni deformativi del cavo mediante l’utilizzo di sistemi di pririvestimento di adeguata rigidità ed eventualmente con il getto ravvicinato al fronte dei rivestimenti definitivi.



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5100ECVCLGN0000004A00</p>	<p>Foglio 78 di 163</p>

## 7.2 Fenomeni di Squeezing

Per le considerazioni a riguardo dei fenomeni di squeezing si rimanda alla relazione geotecnica relativa alla tratta in esame.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00
	Foglio 79 di 163

## 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.

Per quanto riguarda le sezioni tronco-coniche (B0Vsb / B2Vsb / B0V / B2V), queste non verranno analizzate numericamente nel seguito in quanto dimensionate direttamente dalle rispettive sezioni a carpenteria non variabile (B0Lsb e B0/1sb, B2/1sb, B0L e B0, B2), avendo queste ultime interventi analoghi o inferiori ed essendo applicate nei medesimi contesti geomeccanici. Si precisa inoltre che gli infilaggi metallici non iniettati, previsti per le sezioni B0Vsb, B0V e, sono da considerarsi unicamente mezzi d'opera e come tali non comporterebbero alcuna variazione nelle analisi.

#### **CASO A) fronte stabile:**

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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 232 1532 315"> <tr> <td>Foglio 80 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 80 di 163
Foglio 80 di 163		

### **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:

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

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

### **CASO C) fronte instabile:**

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

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

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

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

In previsione di un comportamento tipo C, al fine di effettuare un controllo dello stato deformativo al fronte, appare consigliabile l'esecuzione di un preconsolidamento sistematico del fronte mediante

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 81 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 81 di 163
Foglio 81 di 163		

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 pririvestimenti.

Andrà inoltre prevista la realizzazione dei pririvestimenti a seguito di ogni singolo sfondo di avanzamento, mediante posa in opera di centine metalliche ed un congruo strato di spritz-beton. Sempre per la categoria di comportamento C occorre inoltre prevedere la possibilità di stabilizzare il piede della centina mediante il getto di arco rovescio e murette a distanze anche inferiori ai 2 diametri dal fronte di scavo.

## 8.2 Sezioni tipo di avanzamento

Le sezioni tipo caratteristiche del Progetto Esecutivo relativamente alle sezioni a singolo binario da applicarsi all'interno delle Argilliti a Palombini sono le seguenti: B0Lsb, B0Vsb, B0/1sb, B1sb, B2Vsb, B2/1sb, B4/1sb, C4sb e C2sb. L'applicazione delle sezioni tipo è indicata in termini percentuali nei profili geomeccanici, mentre per quanto riguarda i criteri mediante i quali adottare la corretta sezione tipo si rimanda alle Linee Guida. I criteri per la loro applicazione sono stati determinati in funzione dalla litologia degli ammassi attraversati, delle caratteristiche geomeccaniche dello stato tensionale in situ, ovvero del valore di copertura (H), e delle geometrie di scavo; i seguenti fattori hanno infatti permesso di definire il comportamento del fronte di scavo, in termini deformativi (entità dei valori di pre-convergenza ed estrusione, evoluzione in campo elastico o elasto-plastico) e quindi le condizioni di stabilità: "stabile" – categoria A – "stabile a breve termine" – categoria B – "instabile" – categoria C.

### Argilliti a Palombini

Laddove si individua un comportamento del fronte di tipo "stabile a breve termine", si procede con la sezione B; in questo caso l'avanzamento sarà condotto per le sezioni a singolo binario mediante le sezioni tipo B0Lsb, B0V/sb, B0/1sb, B1sb, B2Vsb, B2sb, B4/1sb a seconda del grado di separazione manifestato localmente dell'ammasso e alla copertura. Nel caso di comportamento di tipo instabile "C" sono invece previste rispettivamente le sezioni C4sb e C2sb. Oltre al contenimento del cavo operato dal rivestimento di prima fase, mediante centine metalliche inglobate in uno strato di spritz-beton, è prevista per le sezioni di tipo B1 e B4 una bullonatura radiale mentre per le sezione di tipo B2 si utilizza un preconsolidamento del fronte mediante l'impiego di elementi in VTR. In corrispondenza di materiali che presentano minori capacità di autosostentamento, ovvero quelli assimilabili al Gruppo geomeccanico 3, dove viene evidenziato un comportamento del fronte di tipo "instabile" è sempre prevista la realizzazione in avanzamento di opportuni interventi di consolidamento al contorno e di preconsolidamento del fronte di scavo. In presenza di un ammasso particolarmente fratturato si prevede l'adozione della sezione di tipo C2 le cui metodologie di consolidamento consentono di mantenere il più possibile indisturbate le condizioni tenso –

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00	Foglio 82 di 163

deformative dell'amasso. Ciò è reso possibile dallo stato di coazione indotto nel terreno da iniezioni ad alta pressione o dall'espansione di opportune miscele. Qualora le caratteristiche dell'ammasso risultino migliori si prevede l'utilizzo della sezione di tipo C4, per la quale il consolidamento al contorno è effettuato attraverso VTR cementati. Per tutte le sezioni adottate, lo scavo a piena sezione consente inoltre – in funzione del comportamento deformativo del cavo - di chiudere il rivestimento del cavo con il getto di murette e arco rovescio a distanza ravvicinata dal fronte, e di procedere successivamente in tempi brevi al completamento del rivestimento definitivo con il getto del rivestimento di calotta, limitando consistentemente i fenomeni deformativi. Per maggiori informazioni in merito all'applicazione e alle modalità esecutive delle sezioni tipo sopra indicate si faccia riferimento alle Linee Guida e al profilo geomeccanico.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 232 1532 315"> <tr> <td>Foglio 83 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 83 di 163
Foglio 83 di 163		

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

### 9.1 Premessa

Nei seguenti paragrafi sono riportati i risultati delle analisi numeriche che hanno permesso di investigare il regime tenso-deformativo nei rivestimenti strutturali previsti in progetto.

Questo è stato raggiunto tramite tre approcci differenti:

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

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

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

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

### 9.2 Verifiche di stabilità del fronte con metodi analitici

Nelle successive tabelle sono riportati i principali dati di input ed i risultati ottenuti per quanto riguarda le analisi di stabilità del fronte di scavo, effettuate in base alle formazioni incontrate lungo il tracciato della galleria alle differenti coperture in cui tali condizioni si presentano. In allegato sono inseriti tutti i valori impiegati nel calcolo mentre nel seguito, per comodità di lettura, verranno divise in due tabelle i risultati delle analisi per le coperture tra i 25 m e i 100 m da quelle per le coperture maggiori.

Gli interventi sono stati tenuti in conto considerando la variabilità media e la massima lunghezza dello sfondo prevista per ciascuna sezione tipo. I parametri utilizzati per il terreno sono i medesimi impiegati nel calcolo in fase di diagnosi e vengono sotto riportati in tabella per comodità di lettura. Per le sezioni aventi consolidamento al contorno si è tenuto in conto ddi tale intervento considerando in fase di terapia uno strato di terreno trattato sopra la calotta indicato come

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG5100ECVCLGN0000004A00		Foglio 84 di 163

“coronella”; i parametri impiegati nel calcolo per tale strato sono coerenti a quelli utilizzati nelle successive analisi (Linee caratteristiche e analisi numeriche).

ANALISI STABILTA' DEL FRONTE - FASE DI TERAPIA - Tamez & Cornejo											
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)	FSF
AN1	Ap-GR1	B0Lsb	25,00	10,70	0	0	27,00	300	40,000	4,2	4,307
AN2	Ap-GR1	B0Lsb	50,00	10,70	0	0	27,00	420	40,000	4,2	5,712
AN3	Ap-GR1	B0Lsb	75,00	10,70	0	0	27,00	520	40,000	4,2	3,030
AN4	Ap-GR1	B0Lsb	100,00	10,70	0	0	27,00	610	40,000	4,2	2,895
AN5	Ap-GR2a	B1sb	25,00	10,70	0	0	27,00	150	38,000	1,2	2,817
AN6	Ap-GR2a	B1sb	50,00	10,70	0	0	27,00	230	38,000	1,2	4,168
AN7	Ap-GR2a	B1sb	75,00	10,70	0	0	27,00	300	38,000	1,2	3,040
AN8	Ap-GR2a	B1sb	100,00	10,70	0	0	27,00	350	38,000	1,2	2,983
AN9	Ap-GR2a	B2/1sb	25,00	10,70	60	250	27,00	150	38,000	1	9,539
AN10	Ap-GR2a	B2/1sb	50,00	10,70	60	250	27,00	230	38,000	1	6,565
AN11	Ap-GR2a	B2/1sb	75,00	10,70	60	250	27,00	300	38,000	1	4,086
AN12	Ap-GR2a	B2/1sb	100,00	10,70	60	250	27,00	350	38,000	1	3,729
AN13	Ap-GR2b	B4/1sb	25,00	10,70	60	220	27,00	120	33,000	1	6,043
AN14	Ap-GR2b	B4/1sb	50,00	10,70	60	220	27,00	190	33,000	1	5,162
AN15	Ap-GR2b	B4/1sb	75,00	10,70	60	220	27,00	250	33,000	1	3,523
AN16	Ap-GR2b	B4/1sb	100,00	10,70	60	220	27,00	300	33,000	1	3,316
AN17	Ap-GR3a	C4sb	25,00	10,70	70	150	26,00	100	30,000	1	4,151
AN18	Ap-GR3a	C4sb	50,00	10,70	70	150	26,00	150	30,000	1	3,976
AN19	Ap-GR3a	C4sb	75,00	10,70	70	150	26,00	200	30,000	1	3,041
AN20	Ap-GR3a	C4sb	100,00	10,70	70	150	26,00	240	30,000	1	2,919
AN21	Ap-GR3b	C2sb	25,00	10,70	55	150	26,00	80	28,000	1	2,779
AN22	Ap-GR3b	C2sb	50,00	10,70	55	150	26,00	120	28,000	1	3,005
AN23	Ap-GR3b	C2sb	75,00	10,70	55	150	26,00	160	28,000	1	2,610
AN24	Ap-GR3b	C2sb	100,00	10,70	55	150	26,00	200	28,000	1	2,600

**Tabella 9-1. Argille a palombini coperture tra i 25m e i 100m: riepilogo analisi Tamez & Cornejo in fase di terapia**

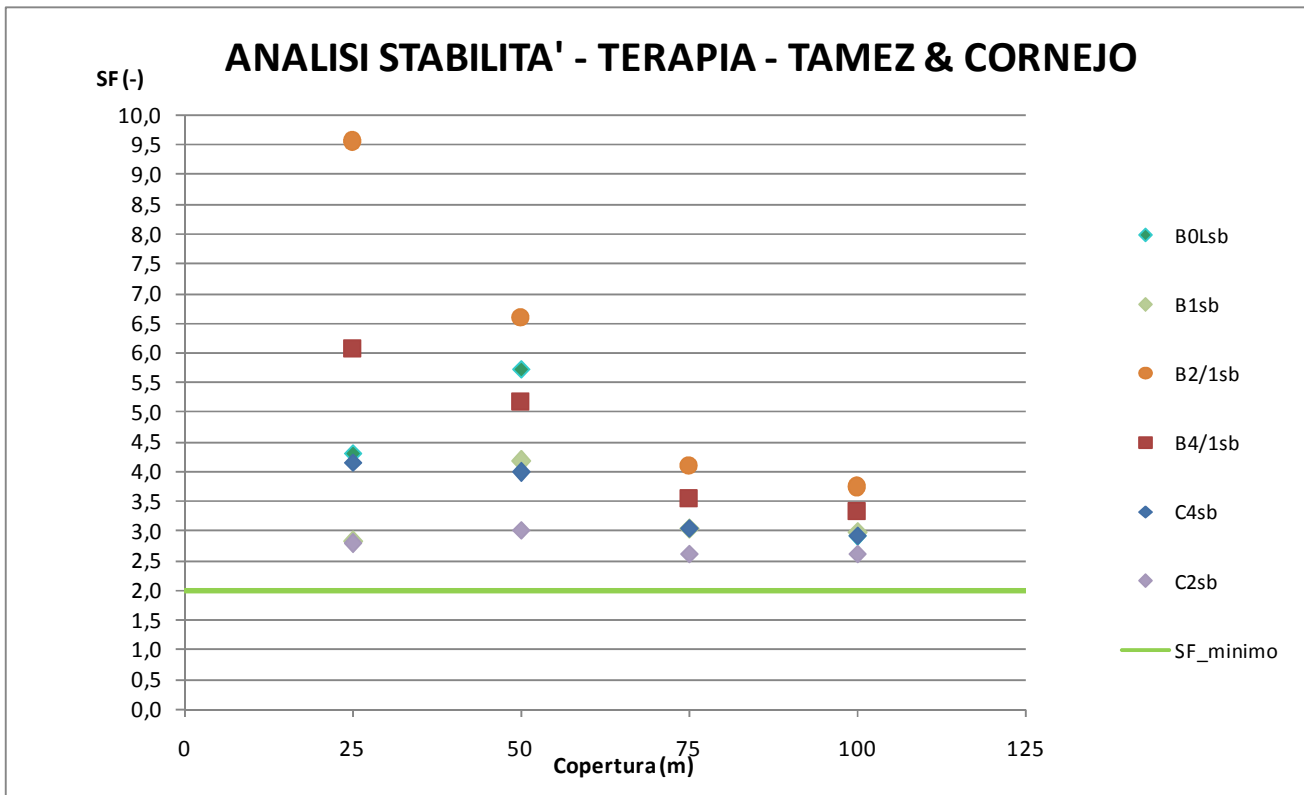


Figura 9-1 –Argille a palombini coperture tra i 25m e i 100m: Risultati analisi di stabilità - Fase di terapia

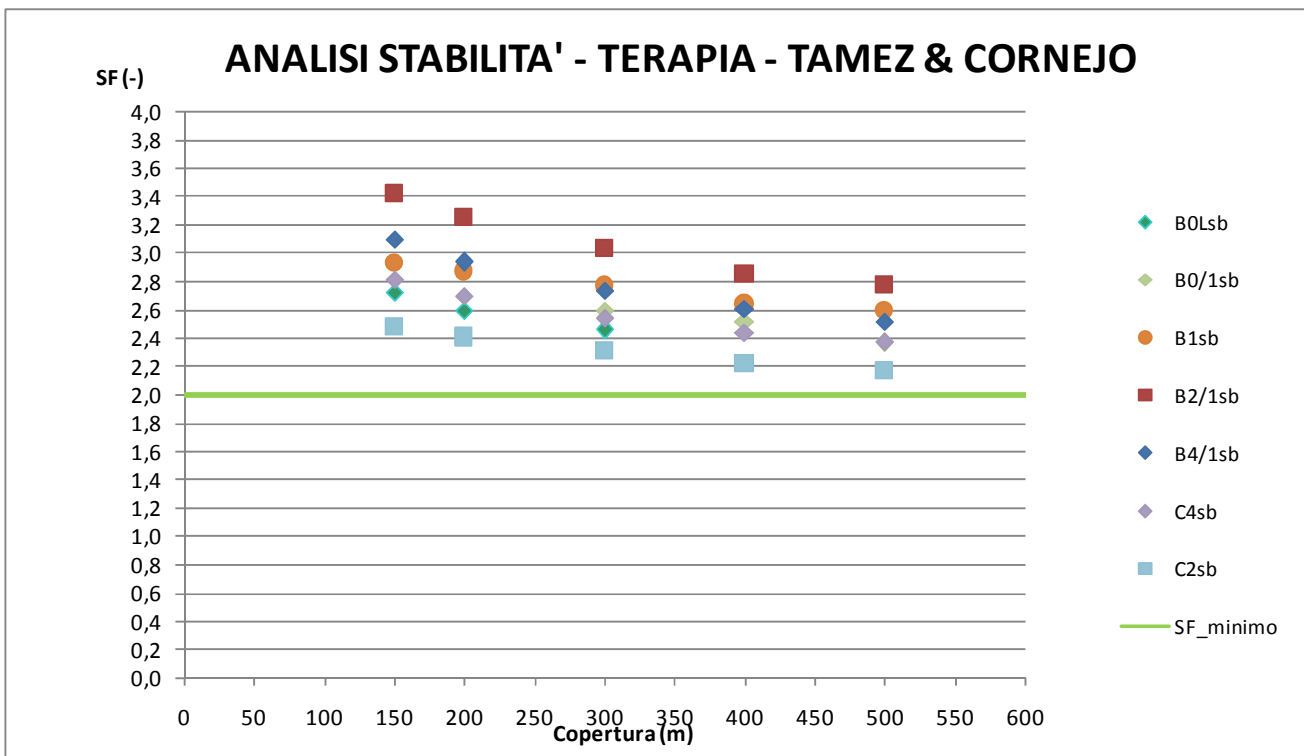


Figura 9-2 –Argille a palombini coperture tra i 150m e i 500m: Risultati analisi di stabilità - Fase di terapia

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG5100ECVCLGN0000004A00		Foglio 86 di 163

ANALISI STABILTA' 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)	FSF	
AN1	Ap-GR1	B0Lsb	150,00	10,70	0	0	27,00	770	40,000	4,2	2,718	
AN2	Ap-GR1	B0Lsb	200,00	10,70	0	0	27,00	910	39,000	4,2	2,592	
AN3	Ap-GR1	B0Lsb	300,00	10,70	0	0	27,00	1175	39,000	4,2	2,455	
AN4	Ap-GR1	B0/1sb	300,00	10,70	0	0	27,00	1175	39,000	3,6	2,592	
AN5	Ap-GR1	B0/1sb	400,00	10,70	0	0	27,00	1450	38,000	3,6	2,519	
AN6	Ap-GR1	B0/1sb	500,00	10,70	0	0	27,00	1550	38,000	3,6	2,367	
AN7	Ap-GR2a	B1sb	150,00	10,70	0	0	27,00	450	38,000	1,2	2,924	
AN8	Ap-GR2a	B1sb	200,00	10,70	0	0	27,00	550	36,000	1,2	2,871	
AN9	Ap-GR2a	B1sb	300,00	10,70	0	0	27,00	725	33,000	1,2	2,767	
AN10	Ap-GR2a	B1sb	400,00	10,70	0	0	27,00	850	30,000	1,2	2,639	
AN11	Ap-GR2a	B1sb	500,00	10,70	0	0	27,00	1000	29,000	1,2	2,593	
AN12	Ap-GR2a	B2/1sb	150,00	10,70	60	250	27,00	450	38,000	1	3,417	
AN13	Ap-GR2a	B2/1sb	200,00	10,70	60	250	27,00	550	36,000	1	3,249	
AN14	Ap-GR2a	B2/1sb	300,00	10,70	60	250	27,00	725	33,000	1	3,034	
AN15	Ap-GR2a	B2/1sb	400,00	10,70	60	250	27,00	850	30,000	1	2,849	
AN16	Ap-GR2a	B2/1sb	500,00	10,70	60	250	27,00	1000	29,000	1	2,774	
AN17	Ap-GR2b	B4/1sb	150,00	10,70	60	220	27,00	390	33,000	1	3,098	
AN18	Ap-GR2b	B4/1sb	200,00	10,70	60	220	27,00	465	31,000	1	2,936	
AN19	Ap-GR2b	B4/1sb	300,00	10,70	60	220	27,00	590	29,000	1	2,738	
AN20	Ap-GR2b	B4/1sb	400,00	10,70	60	220	27,00	700	27,000	1	2,610	
AN21	Ap-GR2b	B4/1sb	500,00	10,70	60	220	27,00	800	25,000	1	2,514	
AN22	Ap-GR3a	C4sb	150,00	10,70	70	150	26,00	320	30,000	1	2,810	
AN23	Ap-GR3a	C4sb	200,00	10,70	70	150	26,00	380	29,000	1	2,695	
AN24	Ap-GR3a	C4sb	300,00	10,70	70	150	26,00	490	26,000	1	2,542	
AN25	Ap-GR3a	C4sb	400,00	10,70	70	150	26,00	580	24,000	1	2,435	
AN26	Ap-GR3a	C4sb	500,00	10,70	70	150	26,00	680	22,000	1	2,372	
AN27	Ap-GR3b	C2sb	150,00	10,70	55	150	26,00	250	27,000	1	2,480	
AN28	Ap-GR3b	C2sb	200,00	10,70	55	150	26,00	300	25,000	1	2,405	
AN29	Ap-GR3b	C2sb	300,00	10,70	55	150	26,00	390	23,000	1	2,312	
AN30	Ap-GR3b	C2sb	400,00	10,70	55	150	26,00	450	21,000	1	2,215	
AN31	Ap-GR3b	C2sb	500,00	10,70	55	150	26,00	540	19,000	1	2,166	

**Tabella 9-2. Argille a palombini coperture tra i 150m e i 500m:riepilogo analisi Tamez & Cornejo in fase di terapia**

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. Si vogliono però segnalare situazioni prossime al valore limite per quanto riguarda le analisi relative al gruppo geomeccanico 3b con un valore di sicurezza che si avvicina al valore limite una volta raggiunta la massima altezza di copertura. Si noti che le sezioni di tipo B0 presentano fattori di sicurezza inferiori alle sezioni di tipo B1 e B4/1 (applicati in contesti geomeccanici migliori) in quanto si sono adottati valori di sfondo massimo superiori.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG5100ECVCLGN0000004A00		Foglio 87 di 163

### 9.3 Verifiche con il metodo delle curve caratteristiche

Nel seguito vengono indicati gli interventi previsti per la realizzazione della galleria in oggetto per ogni sezione tipo ed i risultati ottenuti dalle analisi mediante le linee caratteristiche in fase di terapia.

PRERIVESTIMENTI					
SEZIONE TIPO	Variabilità	centine	passo	Sfondi	spritz beton
	[-]	[-]	[m]	[m]	[cm]
B0Lsb	Media	2xIPN160	1,4	4,2	20
B0/1sb	Media	HEB180	1,2	3,6	25
B1sb	Media	2xIPN220	1,2	1,2	30
B2/1sb	Media	HEB200	1	1	30
B4/1sb	Media	2xIPN240	1	1	30
C2sb	Media	HEB240	1	1	30
C4sb	Media	HEB240	1	1	30

**Tabella 9-3. Fase di terapia: prerivestimenti**

CONSOLIDAMENTI FRONTE					
SEZIONE TIPO	Variabilità	TIPO	N°	L-interventi	L-sovrapp
	[-]	[-]	[-]	[m]	[m]
B0Lsb	Media	-	-	-	-
B0/1sb	Media	-	-	-	-
B1sb	Media	-	-	-	-
B2/1sb	Media	VTR - CEM	60	24	6-12
B4/1sb	Media	VTR - CEM	60	24	6-12
C2sb	Media	VTR - CEM	55	24	6-12
C4sb	Media	VTR - CEM	70	24	6-12

**Tabella 9-4. Fase di terapia: consolidamenti al fronte**

INTERVENTI CONTORNO							
SEZIONE TIPO	Variabilità	TIPO	N°		L-interventi	L-sovrapp	Maglia
	[-]	[-]	[-]		[m]	[m]	
B0Lsb	Media	-	-		-	-	-
B0/1sb	Media	-	-		-	-	-
B1sb	Media	BULLONI - F24	-		5.50 - 6.50	-	1.20 x 2.0
B2/1sb	Media	-	-		-	-	-
B4/1sb	Media	BULLONI - F28	-		5.50 - 6.50	-	1.00 x 2.00
C2sb	Media	VTR - VAL	55		24	6-12	-
		VTR Piede VAL	6+6		24	6-12	-
C4sb	Media	VTR - CEM	70		24	6-12	-
		VTR Piede CEM	6+6		24	6-12	-

**Tabella 9-5. Fase di terapia: consolidamenti al contorno**



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 88 di 163</span>

RIVESTIMENTI							
SEZIONE TIPO	Variabilità	Classe cls Rck	Sp. AR	Sp. CAL	Fronte - murette	Fronte-AR	Fronte-definitivo
	[-]	[MPa]	[cm]	[cm]			
B0Lsb	Media	25	80	60	9Φ	12Φ	15Φ
B0/1sb	Media	25	90	70	9Φ	12Φ	15Φ
B1sb	Media	25	100	80	9Φ	12Φ	15Φ
B2/1sb	Media	30	100	80	3Φ	5Φ	9Φ
B4/1sb	Media	30	100	80	3Φ	5Φ	9Φ
C2sb	Media	30	100	90	3Φ	3Φ	9Φ
C4sb	Media	30	100	90	3Φ	3Φ	9Φ

**Tabella 9-6. Fase di terapia: distanze getti**

Può essere prevista la presenza di un puntone nelle sezioni C2 e C4 nel caso non vengano eseguiti i consolidamenti al piede della centina.

Per quanto riguarda le sezioni tipo C2 i consolidamenti al contorno sono stati tenuti in conto attraverso una coronella di terreno consolidato avente le seguenti caratteristiche:

- modulo elastico pari a 2 volte il valore relativo al terreno non trattato
- RQD = 50% (a 48 h) – 70% (a 7 giorni)
- $\sigma_{cm} = 1$  MPa (parametro minimo richiesto a 48h per il terreno trattato) – 1.5 (a 7 giorni)

In considerazione di tali proprietà sono stati ricavati i parametri di Hoek e Brown della coronella che risultano essere pari a quelli del terreno non trattato ad eccezione del GSI e del modulo elastico che subiscono un incremento:

- modulo elastico pari a 2 volte il valore relativo al terreno non trattato
- $\sigma_{ci}$  = Pari al valore del terreno non trattato
- GSI = 50
- $m_i = 19$

Si è così ottenuta la resistenza a compressione uniassiale  $\sigma_c$  del terreno trattato pari a 0.31 MPa.

Per quanto riguarda le sezioni tipo C4 i consolidamenti al contorno dati da VTR cementati sono stati tenuti in conto attraverso una coronella di terreno consolidato avente le seguenti caratteristiche:

- modulo elastico pari al valore del terreno non trattato
- $\sigma_{ci}$  = Pari al valore del terreno non trattato
- GSI = 40
- $m_i = 19$

Si è così ottenuta la resistenza a compressione uniassiale  $\sigma_c$  della coronella pari a 0.25 MPa.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG5100ECVCLGN0000004A00		Foglio 89 di 163

Per quanto riguarda le analisi eseguite in Mohr-Coulomb i valori relativi alla coronella impiegati per le sezioni C2 e C4 sono i medesimi di quelli indicati nel seguito per le analisi ad elementi finiti.

I principali risultati in termini deformativi e tensionali ottenuti in fase di terapia sono riassunti nelle seguenti tabelle. Si ricorda che si impiegheranno i parametri medi del range impiegando un criterio di rottura di tipo Mohr- Coulomb. È necessario inoltre specificare che l'utilizzo del metodo "transfer-matrix" (cfr. 4.1.3), che permette di tenere in conto la presenza del preconsolidamento al contorno, riporta valori di convergenze e spostamenti al fronte e in galleria generalmente più bassi rispetto ai risultati calcolati con le classiche soluzioni in forma chiusa di letteratura e anche rispetto ai valori evidenziati da scavi in materiali simili. In ogni caso comunque questa differenza è percentualmente contenuta e non influenza la classificazione del comportamento dell'ammasso. Le verifiche in fase di terapia pertanto sono state condotte tutte con il metodo "transfer-matrix" per coerenza numerica, nel tentativo di evidenziare l'effetto degli interventi, rimandando per una valutazione più realistica degli effetti deformativi di fronte e scavo alle analisi numeriche.

RISULTATI ANALISI LC - FASE DI TERAPIA													
Sezione tipologica	Formazione geologica	Copertura	R <sub>m</sub> (m)	U <sub>fronte</sub> (cm)	R <sub>pi fronte</sub> (m)	R <sub>pi fronte</sub> /R <sub>m</sub>	U <sub>massa opera</sub> (cm)	σ <sub>spritz</sub> (MPa)	σ <sub>cert</sub> (MPa)	Conv <sub>rad preriv</sub> (cm)	U <sub>req</sub> (cm)	R <sub>pi req</sub> (m)	σ <sub>ca *</sub> (MPa)
B0Lsb	AP - GR1	50	5,05	0,08	5,11	1,01	0,14	0,12	1,18	0,03	0,17	5,44	0,03
		75	5,05	0,13	5,21	1,03	0,22	0,20	1,89	0,04	0,26	5,66	0,06
		100	5,05	0,17	5,28	1,05	0,31	0,28	2,64	0,06	0,37	5,83	0,08
		150	5,05	0,26	5,39	1,07	0,48	0,44	4,25	0,09	0,58	6,05	0,13
		200	5,05	0,37	5,50	1,09	0,68	0,65	6,24	0,14	0,82	6,30	0,21
		300	5,05	0,58	5,60	1,11	1,08	1,04	10,06	0,22	1,31	6,53	0,24
B0/1sb	AP - GR1	300	5,05	0,60	5,77	1,14	1,07	1,22	11,58	0,26	1,33	6,69	0,45
		400	5,05	0,84	5,87	1,16	1,50	1,76	16,74	0,38	1,88	6,94	0,67
		500	5,05	1,11	6,00	1,19	2,00	2,38	22,58	0,50	2,52	7,21	0,93
B1sb	AP - GR2a	50	5,34	0,31	5,85	1,10	0,40	0,91	8,53	0,20	0,61	6,43	0,38
		75	5,34	0,48	5,96	1,12	0,63	1,40	13,22	0,31	0,95	6,59	0,60
		100	5,34	0,68	6,06	1,13	0,88	1,93	18,15	0,42	1,31	6,76	0,83
		150	5,34	1,08	6,19	1,16	1,45	2,83	26,65	0,61	2,08	6,99	1,23
		200	5,34	1,57	6,41	1,20	2,01	4,29	40,29	0,93	2,97	7,35	1,86
		300	5,34	2,78	6,81	1,28	3,60	6,95	65,30	1,51	5,14	9,44	3,06
B2/1sb	AP - GR2a	400	5,34	4,56	7,36	1,38	5,55	10,96	102,94	2,38	7,98	8,98	4,84
		500	5,34	6,25	8,05	1,51	7,73	13,87	130,30	2,72	10,82	9,77	6,17
		50	5,34	0,26	5,34	1,00	0,37	0,99	9,34	0,22	0,60	6,38	0,43
		75	5,34	0,40	5,44	1,00	0,57	1,58	14,87	0,34	0,92	6,55	0,70
		100	5,34	0,54	5,44	1,02	0,78	2,22	20,87	0,48	1,27	6,68	0,98
		150	5,34	0,84	5,63	1,05	1,22	3,46	32,52	0,75	1,99	6,85	1,54
B4/1sb	AP - GR2b	200	5,34	1,22	5,86	1,10	1,73	4,98	46,80	1,08	2,85	7,22	2,24
		300	5,34	2,14	6,26	1,17	2,95	8,36	78,57	1,82	4,82	7,87	3,79
		400	5,34	3,51	6,78	1,27	4,65	12,57	118,13	2,73	7,45	8,72	5,74
		500	5,34	4,80	7,05	1,32	6,34	16,28	152,96	3,53	9,97	9,12	7,46
		50	5,34	0,37	5,34	1,00	0,54	1,58	14,91	0,34	0,89	6,94	0,74
		75	5,34	0,57	5,54	1,04	0,83	2,49	23,38	0,54	1,39	7,11	1,16
C4sb	AP - GR3a	100	5,34	0,80	5,71	1,07	1,15	3,39	31,85	0,74	1,91	7,26	1,59
		150	5,34	1,15	5,97	1,12	1,86	5,14	48,33	1,11	3,00	7,46	2,42
		200	5,34	2,03	6,32	1,18	2,76	7,35	68,99	1,59	4,40	7,98	3,48
		300	5,34	3,82	6,87	1,29	4,93	11,74	110,31	2,55	7,55	8,72	5,59
		400	5,34	6,36	7,45	1,40	7,87	16,54	155,40	3,59	11,56	9,55	7,91
		500	5,34	9,85	8,08	1,51	11,76	19,20	190,00	6,44	18,32	10,99	9,21
C2sb	AP - GR3b	50	5,43	0,43	5,65	1,04	0,67	2,62	20,52	0,48	1,16	7,87	0,70
		75	5,43	0,70	5,94	1,09	1,11	3,98	31,20	0,73	1,86	8,15	1,02
		100	5,43	1,01	6,17	1,14	1,62	5,24	41,13	0,97	2,61	8,39	1,35
		150	5,43	1,73	6,49	1,20	2,79	7,59	59,48	1,39	4,21	8,73	1,96
		200	5,43	2,66	6,85	1,26	4,19	10,15	79,60	1,87	6,10	9,19	2,76
		300	5,43	5,59	7,74	1,43	8,38	15,63	122,53	2,88	11,32	10,60	4,62
C2sb	AP - GR3b	400	5,43	9,75	8,55	1,57	14,09	21,22	166,34	3,91	18,09	11,93	6,64
		500	5,43	14,34	9,11	1,68	20,53	23,10	190,00	9,81	28,89	13,65	6,88
		50	5,43	0,57	6,00	1,10	0,77	2,89	22,65	0,53	1,32	7,91	1,18
		75	5,43	0,99	6,36	1,17	1,41	4,22	33,14	0,78	2,21	8,35	1,61
		100	5,43	1,46	6,62	1,22	2,09	5,54	43,46	1,02	3,13	8,63	2,01
		150	5,43	2,76	7,18	1,32	3,76	8,38	65,71	1,54	5,34	9,31	3,05
C2sb	AP - GR3b	200	5,43	4,74	7,88	1,45	6,25	11,42	89,54	2,10	8,41	10,36	4,17
		300	5,43	10,27	8,59	1,58	13,15	16,85	132,08	3,10	16,32	12,11	6,14
		400	5,43	19,93	9,39	1,73	24,95	22,28	174,60	4,10	29,16	14,47	7,23
		500	5,43	35,06	9,89	1,82	28,23	23,10	190,00	9,52	37,85	14,35	7,93

Tabella 9-7. Argille a palombini: Riassunto analisi linee caratteristiche

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 90 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 90 di 163
Foglio 90 di 163		

Dove:

- $R_m$ = raggio (nelle analisi svolte con le linee caratteristiche si è utilizzato un raggio medio tra il raggio di scavo in calotta ed il raggio equivalente all'area di scavo)
- $\nu$ =coefficiente di Poisson
- $U_{fronte}$ =spostamento al fronte
- $U_{messa\ in\ opera}$ =spostamento alla messa in opera del prerivestimento
- $U_{eq}$ =spostamento all'equilibrio (rivestimenti definitivi)
- $R_{pl\ fronte}$ =raggio plastico al fronte
- $R_{eq}$ =raggio plastico all'equilibrio (rivestimenti definitivi)
- $\sigma_{spritz}^*$ =tensione nello spritz beton
- $\sigma_{cent}^*$ =tensione nelle centine metalliche
- $\sigma_{cls}^*$ =tensione nei rivestimenti definitivi

*\* La schematizzazione del calcolo (ad esempio la mancanza della maturazione dello spritz beton), i parametri impiegati relativi alle sezioni medie in tutte le analisi portano ad avere tensioni su tali elementi superiori ai limiti dei materiali alle massime coperture: per le verifiche di tali sezioni tipo si rimanda direttamente alle più accurate analisi numeriche inserite nel seguito. Nelle altre situazioni le linee caratteristiche hanno invece evidenziato uno stato tensionale sia per quanto riguarda i rivestimenti di prima fase che per i rivestimenti definitivi compatibile con i materiali adottati in progetto*

Le linee caratteristiche mostrano un comportamento fortemente legato alle caratteristiche dei materiali di scavo e alle coperture, arrivando ad elevati valori di spostamento sia in preconvergenza come spostamento atteso al fronte, che come convergenza dei prerivestimenti, nel caso di GR3 ad elevate coperture. I valori sono ritenuti accettabili date le alte coperture analizzate e i parametri davvero scadenti del contesto analizzato, in particolare per le alte coperture,. Nei gruppi geomeccanici con parametri migliori le curve attese di convergenza evidenziano valori molto limitati per coperture inferiori ai 200m, e comunque accettabili anche nei casi delle massime coperture.

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

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 91 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 91 di 163
Foglio 91 di 163		

## 9.4 Modelli numerici di calcolo: Ipotesi di base

Nei seguenti paragrafi verranno descritti i modelli di calcolo impiegati per il dimensionamento dei rivestimenti di prima fase e definitivi. In particolare si svolgeranno le seguenti analisi numeriche relative alle sezioni tipo ritenute più significative:

- B0Lsb, B0/1sb, B1sb, B2/1sb, C4sb per quanto riguarda lo scavo nelle Argilliti a Palombini.

Verranno inoltre svolte analisi numeriche per studiare l'effetto delle interferenze tra le canne e poter scegliere, per queste zone, le tipologie di sezioni più adatte.

Tutte le analisi verranno effettuate alla massima copertura in chiave calotta alla quale tali sezioni sono previste, tenendo in conto anche dell'effetto dovuto allo scavo della seconda canna ed eventualmete del cunicolo in affiancamento; le condizioni analizzate sono ritenute le più critiche lungo il tracciato e quindi quelle dimensionanti per la strutture in esame.

In particolare le analisi delle sezioni adottate nel contesto geomeccanico degli argilloscisti considerano coperture anche più elevate di quelle relative alla sola tratta in esame, ma che corrispondono alla massima copertura alla quale tali sezioni risultano utilizzabili.

Sono state analizzate determinate condizioni critiche per la tratta in esame, definibili al momento della stesura di tale relazione. In particolare sono riportate le analisi, in relazione a quanto già descritto al § 6.2, in cui si hanno due canne a distanza ravvicinata (distanza tra gli assi <35 m), in uscita dal camerone GN13, e tre canne a distanza ravvicinata (arrivo delle canne binario paribinario dispari e dell'interconnessione Voltri – III Valico nei camerone GN14B e GN15B). Inoltre si riporta un'analisi in faglia alle coperture più basse per controllare gli spostamenti attesi in superficie.

La tratta in cui si ha un interasse tale per cui lo scavo della seconda canna può creare interferenze significative, in uscita dal camerone GN13, è abbastanza lunga tanto da arrivare alla zona di faglia alla pk 1+730 circa. Si riportano pertanto le analisi delle due sezioni più significative, B2/1 nella prima tratta e C4 in faglia.

La criticità relativa alle tre canne ravvicinate per l'interferenza con l'interconnessione è presente sia sulla canna pari che sulla canna dispari, a differenti progressive, quando si è in prossimità dei camerone GN14B e GN15B. Essendo le geometrie e le fasi esecutive, ipotizzate da cronoprogramma, identiche, si ripropone in relazione solamente l'analisi alla copertura massima, attesa all'imbocco con il camerone GN15B.

Anche per quanto riguarda le criticità relative a possibili fenomeni di subsidenza nei casi di basse coperure, si riporta l'analisi più cautelativa che caratterizza la sezione in faglia con coperture inferiori a 30m pesente nelle GN14A/15A. Si ritiene che i fenomeni deformativi a piano campagna risultanti da questa analisi siano i più critici dell'intera tratta e pertanto definiranno la necessità di eseguire ulteriori analisi puntuali nelle altre zone di interferenze superficiali (cfr. §11).

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. Obiettivo delle analisi numeriche è la simulazione dello scavo impostando le varie fasi costruttive secondo il comportamento dell'ammasso, l'applicazione dei carichi, i tempi di

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004.A00 <span style="float: right;">Foglio 92 di 163</span>

maturazione dello spritz-beton e le distanze d'applicazione dal fronte. Terminata la fase di analisi numerica si ottiene una simulazione dell'interazione terreno-struttura per tutte le sezioni tipo previste nel progetto.

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. Nelle sezioni aventi interventi di consolidamento al contorno, tale intervento non viene più considerato agente nella fase di lungo termine, ripristinando le condizioni naturali dell'ammasso.

Sezioni a singolo binario – doppia canna

ANALISI	SEZIONE TIPO	FORMAZIONE GEOLOGICA PREVALENTE	Copertura [m]
1	B0Lsb	Ap-GR1	300
2	B0/1sb	Ap-GR1	500
3	B1sb	Ap-GR2a	500
4	B2/1sb	Ap-GR2a	500
5	C4sb	Ap-GR3a	500

**Tabella 9-8. Descrizione dei modelli numerici impiegati**

Sezioni di interferenza – basse coperture in faglia/ doppia canna/ tripla canna

ANALISI	SEZIONE TIPO	FORMAZIONE GEOLOGICA PREVALENTE	Copertura [m]
6	C4sb	Ap-GR3a	25
7	B2/1 interconnessione	Ap-GR2	200
8	B2/1 canne ravvicinate	Ap-GR2	90
9	C4sb canne ravvicinate	Ap-GR3a	90

**Tabella 9-9. Descrizione dei modelli numerici delle sezioni di interferenza**



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 93 di 163</span>

#### 9.4.1 Modellazione degli elementi geotecnici e strutturali

##### Parametri Geotecnici

Per quanto riguarda la modellazione delle Argilliti a Palombini si è ritenuto opportuno utilizzare un modello costitutivo di tipo Mohr - Coulomb utilizzando i seguenti parametri, ottenuti linearizzando i parametri di Hoek & Brown in funzione dello stato tensionale medio presente al contorno del cavo. Solamente per le analisi delle interferenze (doppia e tripla canna in Gr2) è stato adottato un modello costitutivo di tipo Hoek-Brown con i parametri medi del gruppo geomeccanico considerato.

Argille a Palombini - Parametri di calcolo (Linearizzazione Modello Mohr-Coulomb)									
Formazione	Modello di calcolo	Valori	$\phi$	$\phi$	$c_p$	$c_r$	$\gamma$	$\nu$	$E_{op}$
			[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[MPa]
GR1	B0Lsb	medi	39	31	1175	1060	27	0.3	5400
	B0/1sb	medi	39	31	1175	1060			
GR2a	B1sb	medi	29	27	1000	850	27	0.3	1750
	B2/1sb	max	30	29	1000	900			
GR3a	C4sb	max	25	23	700	600	26	0.3	1100

Argille a Palombini - Parametri di calcolo (Modello Hoek-Brown)											
Formazione	$g$	$n$	$E_{op}$	$s_c$	$m_i$	$GSI$	$a$	$m_{bp}$	$s_p$	$m_{br}$	$s_r$
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[GPa]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
GR1	27	0.3	5.4	35	17.5	50	0.506	2.93	0.0039	2.14	0.0021
GR2a	27	0.3	1.75	12	20	42	0.510	2.52	0.0016	1.75	0.0008
GR2b	27	0.3	1.25	10	17.5	37	0.514	1.84	0.0009	1.24	0.0004
GR3a	26	0.3	1.1	7	19	33	0.518	1.74	0.0006	1.14	0.0003
GR3b	26	0.3	0.9	5		28	0.526	1.45	0.0003	0.92	0.0001

NOTA: i valori residui sono stati calcolati con un fattore di disturbo  $D=0.3$

**Tabella 9-10 - Parametri di calcolo argille a palombini**

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

##### Consolidamento al contorno

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

Per quanto riguarda le sezioni tipo C2 i parametri di Hoek e Brown della coronella risultano essere pari a quelli del terreno non trattato ad eccezione del GSI e del modulo elastico che subiscono un incremento:

- modulo elastico adottato nella modellazione ( $E$ ) pari a 2 volte quello del terreno non trattato ( $E_{op}$ )
- $\sigma_{ci}$  pari a quello del terreno non trattato
- $GSI = 50$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 232 1546 320"> <tr> <td>Foglio 94 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 94 di 163
Foglio 94 di 163		

- $m_i$  pari a quello del terreno non trattato

Le sezioni tipo C4 è caratterizzata da consolidamenti al contorno realizzati mediante VTR cementati; tali interventi vengono tenuti in conto attraverso una coronella di terreno consolidato per la quale si incrementa unicamente il valore del GSI:

- modulo elastico adottato nella modellazione (E) pari a quello del terreno non trattato ( $E_{0p}$ )
- $\sigma_{ci}$  pari a quello del terreno non trattato
- GSI = 40
- $m_i$  pari a quello del terreno non trattato

### Condizioni idrogeologiche

In base a quanto presentato nel quadro idrogeologico e con riferimento al paragrafo 5.3 non si è considerato agente il carico idraulico.

### Modellazione degli elementi strutturali

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

Nella modellazione di sezioni non armate, al fine di simulare i getti separati di arco rovescio e murette rispetto a calotte e piedritti, si sono predisposti elementi di interfaccia non reagenti a trazione. Nei modelli di calcolo relativi a sezioni armate la presenza di armature di richiamo giustifica l'assenza di codesti elementi di interfaccia.

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

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

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

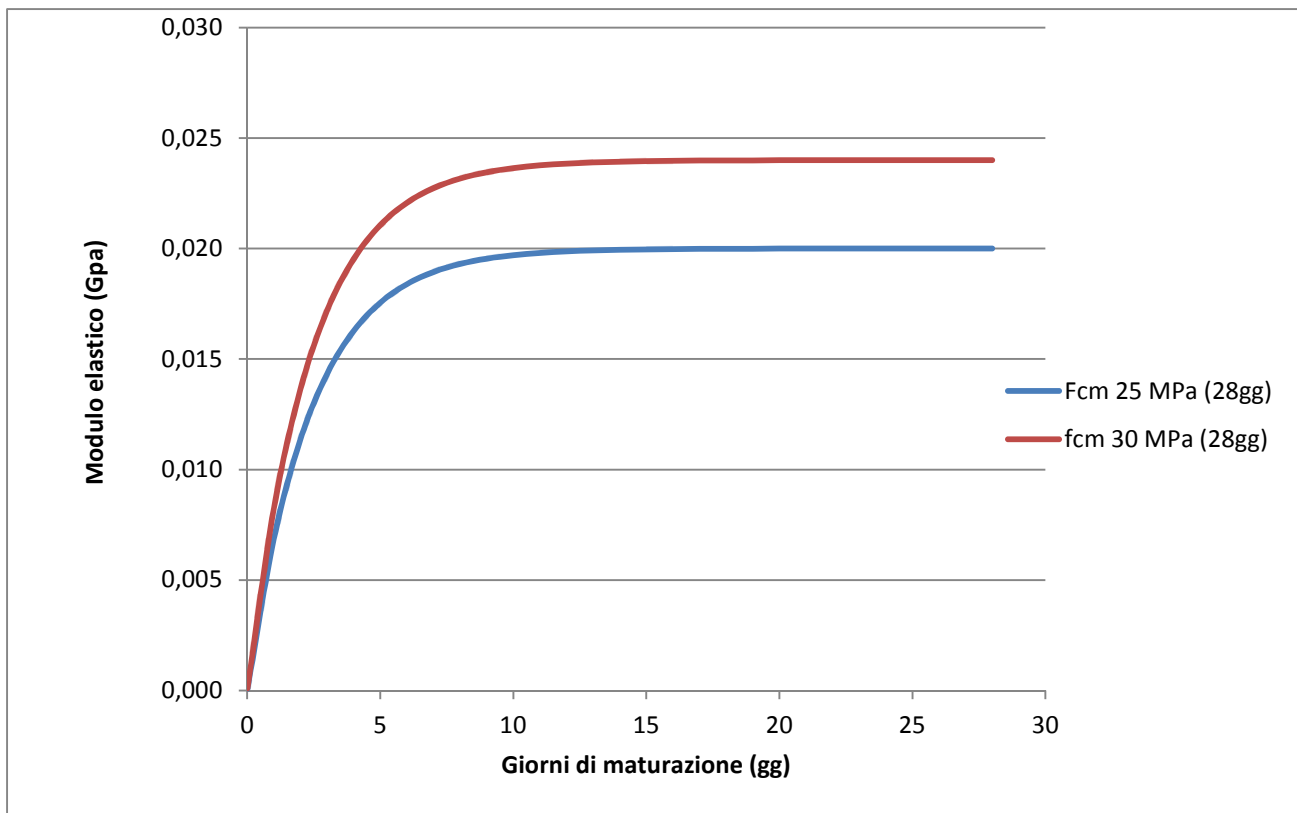
Dove:

- E Modulo elastico dello spritz beton impiegato
- $E_{cen}$  Modulo elastico delle centine metalliche
- $I_{cen}$  Modulo di inerzia delle centine metalliche
- $A_{cen}$  Area delle centine metalliche
- s Spessore di spritz beton impiegato
- d Passo delle centine metalliche

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

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

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



In particolare si sono utilizzati nei modelli di calcolo 3 differenti moduli elastici per il calcestruzzo relativi a 0.5, 3 e 28 giorni, i cui valori sono nel seguito riportati. Come si nota dal grafico già a

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 96 di 163</span>

partire da 10 giorni di maturazione il modulo elastico risulta pressochè pari al valore finale, per cui risulta verosimile non variare le caratteristiche del supporto a partire da tale istante temporale.

Spritz beton  $f_{cm} = 25 \text{ MPa}$  a 28gg

Maturazione	$E_t$	$F_{cm}$
[gg]	[Gpa]	[MPa]
0.5	3.788	4 (*)
3	14.327	14
28	20.000	25

(\*)Valori medi stimati in assenza di prove dirette

Spritz beton  $f_{cm} = 30 \text{ MPa}$  a 28gg

Maturazione	$E_t$	$F_{cm}$
[gg]	[Gpa]	[MPa]
0.5	4.546	4 (*)
3	17.192	16
28	24.000	30

(\*)Valori medi stimati in assenza di prove dirette

#### 9.4.2 Taratura modelli di calcolo

Per simulare il progressivo allontanamento del fronte di scavo dalla sezione di verifica e la contemporanea posa in opera dei sostegni con un'analisi bidimensionale, è necessario introdurre numericamente l'"effetto fronte", rilassando progressivamente le forze 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. L'adozione della sola curva  $\lambda$ , così come comunemente espressa quale criterio di riduzione delle caratteristiche elastiche e di resistenza del nucleo nel corso dell'analisi, non sempre produce i dovuti risultati tenso-deformativi, né per confronto con quanto ottenuto in base alla teoria delle Curve Caratteristiche o a simulazioni con modelli assialsimmetrici, né per confronto con quanto effettivamente rilevato in corso d'opera. Tale curva deve essere quindi tarata in funzione delle caratteristiche geomeccaniche del materiale, dello stato tensionale in sito e del criterio di rottura del materiale.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 97 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 97 di 163
Foglio 97 di 163		

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

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

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

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

Si ha pertanto:

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

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

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

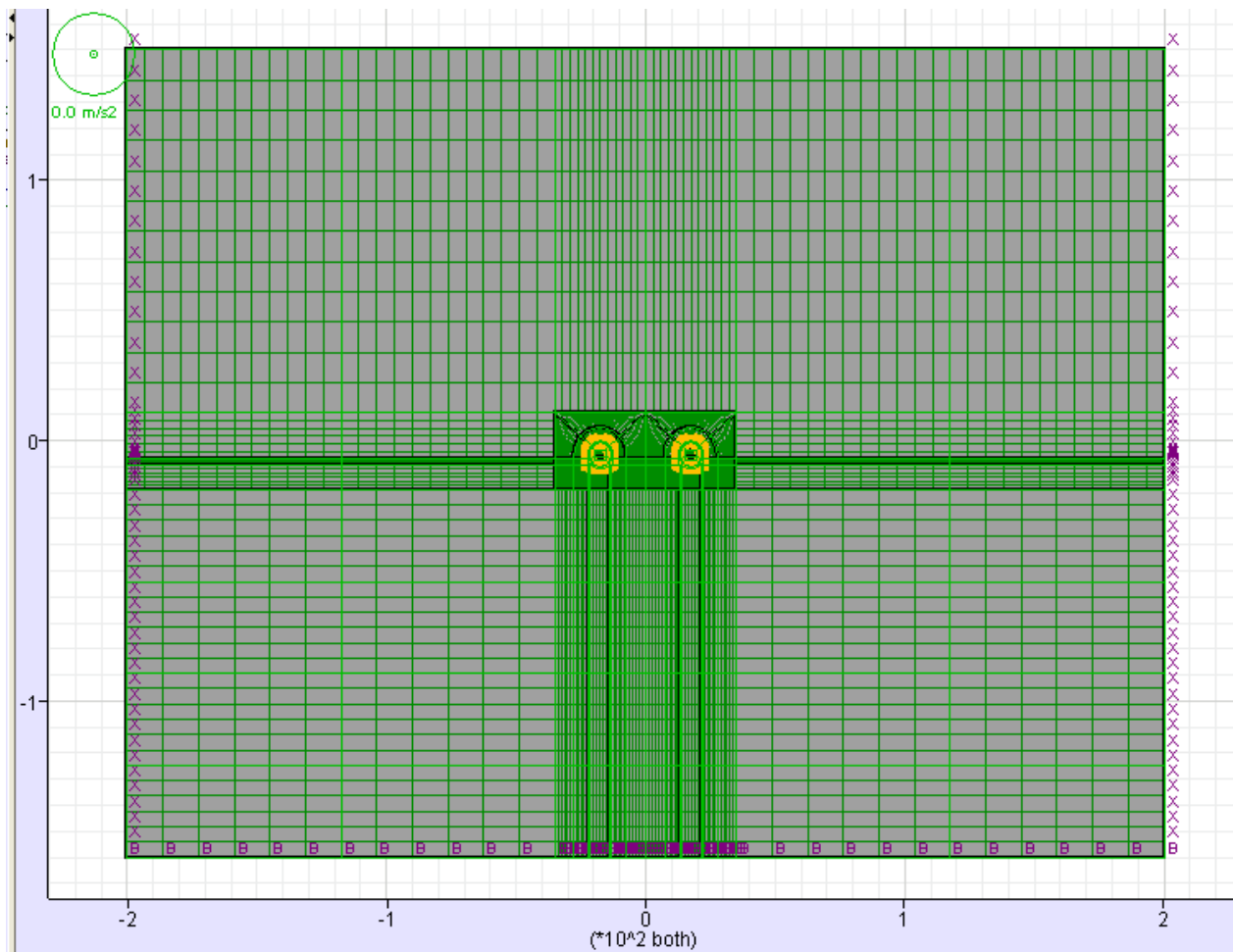
## 9.5 Modello 1: Sezione tipo B0Lsb Copertura 300m

Il terreno è stato modellato attraverso un unico strato con una copertura in chiave calotta di circa 300m, avente le caratteristiche del Gruppo geomeccanico 1 delle Argilliti a Palombini precedentemente riportate. Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un modello costitutivo di tipo "strain softening".

I rivestimenti di prima fase sono stati modellati tramite elementi beam disposti lungo l'estradosso della galleria, in modo da simulare l'omogenizzazione delle centine e del calcestruzzo proiettato variando la rigidità dell'elemento in funzione della maturazione dello spritz beton. Al contrario i rivestimenti definitivi sono stati modellati in base alla loro reale geometria; col fine di poter valutare le azioni interne, sono stati integrati gli sforzi ( $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \tau_{xy}$ ) valutati dal modello di calcolo lungo le sezioni, in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento strutturale.

Si è utilizzato un modello "Plane strain" bidimensionale costituito da una maglia rettangolare di dimensioni pari a 400 x 310 m. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per il dimensionamento della galleria naturale, costituita da n° 20304 zone.





Le dimensioni della mesh di elementi finiti sono fissate in maniera tale da evitare che il problema in esame risulti influenzato dalle condizioni di vincolo al contorno. Per quanto concerne le condizioni di vincolo applicate, queste constano essenzialmente in un doppio vincolo allo spostamento al contorno inferiore e spostamento orizzontale impedito lungo i bordi laterali. La formulazione del vincolo laterale permette dunque lo sviluppo di tensioni normali di compressione ma non di tensioni di taglio agenti in direzione verticale. Tali tensioni sono invece generate al contorno inferiore.

Nel corso delle prime fasi dell'analisi numerica si è provveduto ad imporre al modello lo stato di sforzo esistente in sito prima dell'inizio dello scavo delle gallerie. Per quanto riguarda la condizione iniziale denominata "Geostatico" si sono inizializzati gli sforzi in direzione verticale in modo da assegnare il carico geostatico alle varie quote del modello. Gli sforzi in direzione orizzontale vengono invece determinati in funzione degli sforzi in direzione verticale attraverso il coefficiente di spinta a riposo ( $K_0$ ). Dato che tale procedura è utilizzata unicamente con lo scopo di creare le condizioni iniziali per l'analisi in corso, non si tratta di una reale fase di calcolo; al termine di tale procedura vengono quindi azzerati gli spostamenti in ogni punto del modello.

L'analisi si basa su una successione di fasi di calcolo "Time", descritte nel seguito, le quali permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 99 di 163</span>

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

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento variabile fra 2.5m/g e 3m/g, tipiche per lo scavo in questo tipo di materiale per sezioni aventi aree di scavo comparabili, da cui derivano le caratteristiche di deformabilità dello spritz beton impiegate. Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogenizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo.

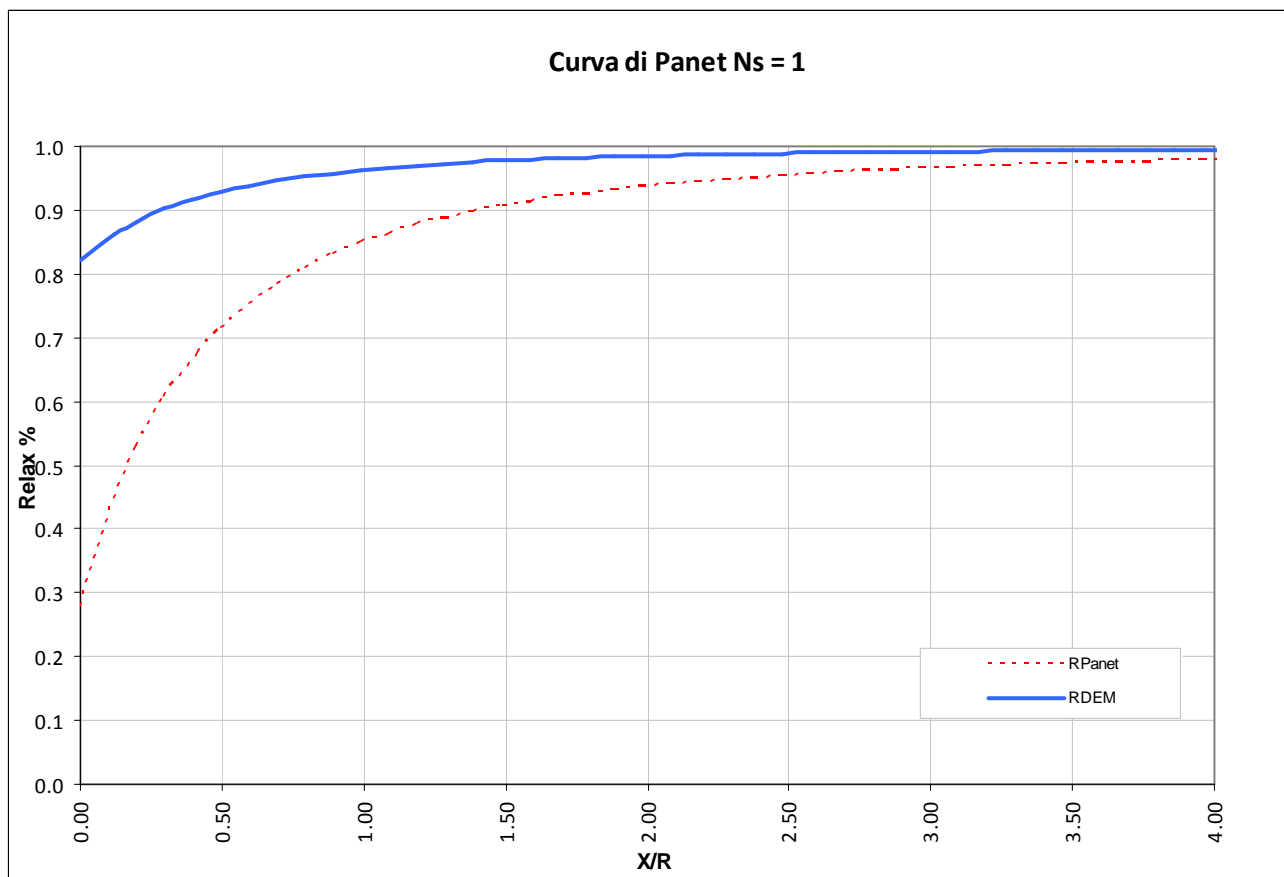
Centina	IPN 160
n°	2.0
Passo [m]	1.4
E [Gpa]	210.0

Spritz - Beton	
E <sub>28gg</sub> [Gpa]	20
Spessore [m]	0.2

Maturazione	E <sub>om</sub>	S <sub>om</sub>	EA	EI
[gg]	[Gpa]	[m]	[KN]	[KN*m <sup>2</sup> ]
0.5	6.789	0.2105	1429324	5280
3	17.158	0.2041	3502719	12165
28	22.746	0.2031	4618826	15871
28	22.746	0.2031	4618826	15871

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

LAVORO		COCIV - TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI									
Sezione		B0L - 300m									
TIME	DESCRIZIONE	RIFERIMENTO PRIMA CANNA					RIFERIMENTO SECONDA CANNA				
		INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON
Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)	
Geostatico	Geostatico	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 1	Fronte di scavo prima canna	0	0.0%	0	82.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 2	Avanzamento mezzo sfondo	0	82.0%	2.1	91.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 3	Installazione prerivestimento e avanzamento	2.1	91.0%	5	96.0%	0.5 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 4	Maturazione sb e avanzamento	5	96.0%	15	97.0%	3gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 5	Maturazione sb e avanzamento	15	97.0%	50	99.0%	28gg	-∞	0.0%	0	0.0%	-
Time 6	Fronte di scavo seconda canna					28gg	0	0.0%	0	82.0%	-
Time 7	Avanzamento mezzo sfondo					28gg	0	82.0%	2.1	91.0%	-
Time 8	Installazione prerivestimento e avanzamento					28gg	2.1	91.0%	5	96.0%	0.5 gg
Time 9	Maturazione sb e avanzamento					28gg	5	96.0%	15	97.0%	3gg
Time 10	Maturazione sb e avanzamento					28gg	15	97.0%	50	99.0%	28gg
Time 11	Getto arco rovescio prima canna	≈ 9 diametri	99.0%	≈ 15 diametri	99.5%	28gg					28gg
Time 12	Completamento prima canna	≈ 15 diametri	99.5%	> 15 diametri	100.0%	28gg					28gg
Time 13	Getto arco rovescio seconda canna					28gg	≈ 9 diametri	99.0%	≈ 15 diametri	99.5%	28gg
Time 14	Completamento seconda canna					28gg	≈ 15 diametri	99.5%	> 15 diametri	100.0%	28gg
Time 15	Lungo termine			+∞	100.0%	-			+∞	100.0%	-

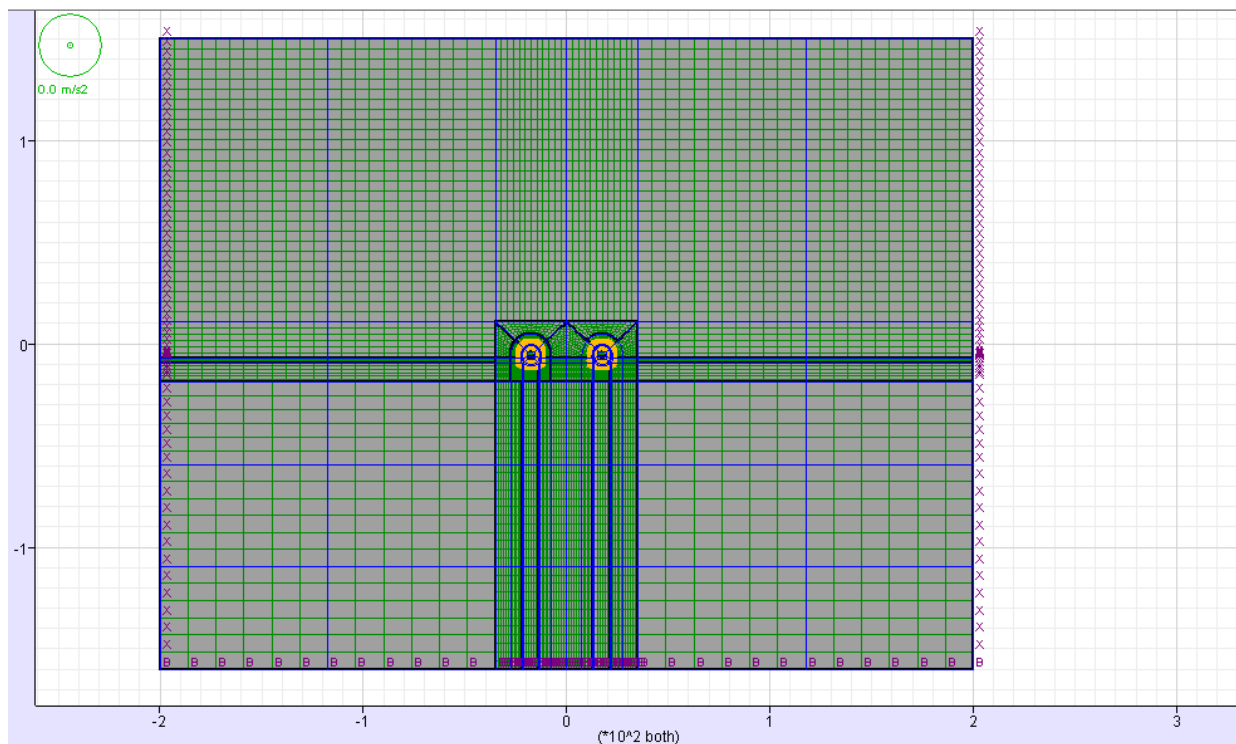


## 9.6 Modello 2: Sezione tipo B0/1sb Copertura 500m

Il terreno è stato modellato attraverso un unico strato con una copertura in chiave calotta di circa 500m, avente le caratteristiche del Gruppo geomeccanico 1 delle Argilliti a Palombini precedentemente riportate. Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un modello costitutivo di tipo “*strain softening*”.

I rivestimenti di prima fase sono stati modellati tramite elementi beam disposti lungo l’estradosso della galleria, in modo da simulare l’omogenizzazione delle centine e del calcestruzzo proiettato variando la rigidità dell’elemento in funzione della maturazione dello spritz beton. Al contrario i rivestimenti definitivi sono stati modellati in base alla loro reale geometria; col fine di poter valutare le azioni interne, sono stati integrati gli sforzi ( $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \tau_{xy}$ ) valutati dal modello di calcolo lungo le sezioni, in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento strutturale.

Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* a maglia rettangolare di dimensioni 400 x 310. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per la galleria naturale, costituita da n° 22608 zone.



Le dimensioni della mesh di elementi finiti sono fissate in maniera tale da evitare che il problema in esame risulti influenzato dalle condizioni di vincolo al contorno. Per quanto concerne le condizioni di vincolo applicate, queste constano essenzialmente in un doppio vincolo allo spostamento al contorno inferiore e spostamento orizzontale impedito lungo i bordi laterali. La formulazione del vincolo laterale permette dunque lo sviluppo di tensioni normali di compressione ma non di tensioni di taglio agenti in direzione verticale. Tali tensioni sono invece generate al contorno inferiore.

Nel corso delle prime fasi dell'analisi numerica si è provveduto ad imporre al modello lo stato di sforzo esistente in sito prima dell'inizio dello scavo delle gallerie. Per quanto riguarda la condizione iniziale denominata "Geostatico" si sono inizializzati gli sforzi in direzione verticale in modo da assegnare il carico geostatico alle varie quote del modello. Gli sforzi in direzione orizzontale vengono invece determinati in funzione degli sforzi in direzione verticale attraverso il coefficiente di spinta a riposo ( $K_0$ ). Dato che tale procedura è utilizzata unicamente con lo scopo di creare le condizioni iniziali per l'analisi in corso, non si tratta di una reale fase di calcolo; al termine di tale procedura vengono quindi azzerati gli spostamenti in ogni punto del modello.

L'analisi si basa su una successione di fasi di calcolo "Time", descritte nel seguito, le quali permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 102 di 163</span>

### 9.6.1 Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento variabile fra 2.3/g e 2.8m/g, tipiche per lo scavo in questo tipo di materiale, da cui derivano le caratteristiche di deformabilità dello spritz beton impiegate. Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogenizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo.

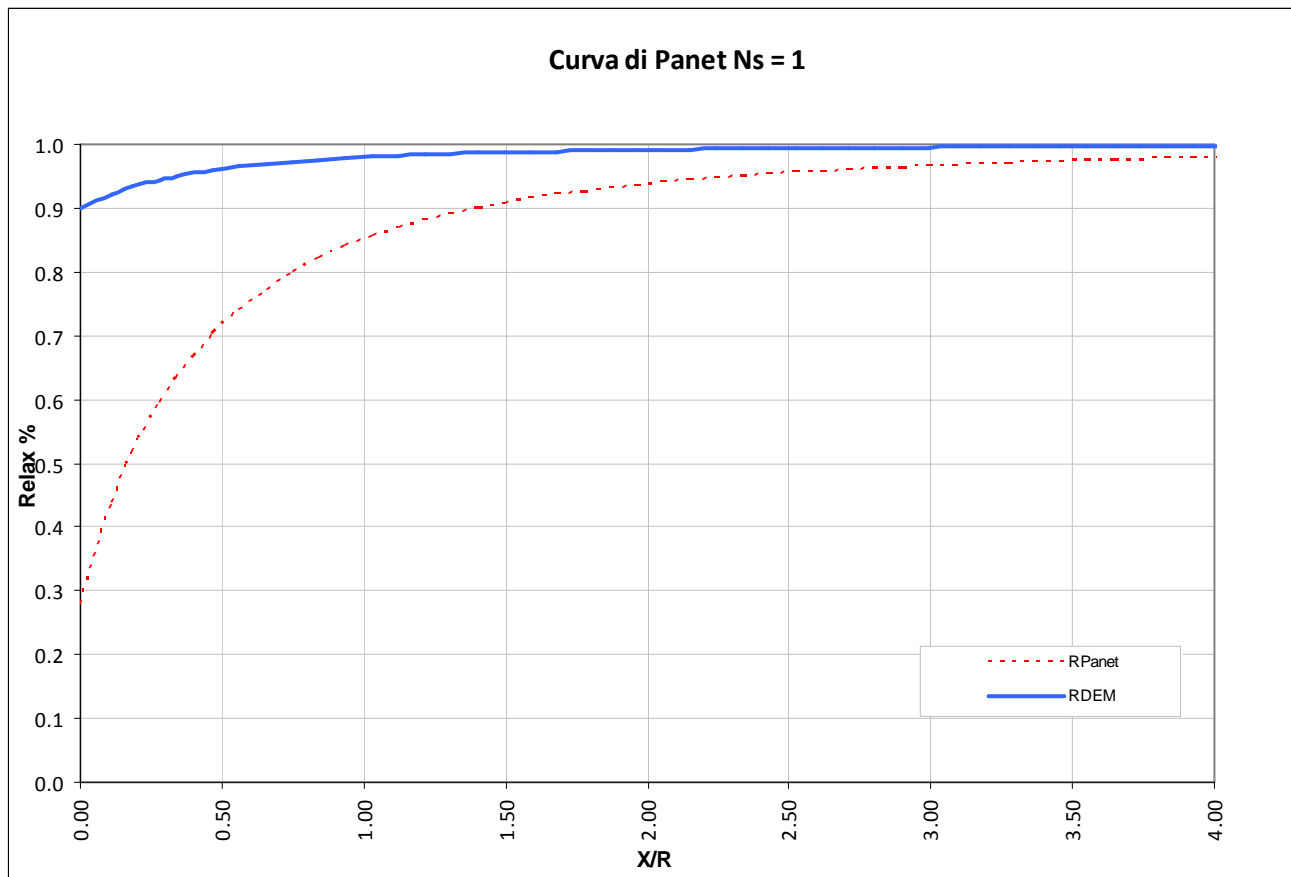
Centina	HE 180 B
n°	1.0
Passo [m]	1.2
E [Gpa]	210.0

Spritz - Beton	
E <sub>28gg</sub> [Gpa]	20
Spessore [m]	0.25

Maturazione	E <sub>om</sub>	S <sub>om</sub>	EA	EI
[gg]	[Gpa]	[m]	[KN]	[KN*m <sup>2</sup> ]
0.5	8.002	0.2585	2068355	11516
3	18.318	0.2536	4645702	24902
28	23.874	0.2527	6033087	32107
28	23.874	0.2527	6033087	32107

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

LAVORO		COCIV - TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI									
Sezione		B0/1									
TIME	DESCRIZIONE	RIFERIMENTO PRIMA CANNA					RIFERIMENTO SECONDA CANNA				
		INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON
		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)	
Geostatico	Geostatico	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 1	Fronte di scavo prima canna	0	0.0%	0	90.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 2	Avanzamento mezzo sfondo	0	90.0%	1.8	96.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 3	Installazione prerivestimento e avanzamento	1.8	96.0%	4	96.5%	0.5 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 4	Maturazione sb e avanzamento	4	96.5%	12	97.0%	3gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 5	Maturazione sb e avanzamento	12	97.0%	50	99.0%	28gg	-∞	0.0%	0	0.0%	-
Time 6	Fronte di scavo seconda canna					28gg	0	0.0%	0	90.0%	-
Time 7	Avanzamento mezzo sfondo					28gg	0	90.0%	1.8	96.0%	-
Time 8	Installazione prerivestimento e avanzamento					28gg	1.8	96.0%	4	96.5%	0.5 gg
Time 9	Maturazione sb e avanzamento					28gg	4	96.5%	12	97.0%	3gg
Time 10	Maturazione sb e avanzamento					28gg	12	97.0%	50	99.0%	28gg
Time 11	Getto arco rovescio prima canna	≈ 9 diametri	99.0%	≈ 15 diametri	99.5%	28gg					28gg
Time 12	Completamento prima canna	≈ 15 diametri	99.5%	> 15 diametri	100.0%	28gg					28gg
Time 13	Getto arco rovescio seconda canna					28gg	≈ 9 diametri	99.0%	≈ 15 diametri	99.5%	28gg
Time 14	Completamento seconda canna					28gg	≈ 15 diametri	99.5%	> 15 diametri	100.0%	28gg
Time 15	Lungo termine			+∞	100.0%	-			+∞	100.0%	-



### 9.7 Modello 3: Sezione tipo B1sb Copertura 500m

Il terreno è stato modellato attraverso un unico strato con una copertura in chiave calotta di circa 500m, avente le caratteristiche del Gruppo geomeccanico 2a delle Argilliti a palombini precedentemente riportate. Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un modello costitutivo di tipo “*strain softening*”.

I rivestimenti di prima fase sono stati modellati tramite elementi beam disposti lungo l’estradosso della galleria, in modo da simulare l’omogenizzazione delle centine e del calcestruzzo proiettato variando la rigidezza dell’elemento in funzione della maturazione dello spritz beton. Al contrario i rivestimenti definitivi sono stati modellati in base alla loro reale geometria; col fine di poter valutare le azioni interne, sono stati integrati gli sforzi ( $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \tau_{xy}$ ) valutati dal modello di calcolo lungo le sezioni, in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento strutturale.

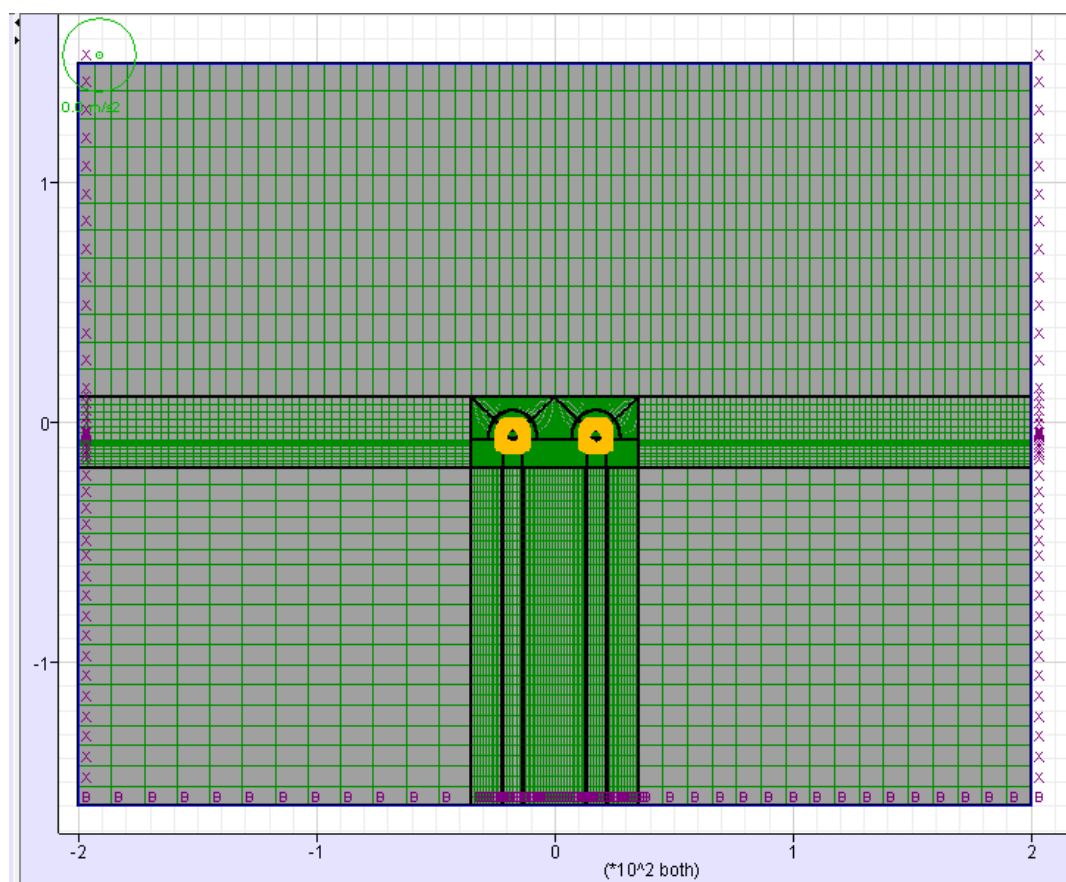
Si sono introdotte le chiodature radiali tramite elementi in dotazione al software di calcolo denominati “cable”, agenti unicamente assialmente, ai quali sono state assegnate le seguenti caratteristiche:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 104 di 163</span>

Bulloni	Resistenza a compressione (kN)
Φ24/1.2m	115

Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* costituita da una maglia rettangolare di dimensioni 400 m x 310 m. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per la galleria naturale, costituita da n° 22488 zone.



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

Nel corso delle prime fasi dell'analisi numerica si è provveduto ad imporre al modello lo stato di sforzo esistente in sito prima dell'inizio dello scavo delle gallerie. Per quanto riguarda la condizione iniziale denominata "Geostatico" si sono inizializzati gli sforzi in direzione verticale in modo da assegnare il carico geostatico alle varie quote del modello. Gli sforzi in direzione orizzontale vengono invece determinati in funzione degli sforzi in direzione verticale attraverso il coefficiente di

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 105 di 163</span>

spinta a riposo ( $K_0$ ). Dato che tale procedura è utilizzata unicamente con lo scopo di creare le condizioni iniziali per l'analisi in corso, non si tratta di una reale fase di calcolo; al termine di tale procedura vengono quindi azzerati gli spostamenti in ogni punto del modello.

L'analisi si basa su una successione di fasi di calcolo "Time", descritte nel seguito, le quali permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico.

### 9.7.1 Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo

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

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento variabile fra 1.5m/g e 2.0 m/g, tipiche per lo scavo in questo tipo di materiale, da cui derivano le caratteristiche di deformabilità dello spritz beton impiegate. Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogenizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo.

Centina	IPN 220
n°	2.0
Passo [m]	1.2
E [Gpa]	210.0

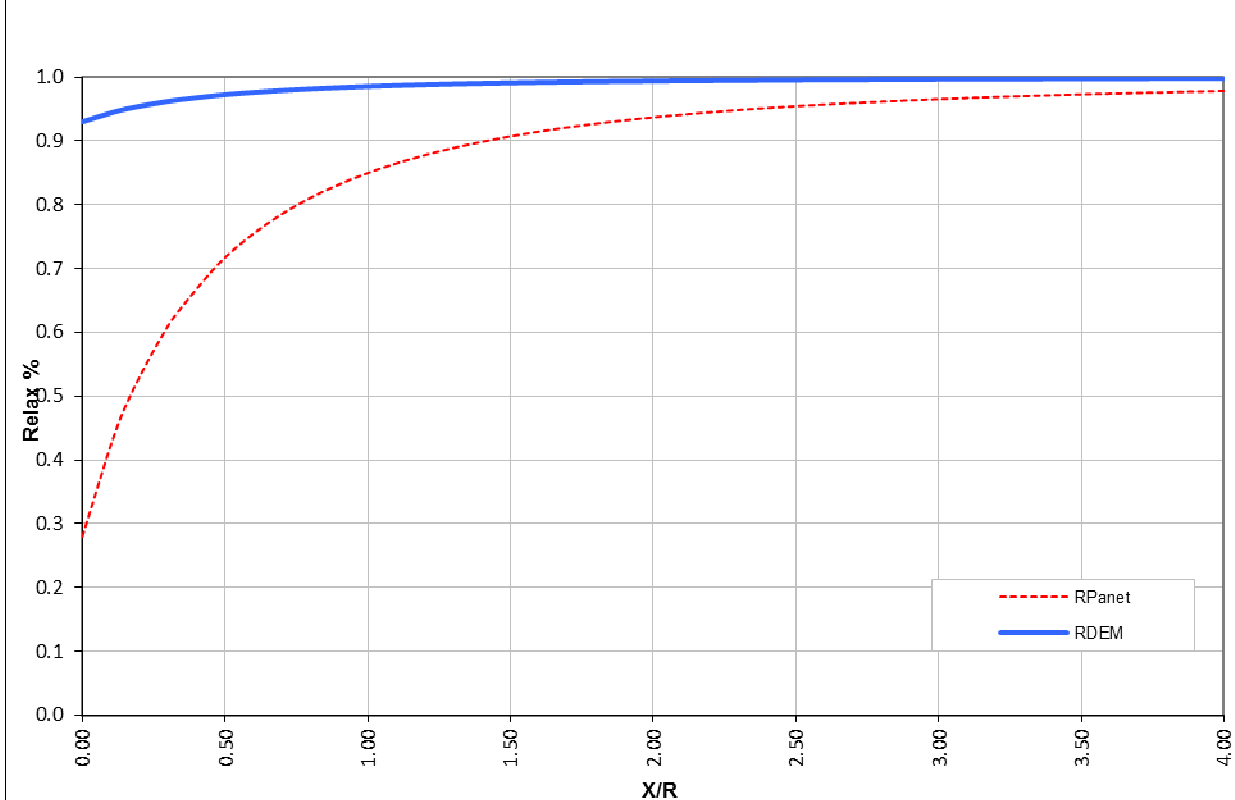
Spritz - Beton	
$E_{28gg}$ [Gpa]	20
Spessore [m]	0.3

Maturazione	$E_{om}$	$S_{om}$	EA	EI
[gg]	[Gpa]	[m]	[KN]	[KN*m <sup>2</sup> ]
0.5	8.240	0.3027	2494055	19041
3	18.551	0.3011	5586257	42215
28	24.101	0.3009	7250787	54690
28	24.101	0.3009	7250787	54690

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

LAVORO		COCIV - TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI									
Sezione		B1 - 500m									
TIME	DESCRIZIONE	RIFERIMENTO PRIMA CANNA					RIFERIMENTO SECONDA CANNA				
		INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON
		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)	
Geostatico	Geostatico	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 1	Fronte di scavo prima canna	0	0.0%	0	93.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 2	Avanzamento mezzo sfondo	0	93.0%	0.6	95.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 3	Installazione prerivestimento e avanzamento	0.6	95.0%	2.5	96.0%	0.5 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 4	Maturazione sb e avanzamento	2.5	96.0%	5	96.5%	3gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 5	Installazione chiodature e avanzamento	5	96.5%	10	97.0%	3gg	-	-	-	-	-
Time 6	Maturazione sb e avanzamento	10	97.0%	50	99.0%	28gg	-∞	0.0%	0	0.0%	-
Time 7	Fronte di scavo seconda canna					28gg	0	0.0%	0	93.0%	-
Time 8	Avanzamento mezzo sfondo					28gg	0	93.0%	0.6	95.0%	-
Time 9	Installazione prerivestimento e avanzamento					28gg	0.6	95.0%	2.5	96.0%	0.5 gg
Time 10	Maturazione sb e avanzamento					28gg	2.5	96.0%	5	96.5%	3gg
Time 11	Installazione chiodature e avanzamento					28gg	5	96.5%	10	97.0%	3gg
Time 12	Maturazione sb e avanzamento					28gg	10	97.0%	50	99.0%	28gg
Time 13	Getto arco rovescio prima canna	≈ 9 diametri	99.0%	≈ 15 diametri	99.5%	28gg					28gg
Time 14	Completamento prima canna	≈ 15 diametri	99.5%	> 15 diametri	100.0%	28gg					28gg
Time 15	Getto arco rovescio seconda canna					28gg	≈ 9 diametri	99.0%	≈ 15 diametri	99.5%	28gg
Time 16	Completamento seconda canna					28gg	≈ 15 diametri	99.5%	> 15 diametri	100.0%	28gg
Time 17	Lungo termine			∞	100.0%	-			∞	100.0%	-

Curva di Panet Ns = 1

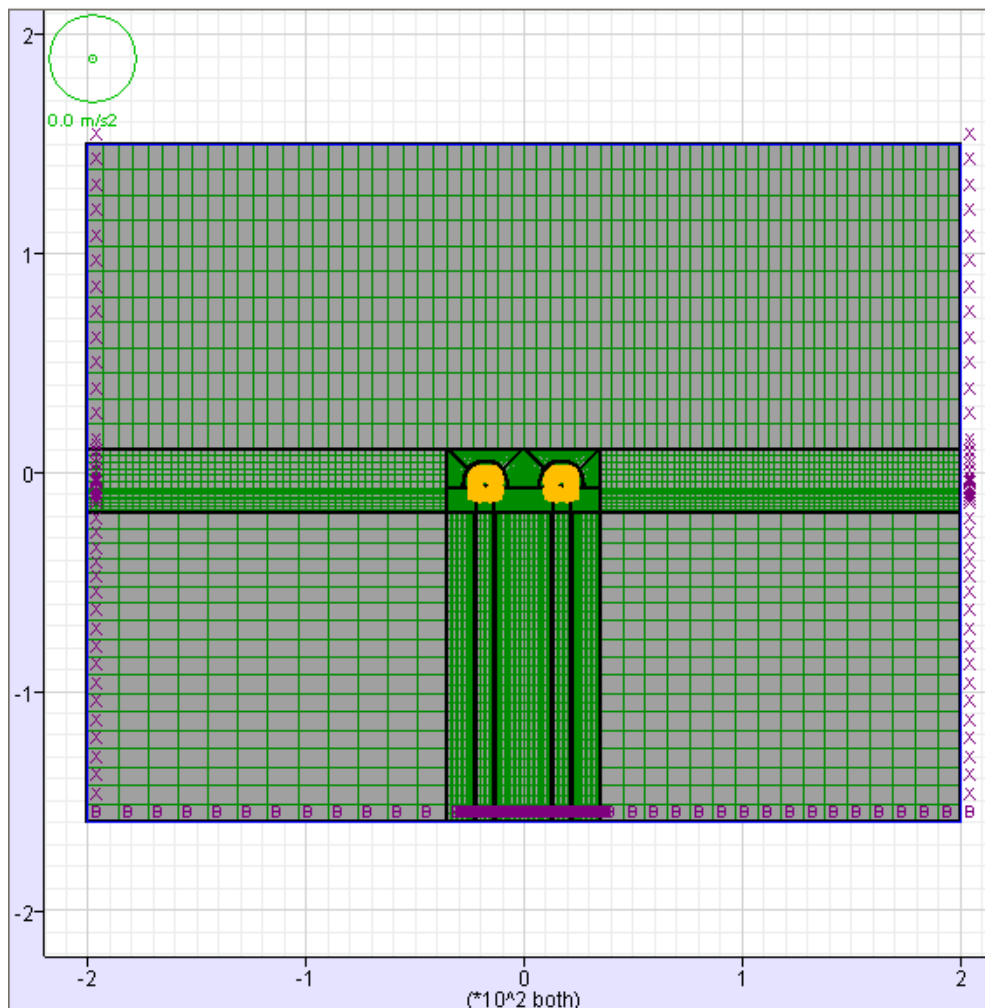


## 9.8 Modello 4: Sezione tipo B2/1sb copertura 500m

Il terreno è stato modellato attraverso un unico strato con una copertura in chiave calotta di circa 500m, avente le caratteristiche del Gruppo geomeccanico 2a delle Argilliti a palombini precedentemente riportate. Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un modello costitutivo di tipo "strain softening".

I rivestimenti di prima fase sono stati modellati tramite elementi beam disposti lungo l'estradosso della galleria, in modo da simulare l'omogenizzazione delle centine e del calcestruzzo proiettato variando la rigidezza dell'elemento in funzione della maturazione dello spritz beton. Al contrario i rivestimenti definitivi sono stati modellati in base alla loro reale geometria; col fine di poter valutare le azioni interne, sono stati integrati gli sforzi ( $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \tau_{xy}$ ) valutati dal modello di calcolo lungo le sezioni, in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento strutturale.

Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* costituita da una maglia rettangolare di dimensioni 400 m x 310 m. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per la galleria naturale, costituita da n° 22488 zone.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 108 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 108 di 163
Foglio 108 di 163		

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

Nel corso delle prime fasi dell'analisi numerica si è provveduto ad imporre al modello lo stato di sforzo esistente in sito prima dell'inizio dello scavo delle gallerie. Per quanto riguarda la condizione iniziale denominata "Geostatico" si sono inizializzati gli sforzi in direzione verticale in modo da assegnare il carico geostatico alle varie quote del modello. Gli sforzi in direzione orizzontale vengono invece determinati in funzione degli sforzi in direzione verticale attraverso il coefficiente di spinta a riposo ( $K_0$ ). Dato che tale procedura è utilizzata unicamente con lo scopo di creare le condizioni iniziali per l'analisi in corso, non si tratta di una reale fase di calcolo; al termine di tale procedura vengono quindi azzerati gli spostamenti in ogni punto del modello.

L'analisi si basa su una successione di fasi di calcolo "Time", descritte nel seguito, le quali permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico.

### 9.8.1 Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo

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

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento variabile fra 1.3m/g e 1.6 m/g, tipiche per lo scavo in questo tipo di materiale, da cui derivano le caratteristiche di deformabilità dello spritz beton impiegate. Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogenizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo.

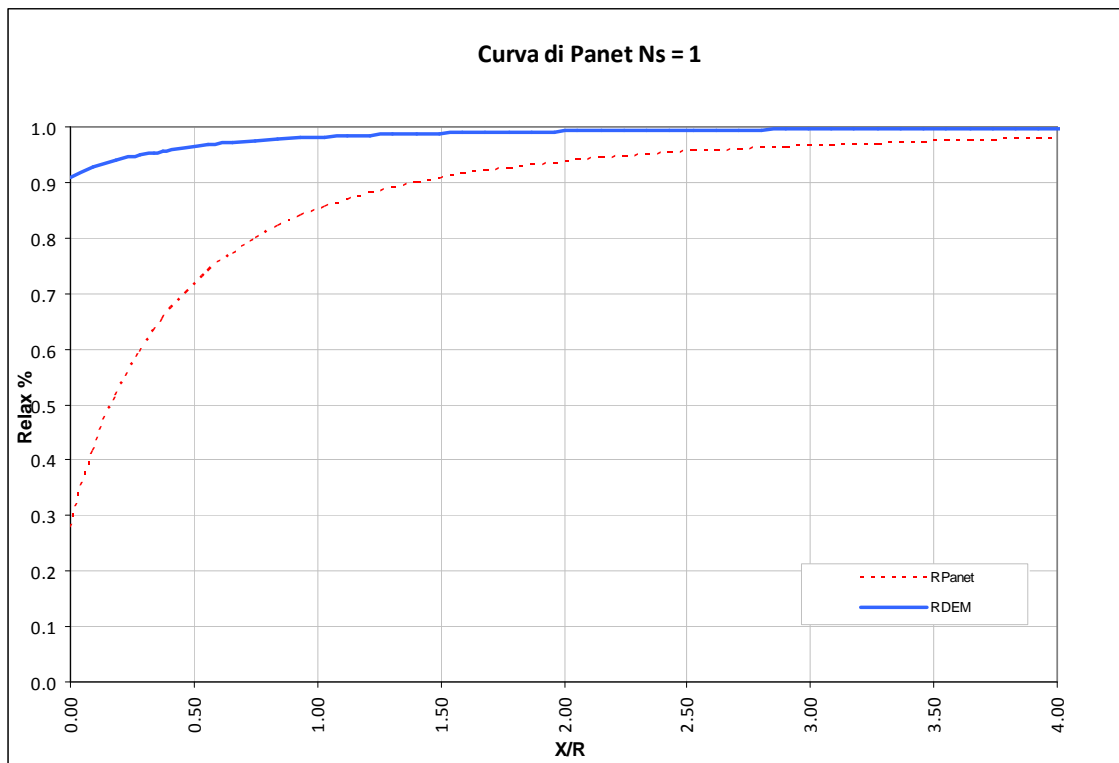
Centina	HE 200 B
n°	1.0
Passo [m]	1.0
E [Gpa]	210.0

Spritz - Beton	
E <sub>28gg</sub> [Gpa]	20
Spessore [m]	0.3

Maturazione	E <sub>om</sub>	S <sub>om</sub>	EA	EI
[gg]	[Gpa]	[m]	[KN]	[KN*m <sup>2</sup> ]
0.5	9.230	0.2976	2746595	20270
3	19.490	0.2989	5825891	43381
28	25.013	0.2992	7483474	55822
28	25.013	0.2992	7483474	55822

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

LAVORO		COCIV - TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI									
Sezione		B2/1									
		RIFERIMENTO PRIMA CANNA					RIFERIMENTO SECONDA CANNA				
		INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON
TIME	DESCRIZIONE	Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)	
Geostatico	Geostatico	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 1	Fronte di scavo prima canna	0	0.0%	0	91.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 2	Avanzamento mezzo sfondo	0	91.0%	0.5	93.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 3	Installazione prerinvestimento e avanzamento	0.5	93.0%	2	94.5%	0.5 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 4	Maturazione sb e avanzamento	2	94.5%	9	97.0%	3 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 5	Maturazione sb e avanzamento	9	97.0%	≈ 5 diametri	98.5%	28 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 6	Getto arco rovescio prima canna	≈ 5 diametri	98.5%	> 5 diametri	99.5%	28 gg	-∞	0.0%	0	0.0%	-
Time 7	Fronte di scavo seconda canna					28 gg	-∞	0.0%	0	91.0%	-
Time 8	Avanzamento mezzo sfondo					28 gg	0	91.0%	0.5	93.0%	-
Time 9	Installazione prerinvestimento e avanzamento					28 gg	0.5	93.0%	2	94.5%	0.5 gg
Time 10	Maturazione sb e avanzamento					28 gg	2	94.5%	9	97.0%	3 gg
Time 11	Maturazione sb e avanzamento					28 gg	9	97.0%	≈ 5 diametri	98.5%	28 gg
Time 13	Completamento prima canna	≈ 9 diametri	99.5%	+∞	100.0%	28 gg					28 gg
Time 12	Getto arco rovescio seconda canna					28 gg	≈ 5 diametri	98.5%	≈ 9 diametri	99.5%	28 gg
Time 14	Completamento seconda canna					28 gg	≈ 9 diametri	99.5%	+∞	100.0%	28 gg
Time 15	Lungo termine			+∞	100.0%	-			+∞	100.0%	-





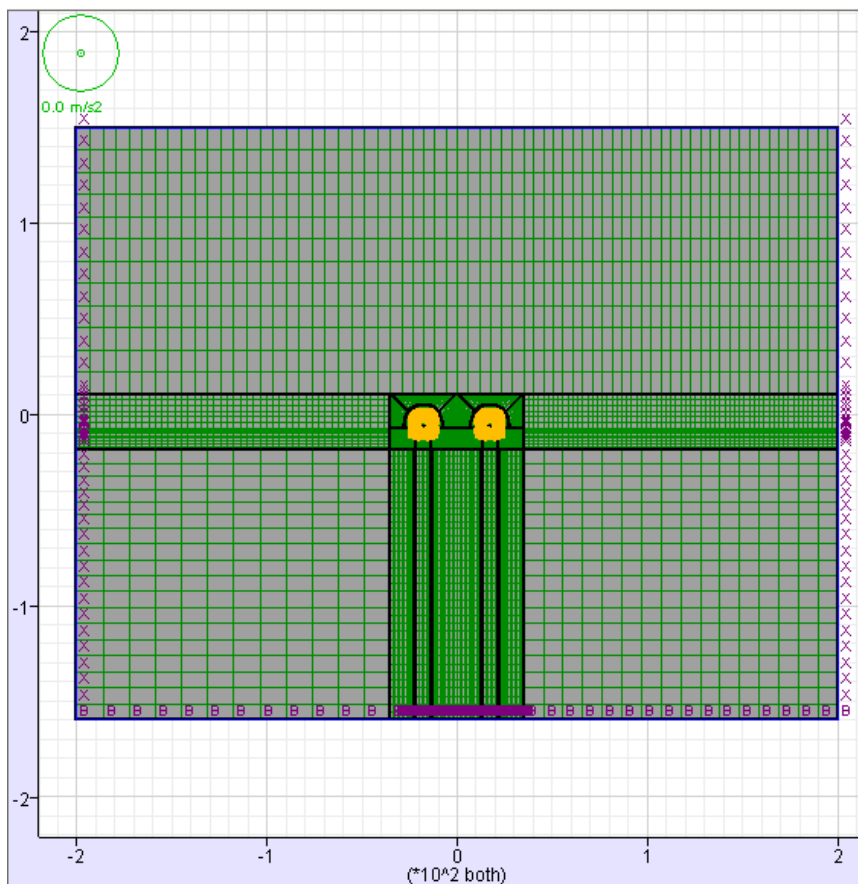
## 9.9 Modello 5: Sezione tipo C4 Copertura 500m

Il terreno è stato modellato attraverso un unico strato con una copertura in chiave calotta di circa 500m, avente le caratteristiche del Gruppo geomeccanico 3a delle Argilliti a palombini precedentemente riportate. Per quanto riguarda il consolidamento al contorno, esso è stato tenuto in conto utilizzando i parametri del terreno consolidato nella coronella di terreno trattata, impiegando i parametri indicati nei paragrafi precedenti.

Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un modello costitutivo di tipo "strain softening".

I rivestimenti di prima fase sono stati modellati tramite elementi beam disposti lungo l'estradosso della galleria, in modo da simulare l'omogenizzazione delle centine e del calcestruzzo proiettato variando la rigidezza dell'elemento in funzione della maturazione dello spritz beton. Al contrario i rivestimenti definitivi sono stati modellati in base alla loro reale geometria; col fine di poter valutare le azioni interne, sono stati integrati gli sforzi ( $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \tau_{xy}$ ) valutati dal modello di calcolo lungo le sezioni, in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento strutturale.

Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* costituita da una maglia rettangolare di dimensioni 400 m x 310 m. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per la galleria naturale, costituita da 27216 zone.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td>Foglio</td> <td>111 di</td> </tr> <tr> <td></td> <td>163</td> </tr> </table>	Foglio	111 di		163
Foglio	111 di				
	163				

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

Nel corso delle prime fasi dell’analisi numerica si è provveduto ad imporre al modello lo stato di sforzo esistente in sito prima dell’inizio dello scavo delle gallerie. Per quanto riguarda la condizione iniziale denominata “Geostatico” si sono inizializzati gli sforzi in direzione verticale in modo da assegnare il carico geostatico alle varie quote del modello. Gli sforzi in direzione orizzontale vengono invece determinati in funzione degli sforzi in direzione verticale attraverso il coefficiente di spinta a riposo ( $K_0$ ). Dato che tale procedura è utilizzata unicamente con lo scopo di creare le condizioni iniziali per l’analisi in corso, non si tratta di una reale fase di calcolo; al termine di tale procedura vengono quindi azzerati gli spostamenti in ogni punto del modello. L’analisi si basa su una successione di fasi di calcolo “Time”, descritte nel seguito, le quali permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico.

### 9.9.1 Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo

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

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento variabile fra 0.8 m/g e 1.2 m/g, tipiche per lo scavo in questo tipo di materiale, da cui derivano le caratteristiche di deformabilità dello spritz beton impiegate. Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogenizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo.

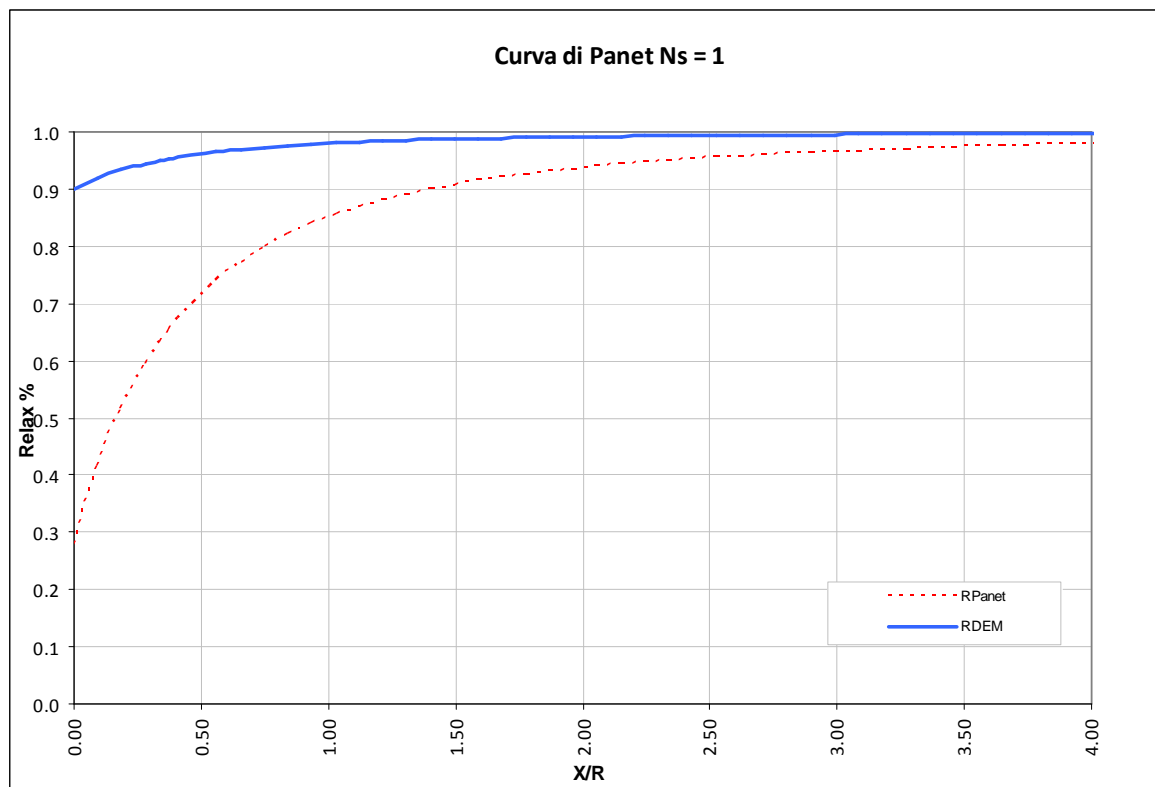
Centina	HE 240 B
n°	1.0
Passo [m]	1.0
E [Gpa]	210.0

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

Maturazione	$E_{om}$	$S_{om}$	EA	EI
[gg]	[Gpa]	[m]	[KN]	[KN*m <sup>2</sup> ]
0.5	10.534	0.3362	3541606	33363
2	19.269	0.3204	6173111	52798
5	26.444	0.3147	8321067	68662
28	29.289	0.3131	9171546	74943

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

LAVORO		COCIV - TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI									
Sezione		C4sb 500m									
TIME	DESCRIZIONE	RIFERIMENTO PRIMA CANNA					RIFERIMENTO SECONDA CANNA				
		INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON
		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)	
Geostatico	Geostatico	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 1	Fronte di scavo prima canna	0	0.0%	0	90.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 2	Avanzamento mezzo sfondo	0	90.0%	0.5	92.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 3	Installazione prerivestimento e avanzamento	0.5	92.0%	1.5	93.0%	0.5 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 4	Maturazione sb e avanzamento	1.5	93.0%	5	94.5%	3 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 5	Maturazione sb e avanzamento	5	94.5%	≈ 3 diametri	95.5%	28 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 6	Getto arco rovescio prima canna	≈ 3 diametri	95.5%	≈ 50m	97.5%	28 gg	-∞	0.0%	≈ -3 diametri	0.0%	-
Time 7	Getto calotta e piedritti prima canna, influenza scavo seconda canna	≈ 50m	97.5%	> 9 diametri	100.0%	28 gg	≈ -3 diametri	0.0%	≈ -1 diametro	60.0%	-
Time 8	Fronte di scavo seconda canna					28 gg	≈ -1 diametro	60.0%	0	88.0%	-
Time 9	Avanzamento mezzo sfondo					28 gg	0	88.0%	0.5	89.5%	-
Time 10	Installazione prerivestimento e avanzamento					28 gg	0.5	89.5%	1.5	90.5%	0.5 gg
Time 11	Maturazione sb e avanzamento					28 gg	1.5	90.5%	5	91.5%	3 gg
Time 12	Maturazione sb e avanzamento					28 gg	5	91.5%	≈ 3 diametri	93.0%	28 gg
Time 13	Getto arco rovescio seconda canna					28 gg	≈ 3 diametri	93.0%	≈ 9 diametri	96.0%	28 gg
Time 14	Completamento seconda canna					28 gg	≈ 9 diametri	96.0%	> 9 diametri	100.0%	28 gg
Time 15	Lungo termine		100.0%	+∞	100.0%	-	> 9 diametri	100.0%	+∞	100.0%	-

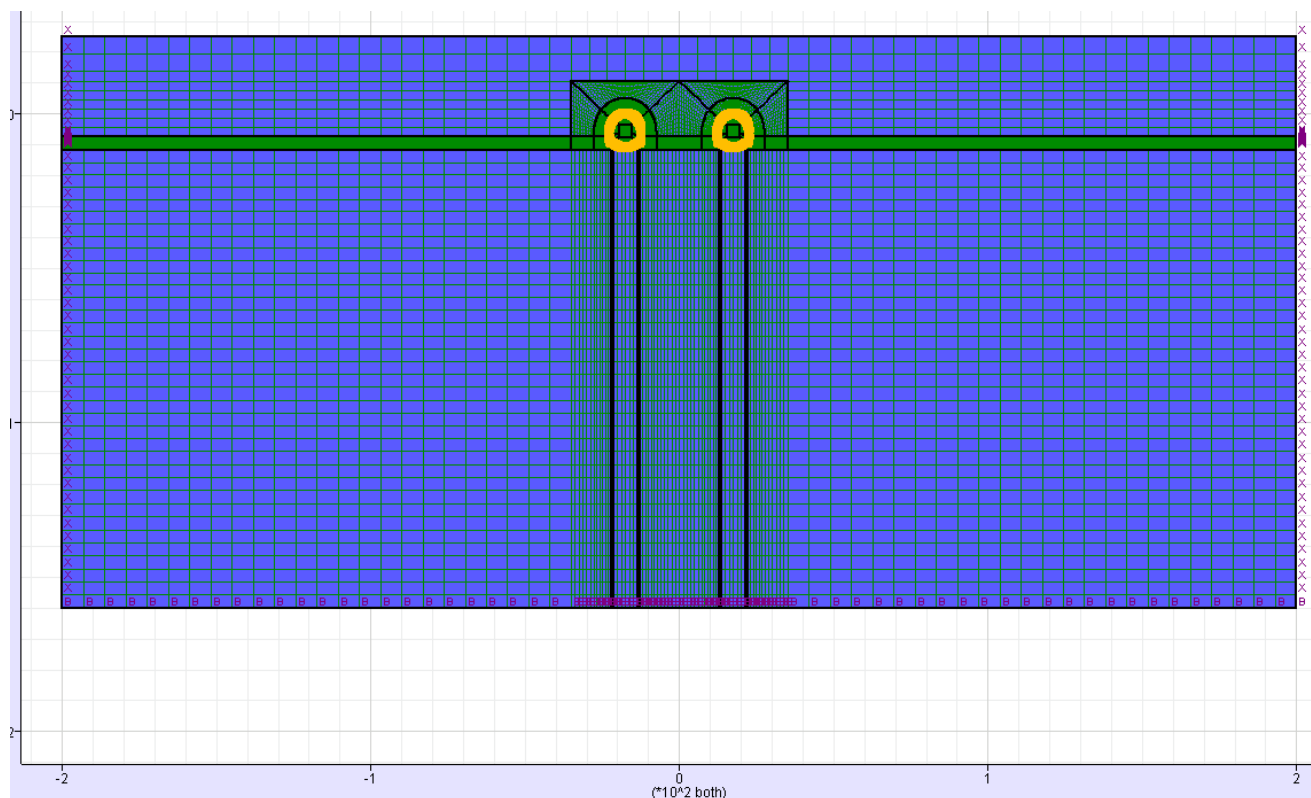


### 9.10 Modello 6: Sezione tipo C4sb Copertura 25m

Il terreno è stato modellato attraverso un unico strato con una copertura in chiave calotta di circa 25m, avente le caratteristiche del Gruppo geomeccanico 3a delle Argilliti a Palombini precedentemente riportate. Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un modello costitutivo di tipo “*strain softening*”.

I rivestimenti di prima fase sono stati modellati tramite elementi beam disposti lungo l'estradosso della galleria, in modo da simulare l'omogenizzazione delle centine e del calcestruzzo proiettato variando la rigidezza dell'elemento in funzione della maturazione dello spritz beton. Al contrario i rivestimenti definitivi sono stati modellati in base alla loro reale geometria; col fine di poter valutare le azioni interne, sono stati integrati gli sforzi ( $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \tau_{xy}$ ) valutati dal modello di calcolo lungo le sezioni, in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento strutturale.

Si è utilizzato un modello “Plane strain” bidimensionale costituito da una maglia rettangolare di dimensioni pari a 400 x 190 m. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per il dimensionamento della galleria naturale, costituita da n° 28080 zone.



Le dimensioni della mesh di elementi finiti sono fissate in maniera tale da evitare che il problema in esame risulti influenzato dalle condizioni di vincolo al contorno. Per quanto concerne le condizioni di vincolo applicate, queste constano essenzialmente in un doppio vincolo allo spostamento al contorno inferiore e spostamento orizzontale impedito lungo i bordi laterali. La formulazione del

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr> <td>Foglio</td> <td>114 di</td> </tr> <tr> <td></td> <td>163</td> </tr> </table>	Foglio	114 di		163
Foglio	114 di				
	163				

vincolo laterale permette dunque lo sviluppo di tensioni normali di compressione ma non di tensioni di taglio agenti in direzione verticale. Tali tensioni sono invece generate al contorno inferiore.

Nel corso delle prime fasi dell'analisi numerica si è provveduto ad imporre al modello lo stato di sforzo esistente in sito prima dell'inizio dello scavo delle gallerie. Per quanto riguarda la condizione iniziale denominata "Geostatico" si sono inizializzati gli sforzi in direzione verticale in modo da assegnare il carico geostatico alle varie quote del modello. Gli sforzi in direzione orizzontale vengono invece determinati in funzione degli sforzi in direzione verticale attraverso il coefficiente di spinta a riposo ( $K_0$ ). Dato che tale procedura è utilizzata unicamente con lo scopo di creare le condizioni iniziali per l'analisi in corso, non si tratta di una reale fase di calcolo; al termine di tale procedura vengono quindi azzerati gli spostamenti in ogni punto del modello.

L'analisi si basa su una successione di fasi di calcolo "Time", descritte nel seguito, le quali permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico.

In fase finale, in analogia con quanto riportato nell'inquadramento idrogeologico, è stato considerato anche il carico idraulico come pressione sui rivestimenti definitivi.

### 9.10.1 Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo

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

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento variabile fra 0.8 m/g e 1.2 m/g, tipiche per lo scavo in questo tipo di materiale, da cui derivano le caratteristiche di deformabilità dello spritz beton impiegate. Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogenizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo.

Centina	HE 240 B
n°	1.0
Passo [m]	1.0
E [Gpa]	210.0

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

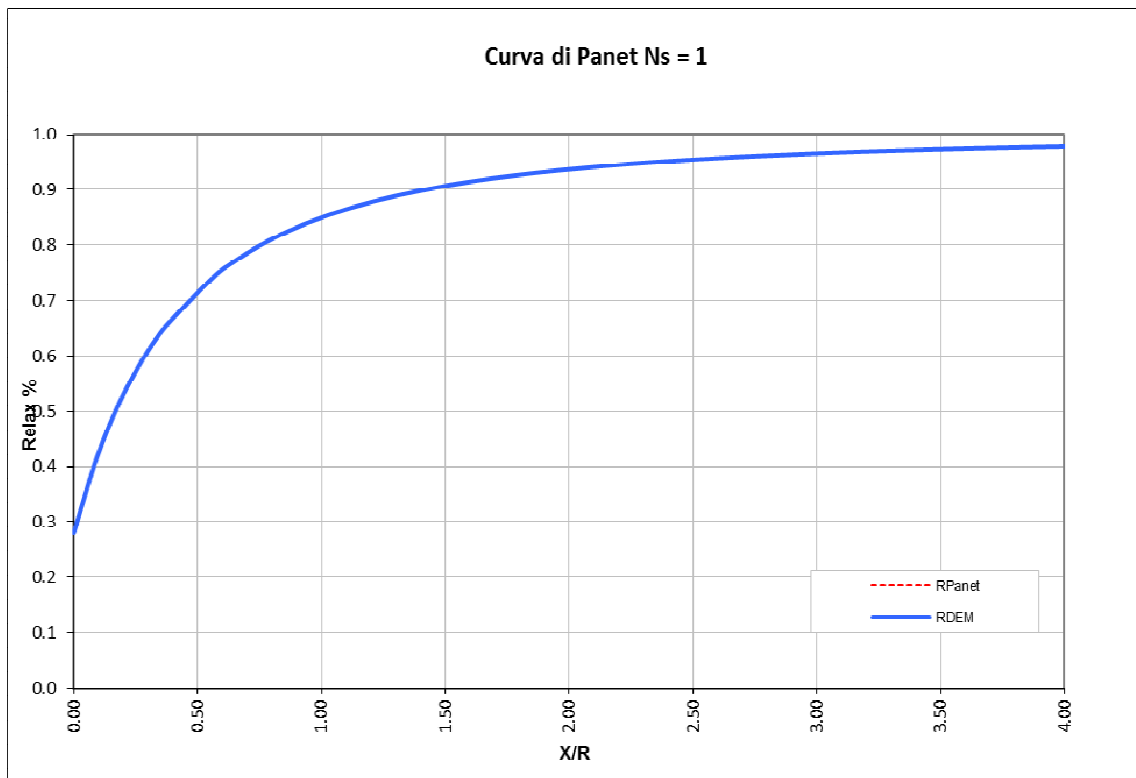
Maturazione	E <sub>om</sub>	S <sub>om</sub>	EA	EI
[gg]	[Gpa]	[m]	[KN]	[KN*m <sup>2</sup> ]
0.5	10.534	0.3362	3541606	33363
2	19.269	0.3204	6173111	52798
5	26.444	0.3147	8321067	68662
28	29.289	0.3131	9171546	74943

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

COCIV - TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI

C4sb 25m

DESCRIZIONE	RIFERIMENTO PRIMA CANNA					RIFERIMENTO SECONDA CANNA				
	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON
	Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)	
Geostatico	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Fronte di scavo prima canna	0	0.0%	0	28.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Avanzamento mezzo sfondo	0	28.0%	0.5	42.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Installazione prerivestimento e avanzamento	0.5	42.0%	1.5	60.0%	0.5 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Maturazione sb e avanzamento	1.5	60.0%	5	84.0%	3gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Maturazione sb e avanzamento	5	84.0%	≈ 3 diametri	95.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Getto arco rovescio prima canna	≈ 3 diametri	95.0%	≈ 9 diametri	97.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Getto calotta e piedritti prima canna	≈ 9 diametri	97.0%	> 9 diametri	100.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Fronte di scavo seconda canna					28gg	-∞	0.0%	0	28.0%	-
Avanzamento mezzo sfondo					28gg	0	28.0%	0.5	42.0%	-
Installazione prerivestimento e avanzamento					28gg	0.5	42.0%	1.5	60.0%	0.5 gg
Maturazione sb e avanzamento					28gg	1.5	60.0%	5	84.0%	3gg
Maturazione sb e avanzamento					28gg	5	84.0%	≈ 3 diametri	95.0%	28gg
Getto arco rovescio seconda canna					28gg	≈ 3 diametri	95.0%	≈ 9 diametri	97.0%	28gg
Completamento seconda canna					28gg	≈ 9 diametri	97.0%	> 9 diametri	100.0%	28gg
Lungo termine		100.0%	∞	100.0%	-	> 9 diametri	100.0%	∞	100.0%	-



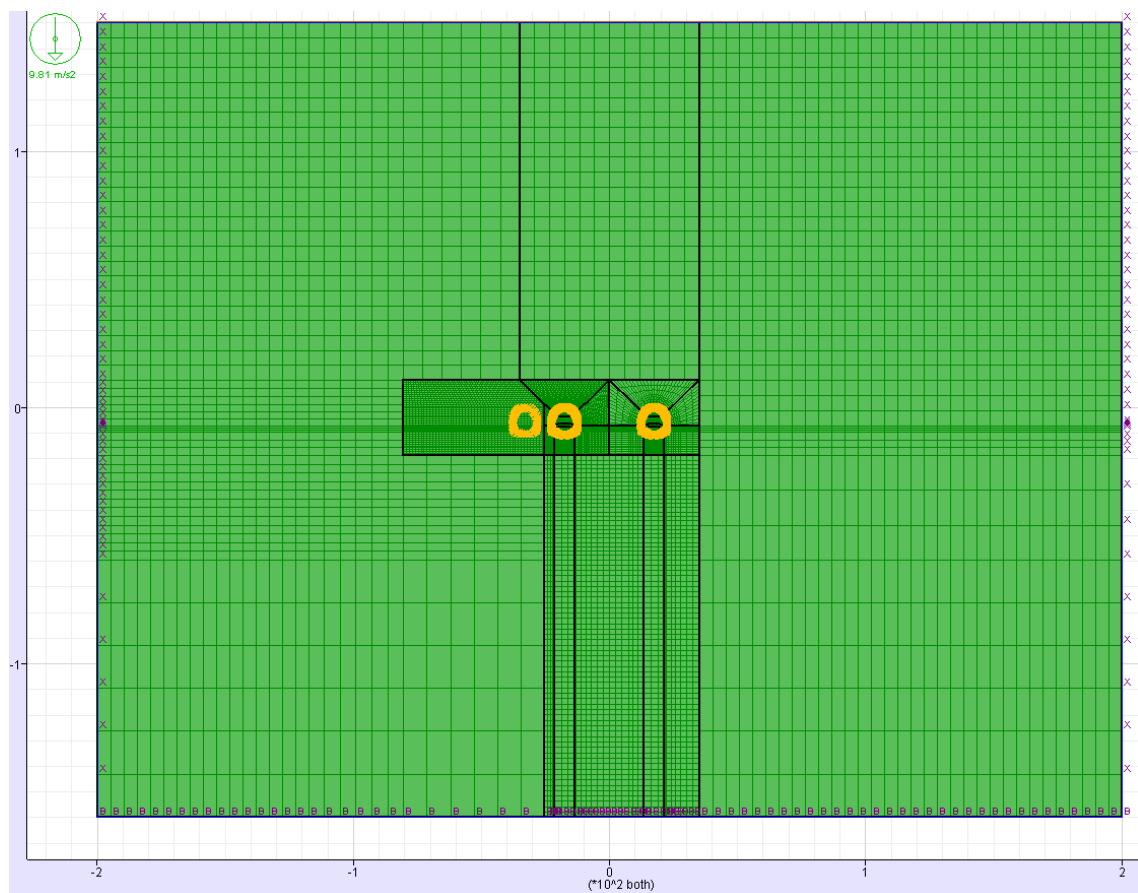


## 9.11 Modello 7: Interferenza con interconnessione - Sezione tipo B2/1sb copertura 200m

Il terreno è stato modellato attraverso un unico strato con una copertura in chiave calotta di circa 200m, avente le caratteristiche medie del Gruppo geomeccanico 2 delle Argilliti a palombini precedentemente riportate. Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un modello costitutivo di tipo "strain softening".

I rivestimenti di prima fase sono stati modellati tramite elementi beam disposti lungo l'estradosso della galleria, in modo da simulare l'omogenizzazione delle centine e del calcestruzzo proiettato variando la rigidità dell'elemento in funzione della maturazione dello spritz beton. Al contrario i rivestimenti definitivi sono stati modellati in base alla loro reale geometria; col fine di poter valutare le azioni interne, sono stati integrati gli sforzi ( $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \tau_{xy}$ ) valutati dal modello di calcolo lungo le sezioni, in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento strutturale.

Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* costituita da una maglia rettangolare di dimensioni 400 m x 310 m. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per la galleria naturale, costituita da n° 17976 zone.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr> <td>Foglio</td> <td>117 di</td> </tr> <tr> <td></td> <td>163</td> </tr> </table>	Foglio	117 di		163
Foglio	117 di				
	163				

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

Nel corso delle prime fasi dell'analisi numerica si è provveduto ad imporre al modello lo stato di sforzo esistente in sito prima dell'inizio dello scavo delle gallerie. Per quanto riguarda la condizione iniziale denominata "Geostatico" si sono inizializzati gli sforzi in direzione verticale in modo da assegnare il carico geostatico alle varie quote del modello. Gli sforzi in direzione orizzontale vengono invece determinati in funzione degli sforzi in direzione verticale attraverso il coefficiente di spinta a riposo ( $K_0$ ). Dato che tale procedura è utilizzata unicamente con lo scopo di creare le condizioni iniziali per l'analisi in corso, non si tratta di una reale fase di calcolo; al termine di tale procedura vengono quindi azzerati gli spostamenti in ogni punto del modello.

L'analisi si basa su una successione di fasi di calcolo "Time", descritte nel seguito, le quali permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico.

### 9.11.1 Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo

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

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento variabile fra 1.3m/g e 1.6 m/g, tipiche per lo scavo in questo tipo di materiale, da cui derivano le caratteristiche di deformabilità dello spritz beton impiegate. Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogenizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo.

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

Spritz - Beton	
E <sub>28gg</sub> [Gpa]	20
Spessore [m]	0.3

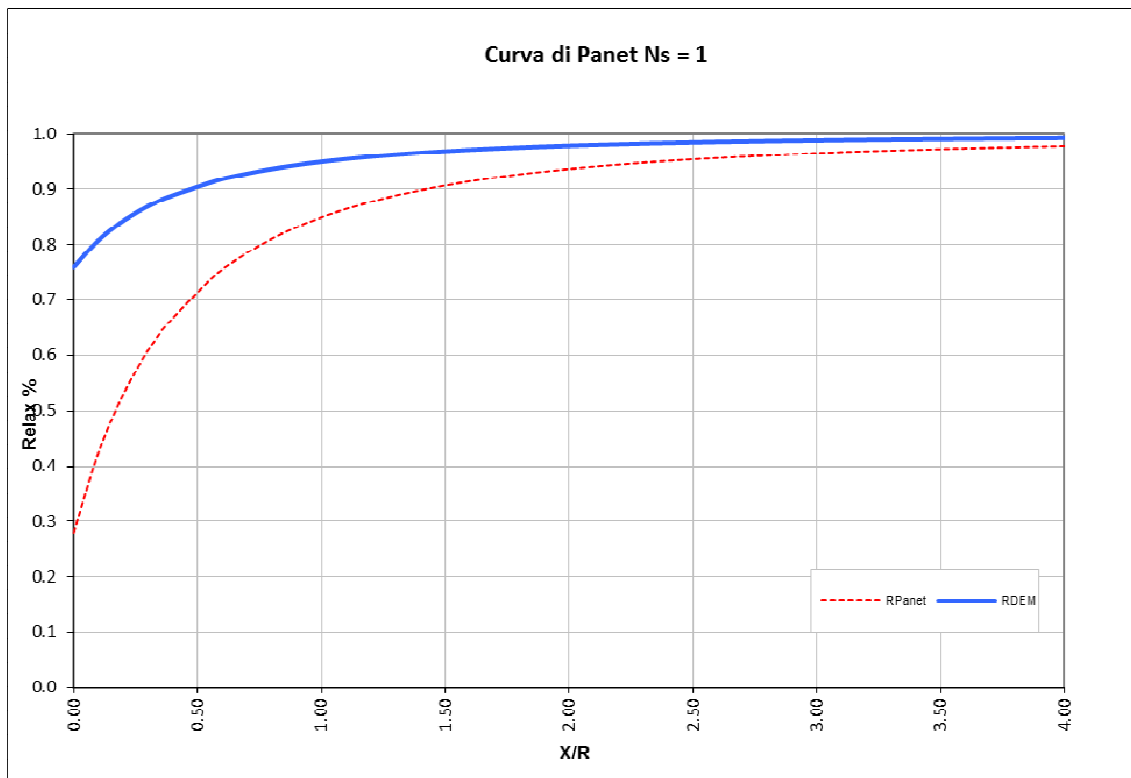
Maturazione	E <sub>om</sub>	S <sub>om</sub>	EA	EI
[gg]	[Gpa]	[m]	[KN]	[KN*m <sup>2</sup> ]
0.5	9.230	0.2976	2746595	20270
3	19.490	0.2989	5825891	43381
28	25.013	0.2992	7483474	55822
28	25.013	0.2992	7483474	55822

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG5100ECVCLGN0000004A00		Foglio 118 di 163

Di seguito si riportano le fasi di calcolo ed i valori di relax utilizzati, oltre alle caratteristiche dei rivestimenti di prima fase utilizzati in tali fasi. In particolare le fasi realizzative sono state ipotizzate considerando il cronoprogramma delle opere, che indica prima il passaggio della canna esterna (in questo caso la canna pari - *prima canna*), poi l'arrivo nel camerone dell'interconnessione (*seconda canna*) e infine della canna dispari (*terza canna*). L'analisi verifica l'effetto degli scavi precedenti sulla canna dispari. Si sottolinea che l'analisi è valida solamente nel caso in cui siano confermate le fasi esecutive ipotizzate.

LAVORO		COCIV - TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI									
Sezione		B2/1									
TIME	DESCRIZIONE	RIFERIMENTO PRIMA CANNA					RIFERIMENTO SECONDA CANNA				
		INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON
		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)	
Geostatico	Geostatico	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 1	Fronte di scavo prima canna	0	0.0%	0	76.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 2	Avanzamento mezzo sfondo	0	76.0%	0.5	80.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 3	Installazione prerivestimento e avanzamento	0.5	80.0%	2	87.0%	0.5 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 4	Maturazione sb e avanzamento	2	87.0%	9	93.5%	3gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 5	Maturazione sb e avanzamento	9	93.5%	≈ 5 diametri	95.5%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 6	Getto arco rovescio prima canna	≈ 5 diametri	95.5%	≈ 9 diametri	98.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 7	Completamento prima canna	≈ 9 diametri	98.0%	+∞	100.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 8	Fronte di scavo seconda canna					28gg	-∞	0.0%	0	76.0%	-
Time 9	Avanzamento mezzo sfondo					28gg	0	76.0%	0.5	80.0%	0.5 gg
Time 10	Installazione prerivestimento e avanzamento					28gg	0.5	80.0%	2	88.0%	3gg
Time 11	Maturazione sb e avanzamento					28gg	2	88.0%	9	92.5%	28gg
Time 12	Maturazione sb e avanzamento					28gg	9	92.5%	≈ 5 diametri	95.0%	28gg
Time 13	Getto arco rovescio seconda canna					28gg	≈ 5 diametri	95.0%	≈ 9 diametri	98.0%	28gg

TIME	DESCRIZIONE	RIFERIMENTO SECONDA CANNA					RIFERIMENTO TERZA CANNA				
		INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON
		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)	
Time 8	Fronte di scavo seconda canna	0	#RIF!	0	76.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 9	Avanzamento mezzo sfondo	0	76.0%	0.5	80.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 10	Installazione prerivestimento e avanzamento	0.5	80.0%	2	88.0%	0.5 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 11	Maturazione sb e avanzamento	2	88.0%	9	92.5%	3gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 12	Maturazione sb e avanzamento	9	92.5%	≈ 5 diametri	95.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 13	Getto arco rovescio seconda canna	≈ 5 diametri	95.0%	≈ 9 diametri	98.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 14	Fronte di scavo terza canna					28gg	-∞	0.0%	0	76.0%	-
Time 15	Avanzamento mezzo sfondo					28gg	-∞	0.0%	0.5	84.0%	-
Time 16	Installazione prerivestimento e avanzamento					28gg	0.5	84.0%	2	88.0%	-
Time 17	Maturazione sb e avanzamento					28gg	2	88.0%	9	92.5%	0.5 gg
Time 18	Maturazione sb e avanzamento					28gg	9	92.5%	≈ 5 diametri	95.0%	3gg
Time 19	Getto arco rovescio terza canna					28gg	≈ 5 diametri	95.0%	≈ 9 diametri	97.5%	28gg
Time 20	Completamento seconda canna	≈ 9 diametri	98.0%	> 9 diametri	100.0%	28gg	≈ 9 diametri	97.5%	≈ 9 diametri	97.5%	28gg
Time 21	Completamento terza canna					-	≈ 9 diametri	97.5%	> 9 diametri	98.5%	28gg
Time 22	Lungo termine	> 9 diametri	100.0%	+∞	+∞	-	> 9 diametri	99.5%	+∞	100.0%	28gg

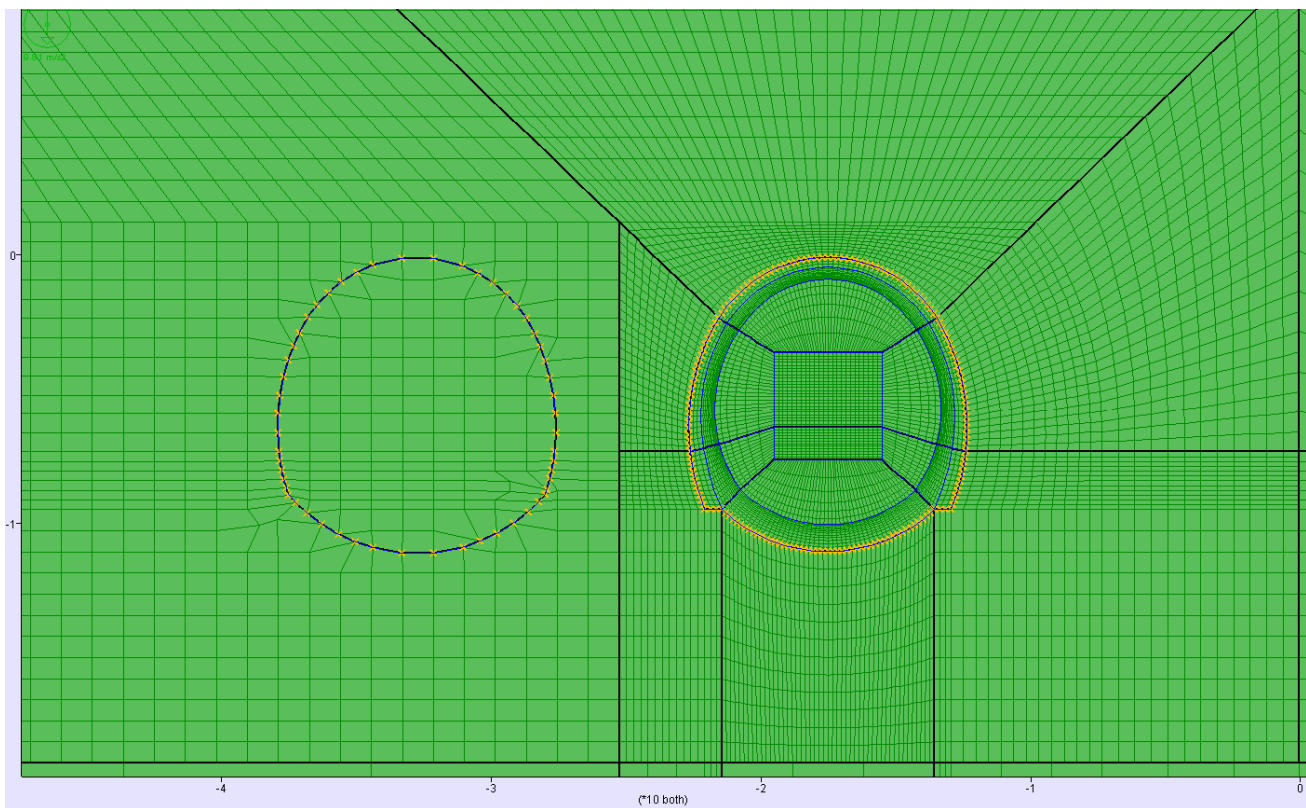


### 9.12 Modello 8: Sezioni ravvicinate - Sezione tipo B2/1sb copertura 90m

Il terreno è stato modellato attraverso un unico strato con una copertura in chiave calotta di circa 90m, avente le caratteristiche medie del Gruppo geomeccanico 2 delle Argilliti a palombini precedentemente riportate. Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un modello costitutivo di tipo “*strain softening*”.

I rivestimenti di prima fase sono stati modellati tramite elementi beam disposti lungo l’estradosso della galleria, in modo da simulare l’omogenizzazione delle centine e del calcestruzzo proiettato variando la rigidità dell’elemento in funzione della maturazione dello spritz beton. Al contrario i rivestimenti definitivi sono stati modellati in base alla loro reale geometria; col fine di poter valutare le azioni interne, sono stati integrati gli sforzi ( $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \tau_{xy}$ ) valutati dal modello di calcolo lungo le sezioni, in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento strutturale.

Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* costituita da una maglia rettangolare di dimensioni 400 m x 260 m. Nel seguito si riporta uno zoom della mesh di calcolo utilizzata per la galleria naturale, costituita da n° 17328 zone.



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

Nel corso delle prime fasi dell'analisi numerica si è provveduto ad imporre al modello lo stato di sforzo esistente in sito prima dell'inizio dello scavo delle gallerie. Per quanto riguarda la condizione iniziale denominata "Geostatico" si sono inizializzati gli sforzi in direzione verticale in modo da assegnare il carico geostatico alle varie quote del modello. Gli sforzi in direzione orizzontale vengono invece determinati in funzione degli sforzi in direzione verticale attraverso il coefficiente di spinta a riposo ( $K_0$ ). Dato che tale procedura è utilizzata unicamente con lo scopo di creare le condizioni iniziali per l'analisi in corso, non si tratta di una reale fase di calcolo; al termine di tale procedura vengono quindi azzerati gli spostamenti in ogni punto del modello.

L'analisi si basa su una successione di fasi di calcolo "Time", descritte nel seguito, le quali permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG5100ECVCLGN0000004A00		Foglio 121 di 163

### 9.12.1 Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo

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

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento variabile fra 1.3m/g e 1.6 m/g, tipiche per lo scavo in questo tipo di materiale, da cui derivano le caratteristiche di deformabilità dello spritz beton impiegate. Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogenizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo.

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

Spritz - Beton	
E <sub>28gg</sub> [Gpa]	20
Spessore [m]	0.3

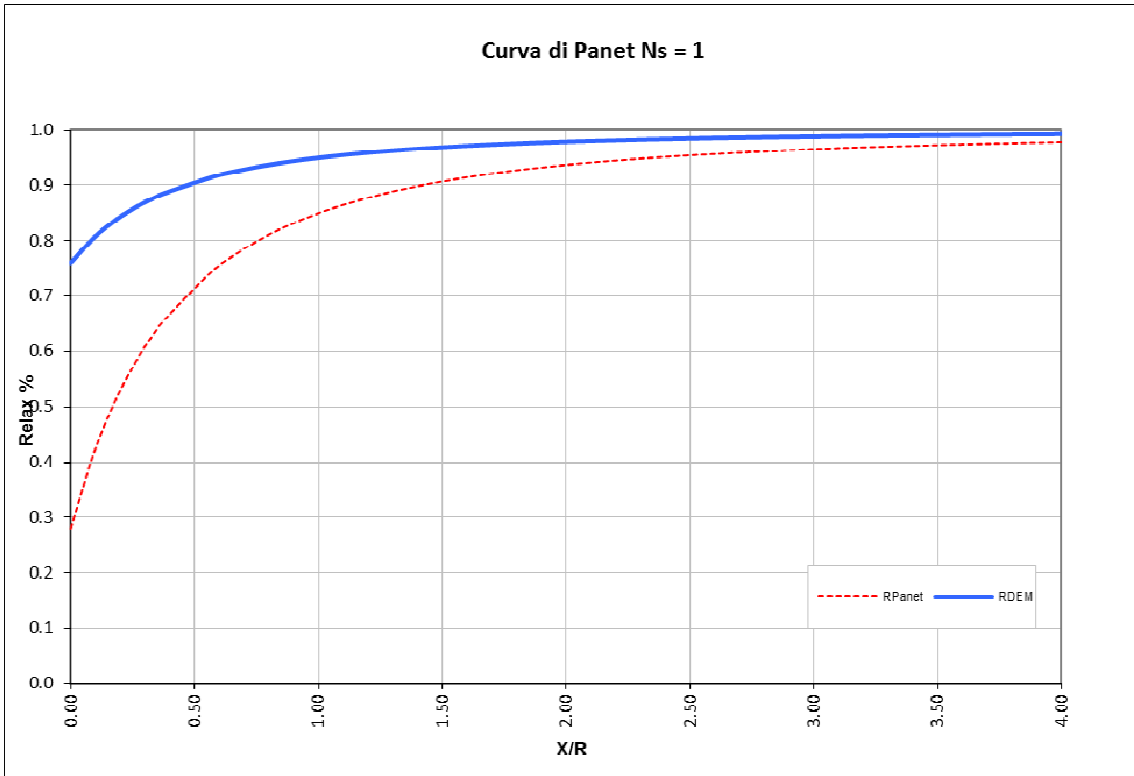
Maturazione	E <sub>om</sub>	S <sub>om</sub>	EA	EI
[gg]	[Gpa]	[m]	[KN]	[KN*m <sup>2</sup> ]
0.5	9.230	0.2976	2746595	20270
3	19.490	0.2989	5825891	43381
28	25.013	0.2992	7483474	55822
28	25.013	0.2992	7483474	55822

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

LAVORO		COCIV - TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI									
Sezione		B2/1									
TIME	DESCRIZIONE	RIFERIMENTO PRIMA CANNA					RIFERIMENTO SECONDA CANNA				
		INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON
		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)	
Geostatico	Geostatico	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 1	Fronte di scavo prima canna	0	0.0%	0	76.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 2	Avanzamento mezzo sfondo	0	76.0%	0.5	80.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 3	Installazione prerinvestimento e avanzamento	0.5	80.0%	2	87.0%	0.5 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 4	Maturazione sb e avanzamento	2	87.0%	9	94.0%	3gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 5	Maturazione sb e avanzamento	9	94.0%	≈ 5 diametri	95.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 6	Getto arco rovescio prima canna	≈ 5 diametri	95.0%	> 5 diametri	99.0%	28gg	-∞	0.0%	0	0.0%	-
Time 7	Fronte di scavo seconda canna					28gg	-∞	0.0%	0	60.0%	-
Time 8	Avanzamento mezzo sfondo					28gg	0	60.0%	0.5	7500.0%	-
Time 9	Installazione prerinvestimento e avanzamento					28gg	0.5	7500.0%	2	85.0%	0.5 gg
Time 10	Maturazione sb e avanzamento					28gg	2	85.0%	9	91.0%	3gg
Time 11	Maturazione sb e avanzamento					28gg	9	91.0%	≈ 5 diametri	93.0%	28gg
Time 13	Completamento prima canna	≈ 9 diametri	99.5%	+∞	100.0%	28gg					28gg
Time 12	Getto arco rovescio seconda canna					28gg	≈ 5 diametri	93.0%	≈ 9 diametri	98.0%	28gg
Time 14	Completamento seconda canna					28gg	≈ 9 diametri	99.5%	+∞	100.0%	28gg
Time 15	Lungo termine			+∞	100.0%	-			+∞	100.0%	-



Curva di Panet  $N_s = 1$



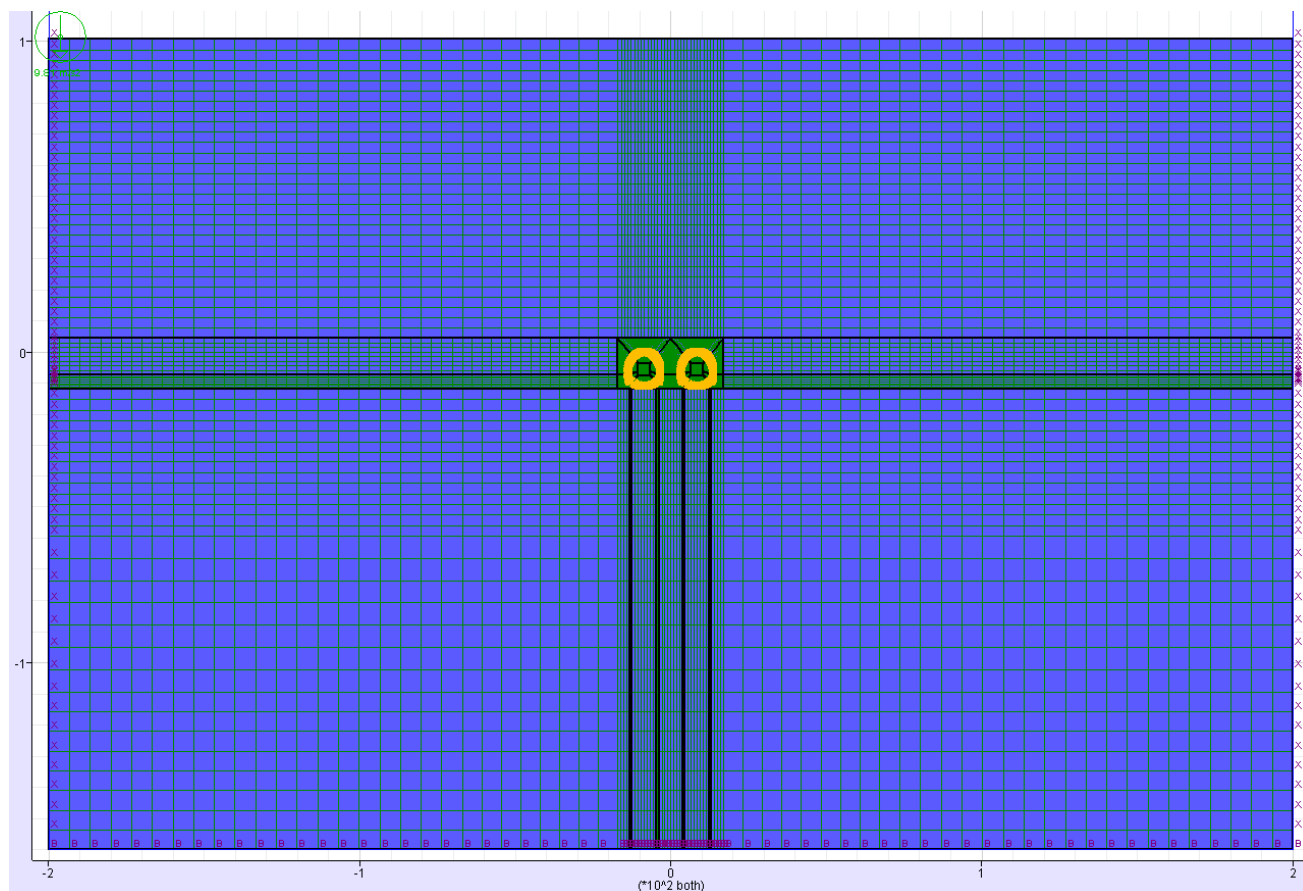
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004.A00 <span style="float: right;">Foglio 123 di 163</span>

### 9.13 Modello 9: Sezioni ravvicinate - Sezione tipo C4sb Copertura 90m

Il terreno è stato modellato attraverso un unico strato con una copertura in chiave calotta di circa 90m, avente le caratteristiche del Gruppo geomeccanico 3a delle Argilliti a Palombini precedentemente riportate. Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un modello costitutivo di tipo “*strain softening*”.

I rivestimenti di prima fase sono stati modellati tramite elementi beam disposti lungo l'estradosso della galleria, in modo da simulare l'omogenizzazione delle centine e del calcestruzzo proiettato variando la rigidezza dell'elemento in funzione della maturazione dello spritz beton. Al contrario i rivestimenti definitivi sono stati modellati in base alla loro reale geometria; col fine di poter valutare le azioni interne, sono stati integrati gli sforzi ( $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \tau_{xy}$ ) valutati dal modello di calcolo lungo le sezioni, in modo da giungere alle azioni sollecitanti per il dimensionamento strutturale.

Si è utilizzato un modello “Plane strain” bidimensionale costituito da una maglia rettangolare di dimensioni pari a 400 x 260 m. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per il dimensionamento della galleria naturale, costituita da n° 16144 zone.



Le dimensioni della mesh di elementi finiti sono fissate in maniera tale da evitare che il problema in esame risulti influenzato dalle condizioni di vincolo al contorno. Per quanto concerne le condizioni di

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td>Foglio</td> <td>124 di</td> </tr> <tr> <td></td> <td>163</td> </tr> </table>	Foglio	124 di		163
Foglio	124 di				
	163				

vincolo applicate, queste constano essenzialmente in un doppio vincolo allo spostamento al contorno inferiore e spostamento orizzontale impedito lungo i bordi laterali. La formulazione del vincolo laterale permette dunque lo sviluppo di tensioni normali di compressione ma non di tensioni di taglio agenti in direzione verticale. Tali tensioni sono invece generate al contorno inferiore.

Nel corso delle prime fasi dell'analisi numerica si è provveduto ad imporre al modello lo stato di sforzo esistente in sito prima dell'inizio dello scavo delle gallerie. Per quanto riguarda la condizione iniziale denominata "Geostatico" si sono inizializzati gli sforzi in direzione verticale in modo da assegnare il carico geostatico alle varie quote del modello. Gli sforzi in direzione orizzontale vengono invece determinati in funzione degli sforzi in direzione verticale attraverso il coefficiente di spinta a riposo ( $K_0$ ). Dato che tale procedura è utilizzata unicamente con lo scopo di creare le condizioni iniziali per l'analisi in corso, non si tratta di una reale fase di calcolo; al termine di tale procedura vengono quindi azzerati gli spostamenti in ogni punto del modello.

L'analisi si basa su una successione di fasi di calcolo "Time", descritte nel seguito, le quali permettono di descrivere i differenti interventi costruttivi e di schematizzare le differenti condizioni di carico.

### 9.13.1 Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo

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

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento variabile fra 0.8 m/g e 1.2 m/g, tipiche per lo scavo in questo tipo di materiale, da cui derivano le caratteristiche di deformabilità dello spritz beton impiegate. Si riportano le caratteristiche principali delle sezioni omogenizzate composte da centine e spritz – beton nel calcolo.

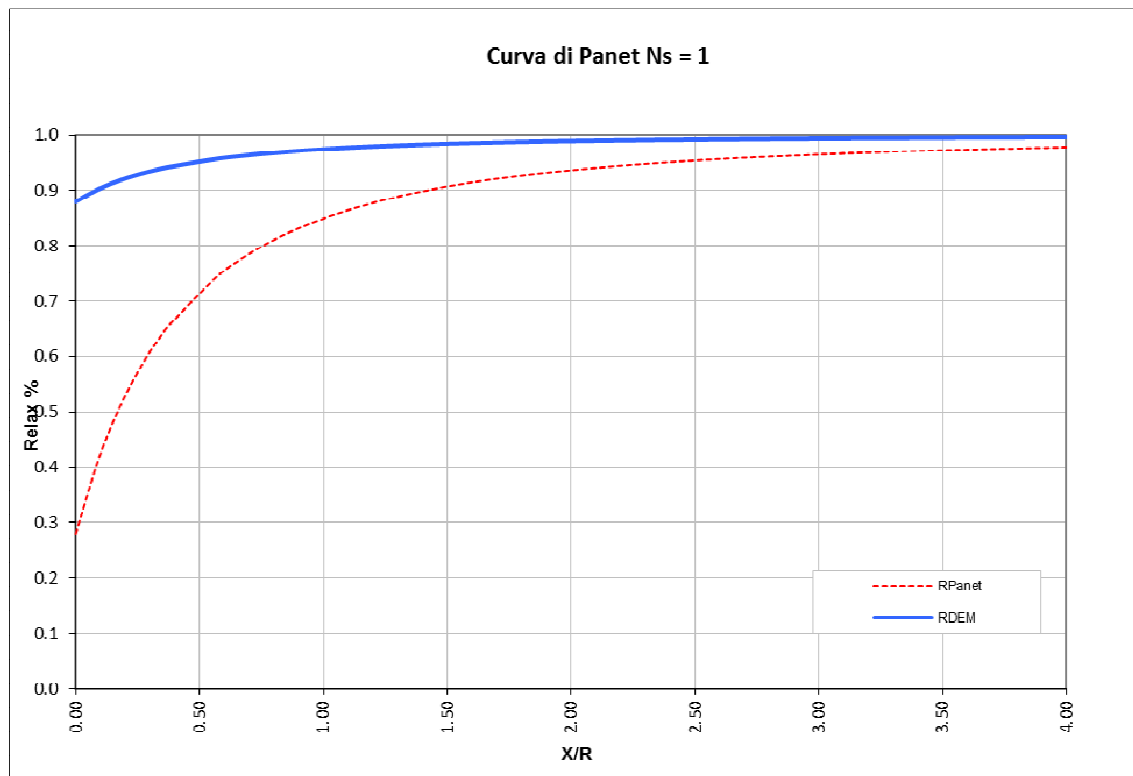
Centina	HE 240 B
n°	1.0
Passo [m]	1.0
E [Gpa]	210.0

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

Maturazione	E <sub>om</sub>	S <sub>om</sub>	EA	EI
[gg]	[Gpa]	[m]	[KN]	[KN*m <sup>2</sup> ]
0.5	10.534	0.3362	3541606	33363
2	19.269	0.3204	6173111	52798
5	26.444	0.3147	8321067	68662
28	29.289	0.3131	9171546	74943

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

LAVORO		COCIV - TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI									
Sezione		C4sb 90m									
TIME	DESCRIZIONE	RIFERIMENTO PRIMA CANNA					RIFERIMENTO SECONDA CANNA				
		INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON	INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON
		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)		Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)	
Geostatico	Geostatico	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 1	Fronte di scavo prima canna	0	0.0%	0	88.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 2	Avanzamento mezzo sfondo	0	88.0%	0.5	92.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 3	Installazione prerinvestimento e avanzamento	0.5	92.0%	1.5	93.0%	0.5 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 4	Maturazione sb e avanzamento	1.5	93.0%	5	94.5%	3gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 5	Maturazione sb e avanzamento	5	94.5%	≈ 3 diametri	95.5%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 6	Getto arco rovescio prima canna	≈ 3 diametri	95.5%	≈ 50m	97.5%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%	-
Time 7	Fronte di scavo seconda canna					28gg	-∞	0.0%	0	88.0%	-
Time 8	Completamento prima canna	≈ 9 diametri	97.5%	> 9 diametri	100.0%	28gg	0	88.0%	0.5	91.0%	-
Time 9	Avanzamento mezzo sfondo					28gg	0.5	91.0%	0.5	92.5%	-
Time 10	Installazione prerinvestimento e avanzamento					28gg	0.5	92.5%	1.5	93.0%	0.5 gg
Time 11	Maturazione sb e avanzamento					28gg	1.5	93.0%	5	94.0%	3gg
Time 12	Maturazione sb e avanzamento					28gg	5	94.0%	≈ 3 diametri	95.0%	28gg
Time 13	Getto arco rovescio seconda canna					28gg	≈ 3 diametri	95.0%	≈ 9 diametri	97.0%	28gg
Time 14	Completamento seconda canna					28gg	≈ 9 diametri	97.0%	> 9 diametri	100.0%	28gg
Time 15	Lungo termine		100.0%	+∞	100.0%	-	> 9 diametri	100.0%	+∞	100.0%	-



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 126 di 163</span>

## 10 RISULTATI ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE

### 10.1 Rivestimenti di prima fase

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

Acciaio S 275	$\sigma_{amm}=190$ MPa $\tau_{amm}=109.7$ MPa
Calcestruzzo proiettato (fcm $\geq$ 25 MPa a 28gg)  fcm* $\geq$ 4 MPa a 0.5 gg fcm $\geq$ 13 MPa a 2 gg fcm* $\geq$ 16 MPa a 5 gg fcm $\geq$ 25 MPa a 28 gg	$\sigma_{amm} = 3.1$ MPa a 0.5gg $\sigma_{amm} = 10$ MPa a 2gg $\sigma_{amm} = 12.3$ MPa a 5gg $\sigma_{amm} = 19.2$ MPa a 28gg
Calcestruzzo proiettato (fcm $\geq$ 30 MPa a 28gg)  fcm* $\geq$ 4 MPa a 0.5 gg fcm $\geq$ 13 MPa a 2 gg fcm* $\geq$ 18 MPa a 5 gg fcm $\geq$ 30 MPa a 28 gg	$\sigma_{amm} = 3.1$ MPa a 0.5gg $\sigma_{amm} = 10$ MPa a 2gg $\sigma_{amm} = 13.8$ MPa a 5gg $\sigma_{amm} = 23.1$ MPa a 28gg

(\*) Valori medi stimati in assenza di prove dirette

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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <table border="1" style="float: right; margin-left: 20px;"> <tr> <td>Foglio 127 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 127 di 163
Foglio 127 di 163		

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

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

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.

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

## 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
Calcestruzzo strutturale non armato Rck 30 Mpa	$\sigma_{amm}=7.5$ MPa $\tau_{c0} = 0.60$ MPa

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

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

Secondo tale normativa, in funzione della classe di esposizione (ambiente poco aggressivo), si ritengono accettabili aperture fessurative minori di 0.2 mm. In questo caso poichè il copriferro minimo è pari a 4 cm  $> 1.5 \cdot c_{min}$  (con  $c_{min} = 2.5$  cm), è ammesso un aumento del limite di apertura delle fessure. Il limite di apertura  $w_k$  sarà pari a

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

Si considera quindi:

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



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG5100ECVCLGN0000004A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 128 di 163</p>

dove

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

L'apertura delle fessure vale:

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

dove:

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

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

per la sezione in esame si ha:

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

$$\tau = \frac{T}{0.9 \cdot b \cdot d}$$

con:

T = taglio agente sulla sezione;

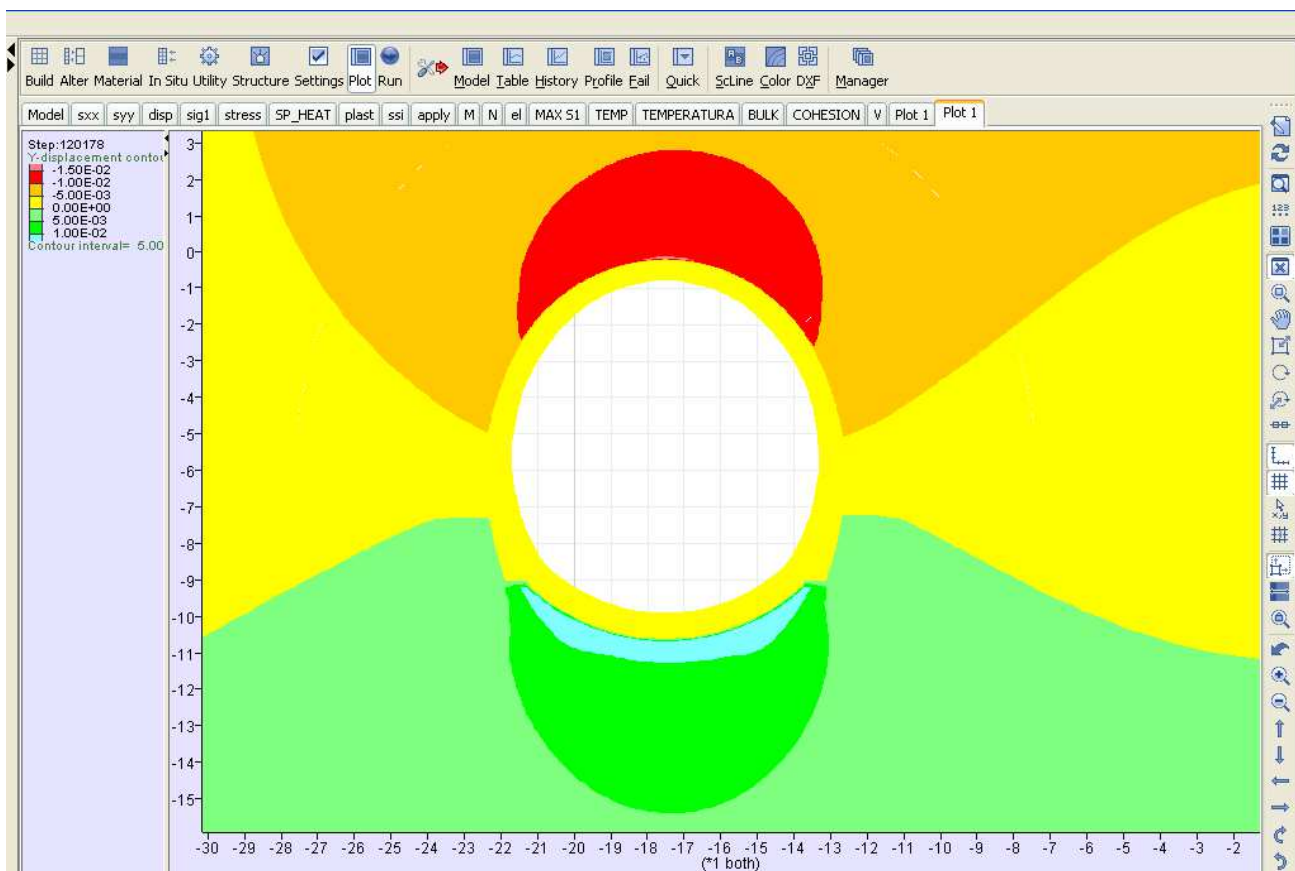
b = larghezza della sezione (1 m)

d = altezza utile della sezione

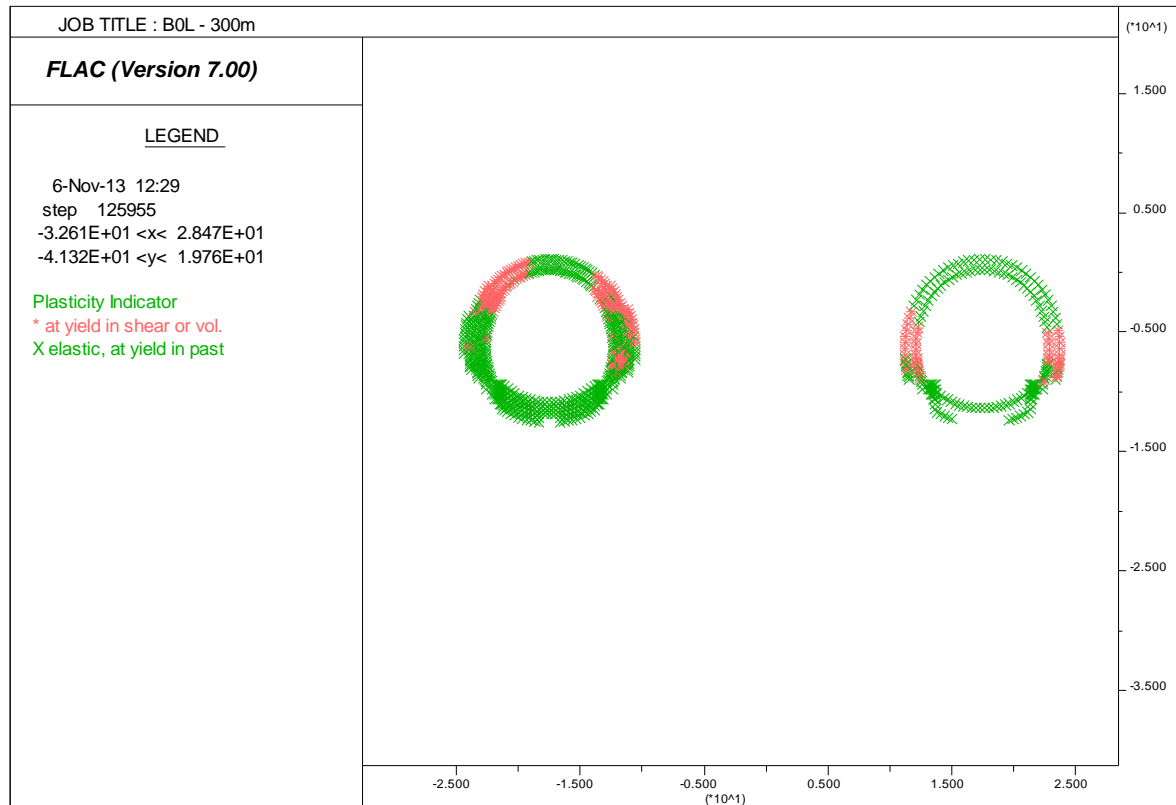
## 10.3 Modello 1: Sezione Tipo B0Lsb

### 10.3.1 Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato spostamenti contenuti con deformazioni del cavo in lungo termine dell'ordine di 1 - 1.5 cm.



Nel corso della simulazione delle fasi esecutive della galleria naturale prima di effettuare la riduzione dei parametri (fase di LT), i fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno della cavità risultano piuttosto limitati; come si può vedere nella figura sottostante, infatti, risulta plasticizzata unicamente una fascia di 1-1.5m attorno al cavo.



Per quanto riguarda il prerivestimento, la convergenza media rilevata risulta inferiore al centimetro. Il rivestimento definitivo è caratterizzato invece da una deformazione media dell'ordine del millimetro.

SEZIONE	Preconvergenza (time 2)	$\Delta$ spostamento prerivestimenti (time 14-2)	$\Delta$ spostamento rivestimento definitivo (time 15-12)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	1.1	0.3	< 0.1
Piano centri Orizzontale	1.1	0.5	< 0.1
Chiave arco rovescio Verticale	1.1	-	< 0.1

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 131 di 163</span>

### 10.3.2 Analisi Tensionale

I rivestimenti di prima fase utilizzati sono descritti nella seguente tabella

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.2	IPN 160	2	1.4

Lo stato di sollecitazione nel prerivestimento risulta di lieve entità, con momenti flettenti che raggiungono i 10 KN\*m/m ed azioni assiali prossime ai 280 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	H	N [KN/m]	M [KNm/m]	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_c$ limite [Mpa]	$\sigma_s$ [Mpa]	$\sigma_s$ limite [Mpa]	V [KN/m]	$\tau$ [Mpa]	$\tau$ limite [Mpa]
0.5gg	0.2	-96.6	1.9	-0.460	3.08	-23.5	190.0	27.9	18.6	109.7
3gg	0.2	-27.0	-4.8	-0.960	10.77	18.6	190.0	35.0	23.4	109.7
28gg	0.2	-82.9	9.8	-2.205	19.23	25.4	190.0	67.0	44.7	109.7

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione prossima ai 2 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima pari a circa 25 MPa. La tensione tangenziale massima sulle ali delle centine risulta inferiore al valore limite. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte.

In corrispondenza dell'arco rovescio le sollecitazioni raggiungono valori di momento dell'ordine di 33 KNm/m ed azioni assiali dell'ordine dei 310 KN/m. In corrispondenza della calotta le sollecitazioni raggiungono valori di momento dell'ordine di 10 KNm/m ed azioni assiali dell'ordine dei 321 KN/m. La sezione B0L è stata verificata non armata.

FERRI ARMATURA PRINCIPALE		
	Intradosso	Estradosso
Arco rovescio	-	-
Calotta	-	-

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.

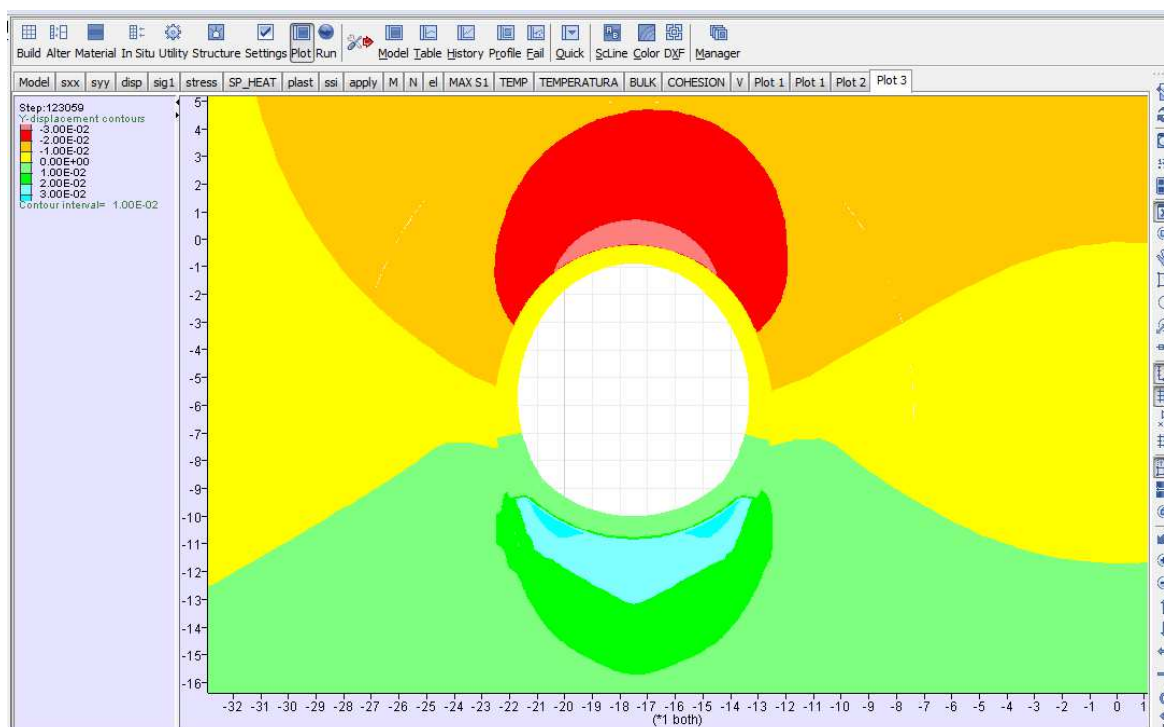
Elemento	N	M	$\sigma_c$	V	$\tau$	N°
[-]	[KN/m]	[KNm/m]	[Mpa]	[KN/m]	[Mpa]	N°
AR	-309.533	-32.481	-0.688	-57.971	-0.080	1
PIEDRITTO	-435.786	-12.742	-0.857	66.616	0.095	2
CALOTTA	-321.081	9.995	-0.676	51.918	0.085	3

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

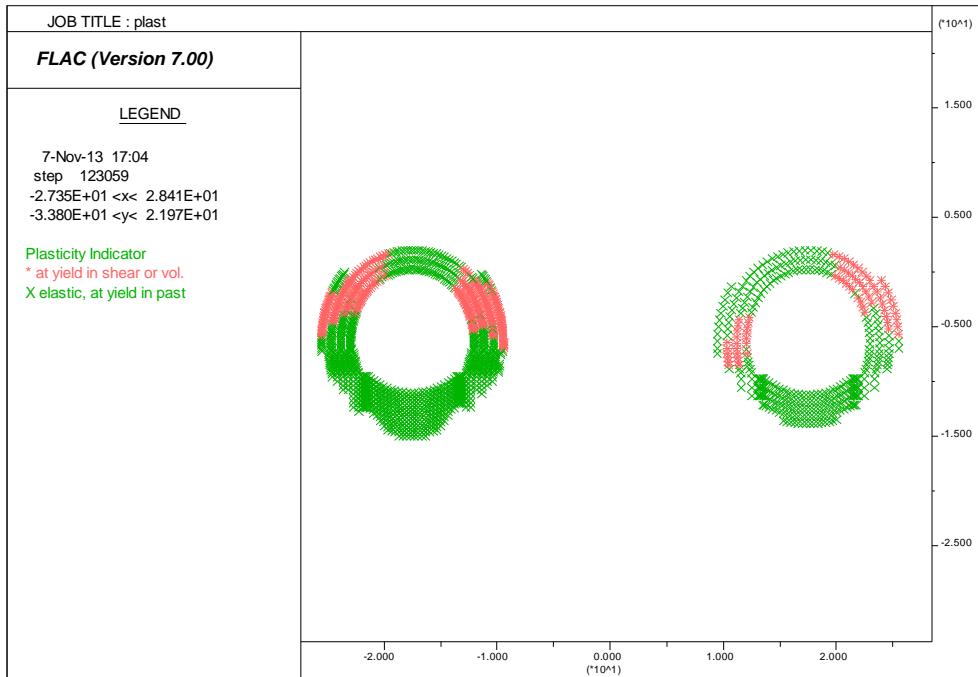
## 10.4 Modello 2: Sezione Tipo B0/1sb

### 10.4.1 Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato spostamenti contenuti in rapporto alla copertura con deformazioni del cavo in lungo termine nell'ordine di 3 cm.



Nel corso della simulazione delle fasi esecutive della galleria naturale prima di effettuare la riduzione dei parametri (fase di LT), i fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno della cavità risultano piuttosto limitati; come si può vedere nella figura sottostante, infatti, risulta plasticizzata unicamente una fascia di circa 2-3 m attorno al cavo.



Per quanto riguarda il prerivestimento, la convergenza media rilevata risulta inferiore al centimetro. Il rivestimento definitivo è caratterizzato invece da una deformazione media dell'ordine del millimetro.

SEZIONE	Preconvergenza (time 2)	$\Delta$ spostamento prerivestimenti (time 14-2)	$\Delta$ spostamento rivestimento definitivo (time 15-12)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	2.6	0.9	<0.1
Piano centri Orizzontale	2.7	0.7	<0.1
Chiave arco rovescio Verticale	2.2	-	<0.1



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00	Foglio 134 di 163

#### 10.4.2 Analisi Tensionale

I rivestimenti di prima fase utilizzati sono descritti nella seguente tabella

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.25	HEB180	1	1.2

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 45 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	H	N [KN/m]	M [KNm/m]	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_c$ limite [Mpa]	$\sigma_s$ [Mpa]	$\sigma_s$ limite [Mpa]	V [KN/m]	$\tau$ [Mpa]	$\tau$ limite [Mpa]
0.5gg	0.25	-28.5	-3.3	-0.210	3.08	-8.6	190.0	-30.6	-23.1	109.7
3gg	0.25	-38.7	6.5	-0.751	10.77	9.0	190.0	-59.7	-45.0	109.7
28gg	0.25	-34.7	60.3	-7.683	19.23	150.4	190.0	142.7	107.6	109.7

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione prossima ai 7 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima pari a circa 150 MPa. La tensione tangenziale massima sulle ali delle centine risulta inferiore al valore limite. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Il rivestimento definitivo mostra in calotta sollecitazioni flettenti massime dell'ordine di 30 KNm/m ed azioni assiali inferiori a 800 KN/m. In corrispondenza dell'arco rovescio si raggiungono valori di momento dell'ordine dei 50 KNm/m ed azioni assiali che arrivano a 720 KN/m. La sezione B0/1 è stata verificata non armata.

FERRI ARMATURA PRINCIPALE		
	Intradosso	Estradosso
Arco rovescio	-	-
Calotta	-	-

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.

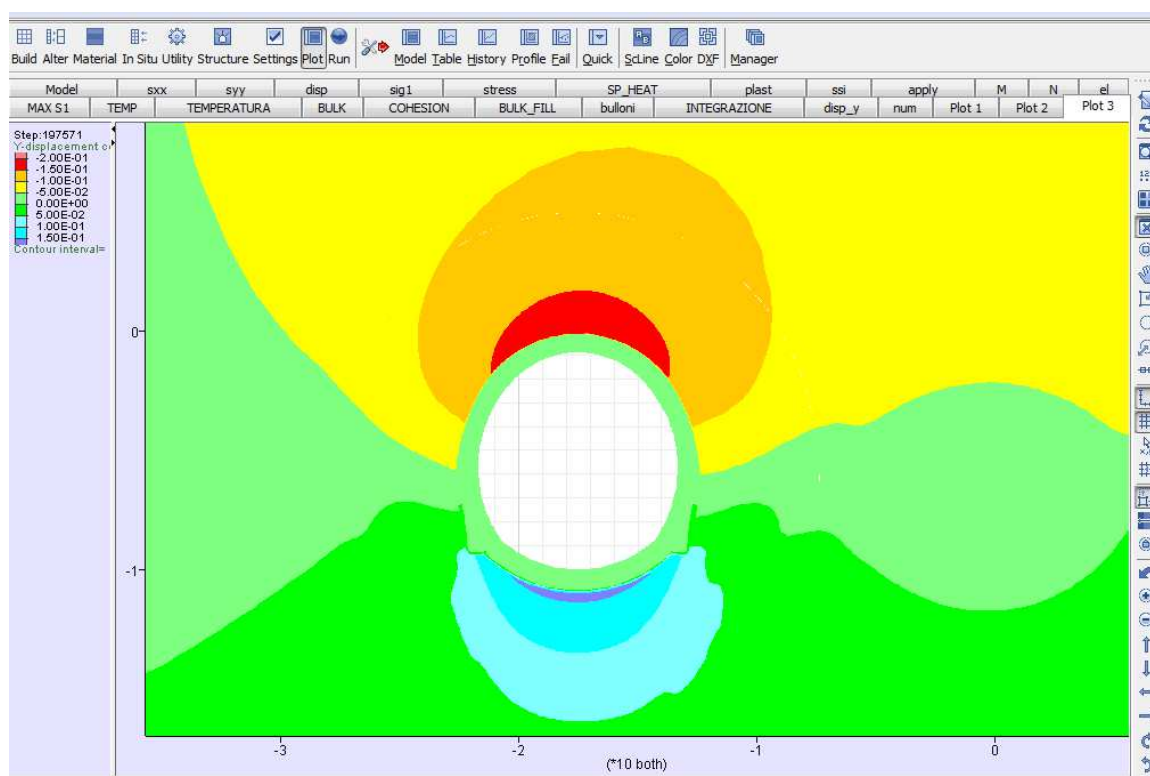
Elemento	N	M	$\sigma_c$	V	$\tau$	N°
[-]	[KN/m]	[KNm/m]	[Mpa]	[KN/m]	[Mpa]	N°
AR	-718.840	-53.242	-1.188	-70.481	-0.087	1
PIEDRITTO	-920.789	-25.546	-1.518	219.426	0.290	2
CALOTTA	-790.560	29.242	-1.422	89.153	0.127	3

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

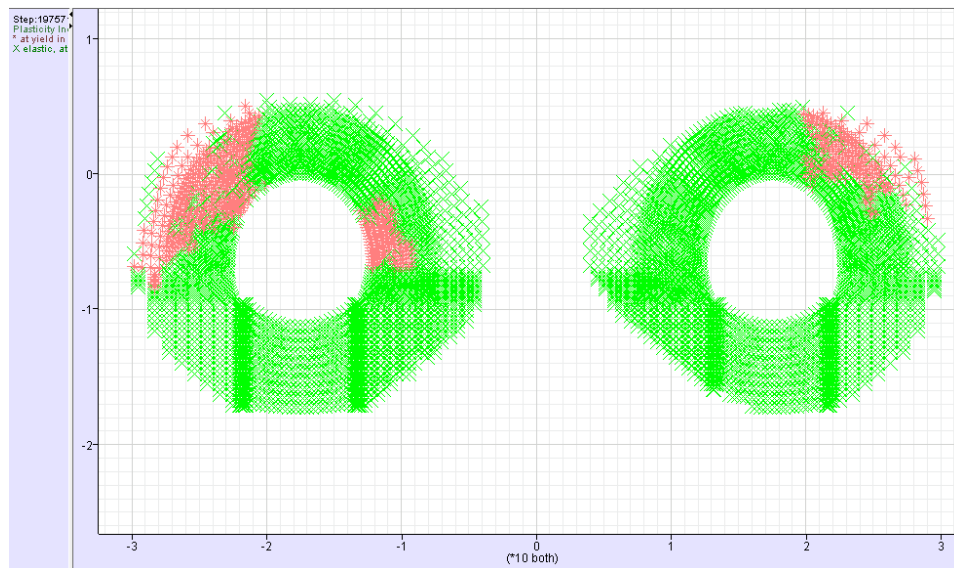
## 10.5 Modello 3: Sezione Tipo B1sb

### 10.5.1 Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato deformazioni del cavo in lungo prossime ai 5-6 cm.



Nel corso della simulazione delle fasi esecutive della galleria naturale prima di effettuare la riduzione dei parametri (fase di LT), i fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno della cavità risultano piuttosto limitati; come si evince dalla figura sottostante, infatti, risulta plasticizzata unicamente una fascia di circa 4-5 cm attorno al cavo.



Il prerivestimento è caratterizzato da valori di convergenza massima inferiori al centimetro; Il rivestimento definitivo è caratterizzato da una deformazione di ordine millimetrico.

SEZIONE / spostamento	Preconvergenza (phase 2)	$\Delta$ spostamento prerivestimenti (phase 16-2)	$\Delta$ spostamento rivestimento definitivo (phase 17-14)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	1.0	0.3	<0.1
Piano centri Orizzontale	1.3	0.5	<0.1
Chiave arco rovescio Verticale	2.9	-	<0.1

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004A00	Foglio 137 di 163

### 10.5.2 Analisi Tensionale

I rivestimenti di prima fase utilizzati sono descritti nella seguente tabella.

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.30	IPN 220	2	1.2

Lo stato di sollecitazione nel prerivestimento risulta di media entità, con momenti flettenti che raggiungono i 150 KN\*m/m ed azioni assiali piuttosto elevate che raggiungono i 3700 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	H	N [KN/m]	M [KNm/m]	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_c$ limite [Mpa]	$\sigma_s$ [Mpa]	$\sigma_s$ limite [Mpa]	V [KN/m]	$\tau$ [Mpa]	$\tau$ limite [Mpa]
0.5gg	0.3	-607.8	-14.0	-1.619	3.08	-82.0	190.0	105.4	34.1	109.7
3gg	0.3	-897.4	26.2	-3.868	10.77	-50.6	190.0	141.6	45.8	109.7
28gg	0.3	-3705.0	151.1	-19.227	19.23	-174.8	190.0	-264.6	-85.7	109.7

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione di circa 19 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima prossima a 175 MPa. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Il rivestimento definitivo in arco rovescio risulta sollecitato con momenti flettenti dell'ordine di 50 KNm/m. Le azioni assiali sono nell'intorno di 720 KN/m. La sezione B1 è stata verificata non armata.

FERRI ARMATURA PRINCIPALE		
	Intradosso	Estradosso
Arco rovescio	-	-
Calotta	-	-

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.

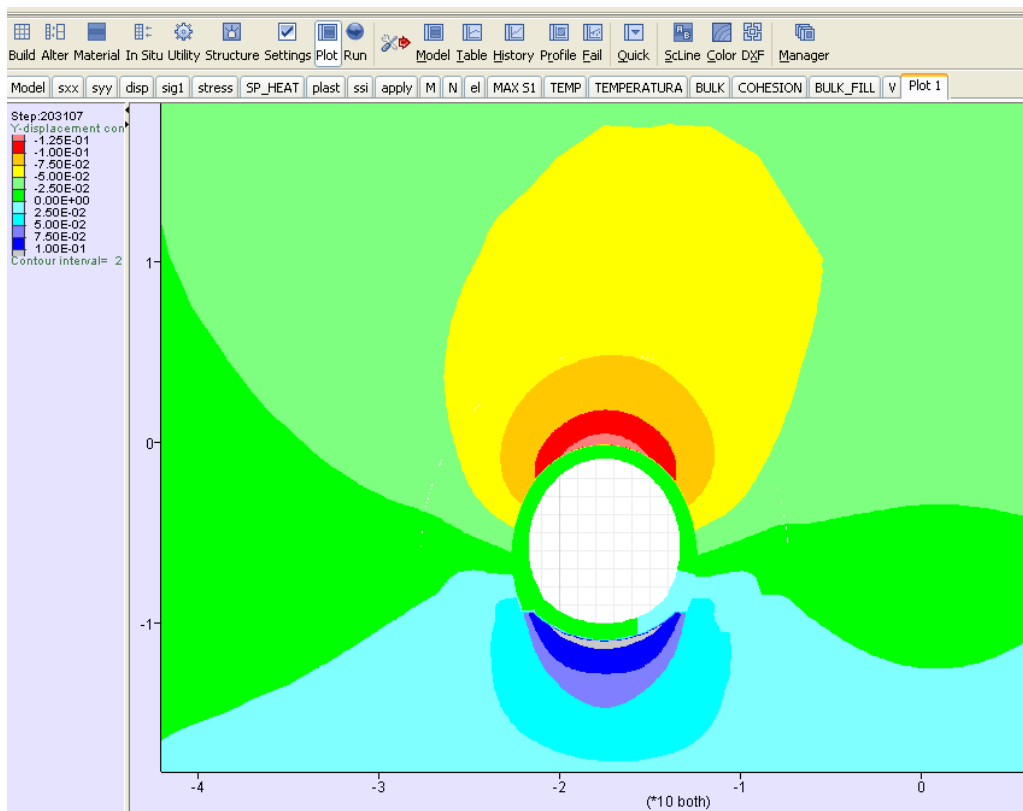
Elemento	N	M	$\sigma_c$	V	$\tau$	N°
[-]	[KN/m]	[KNm/m]	[Mpa]	[KN/m]	[Mpa]	N°
AR	-718.840	-53.242	-1.188	-70.481	-0.087	1
PIEDRITTO	-920.789	-25.546	-1.518	219.426	0.290	2
CALOTTA	-790.560	29.242	-1.422	89.153	0.127	3

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

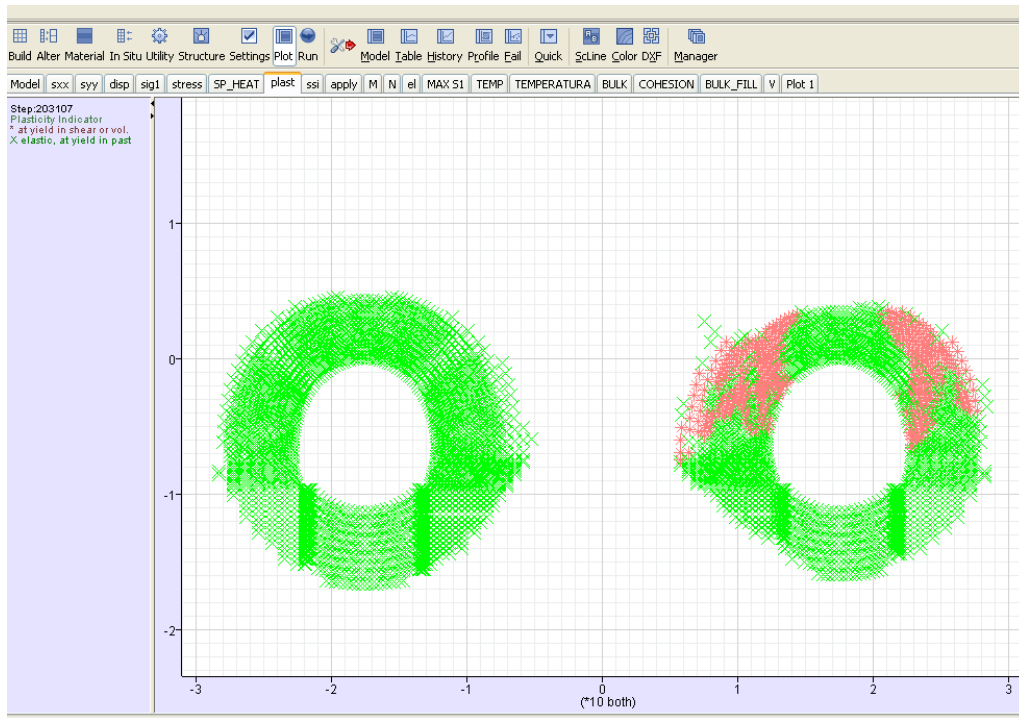
## 10.6 Modello 4: Sezione Tipo B2/1sb

### 10.6.1 Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato deformazioni massime del cavo in lungo termine attorno ai 15 cm.



Nel corso della simulazione delle fasi esecutive della galleria naturale prima di effettuare la riduzione dei parametri (fase di LT), i fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno della cavità risultano presenti in una fascia larga circa 5 m adiacente alla galleria.



Il prerivestimento è caratterizzato da valori di convergenza massima prossima ai 2-3 cm. Il rivestimento definitivo è caratterizzato da una deformazione massima dell'ordine di circa 1mm.

SEZIONE / spostamento	Preconvergenza (phase 2)	$\Delta$ spostamento prerivestimenti (phase 14-2)	$\Delta$ spostamento rivestimento definitivo (phase 15-12)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	10.3	3.7	<0.1
Piano centri Orizzontale	9.1	3.1	<0.1
Chiave arco rovescio Verticale	6.7	-	<0.1



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 140 di 163</span>

### 10.6.2 Analisi Tensionale

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 media entità, con momenti flettenti che raggiungono i 90 KN\*m/m con azioni assiali piuttosto elevate prossime ai 3200 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	H	N [kN/m]	M [kNm/m]	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{c\ limite}$ [Mpa]	$\sigma_s$ [Mpa]	$\sigma_{s\ limite}$ [Mpa]	V [kN/m]	$\tau$ [Mpa]	$\tau\ limite$ [Mpa]
0.5gg	0.3	-696.1	28.8	-1.948	3.08	-90.0	190.0	129.3	69.1	109.7
3gg	0.3	-69.8	71.8	-5.448	10.77	102.8	190.0	199.9	106.8	109.7
28gg	0.3	-3221.0	94.3	-13.945	19.23	-126.0	190.0	202.1	108.0	109.7

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione di circa 14 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima prossima a 130MPa. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Il rivestimento definitivo in arco rovescio risulta maggiormente sollecitato rispetto alla zona di calotta dal punto di vista flessionale con sollecitazioni flettenti dell'ordine di 200 KNm/m. Le azioni assiali sono nell'intorno di 3200 KN/m. La sezione B2sb è stata verificata non armata.

FERRI ARMATURA PRINCIPALE		
	Intradosso	Estradosso
Arco rovescio	–	–
Calotta	–	–

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.

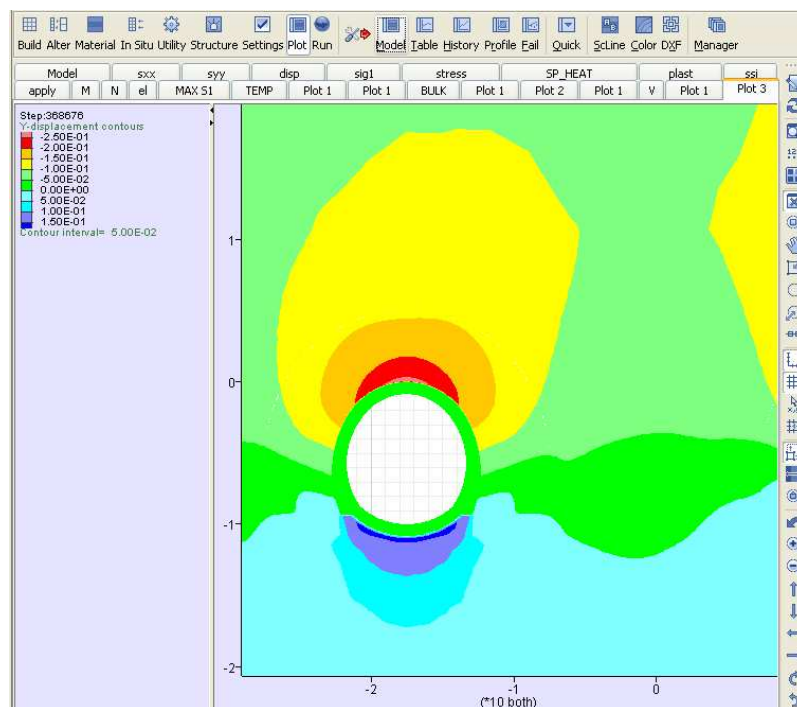
Elemento	N	M	$\sigma_c$	V	$\tau$	N°
[-]	[KN/m]	[KNm/m]	[Mpa]	[KN/m]	[Mpa]	N°
AR	-3241.470	-202.727	-4.462	-303.512	-0.340	1
PIEDRITTO	-1254.881	-72.380	-2.015	-95.822	-0.125	2
CALOTTA	-1032.191	52.760	-1.650	59.439	0.079	3

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

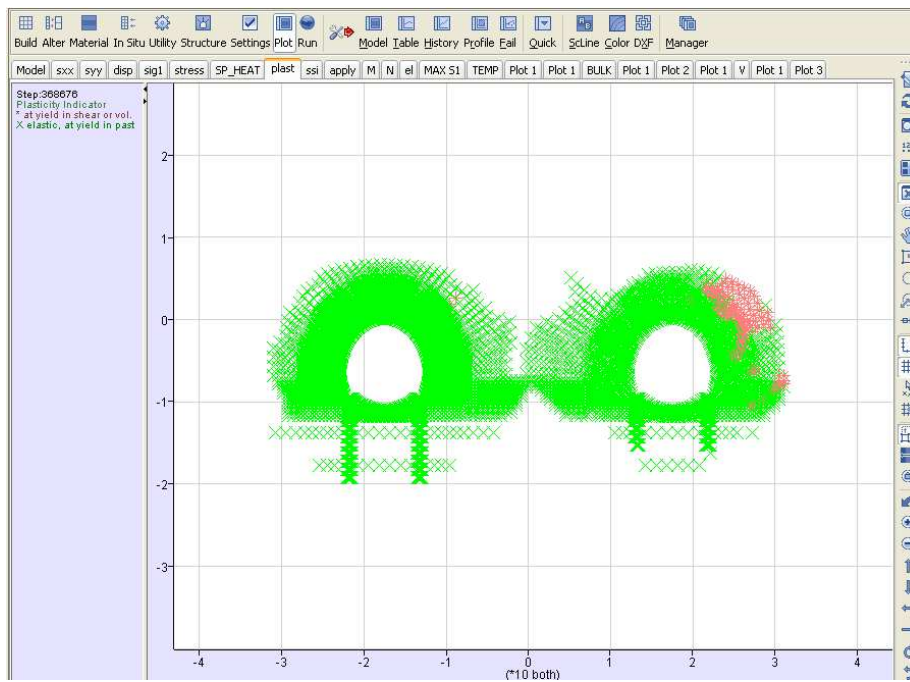
## 10.7 Modello 5: Sezione Tipo C4sb – copertura 500m

### 10.7.1 Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato deformazioni massime del cavo in lungo termine dell'ordine di 30cm.



Nel corso della simulazione delle fasi esecutive della galleria naturale prima di effettuare la riduzione dei parametri (fase di LT), i fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno della cavità risultano presenti in una fascia nell'intorno del cavo con una estensione di circa 6m.



Il priverivestimento è caratterizzato da valori di convergenza totale massima prossima ai 4cm. Il rivestimento definitivo è caratterizzato da una deformazione massima pari a circa 1mm.

SEZIONE	Preconvergenza (phase 2)	$\Delta$ spostamento priverivestimenti (phase 14-2)	$\Delta$ spostamento rivestimento definitivo (phase 15-7)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	21.8	5.1	<0.1
Piano centri Orizzontale/verticale	18.9	4.7	<0.1
Chiave arco rovescio Verticale	12.1	-	<0.1

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 143 di 163</span>

### 10.7.2 Analisi Tensionale

I rivestimenti di prima fase utilizzati sono descritti nella seguente tabella

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.3	HEB 240	1	1.0

Lo stato di sollecitazione nel prerinvestimento risulta di entità molto elevata, con momenti flettenti che raggiungono i 100 KN\*m/m con azioni assiali molto elevate prossime ai 6000 KN/m.

Nella tabella sottostante viene riportato lo stato tensionale sia sulle ali delle centine che sullo spritz beton considerando 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	H	N [KN/m]	M [KNm/m]	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_c$ limite [Mpa]	$\sigma_s$ [Mpa]	$\sigma_s$ limite [Mpa]	V [KN/m]	$\tau$ [Mpa]	$\tau$ limite [Mpa]
0.5gg	0.3	-781.2	-21.1	-1.440	3.08	-74.1	190.0	-189.4	-75.9	109.7
3gg	0.3	-2058.0	70.1	-7.717	10.77	-102.5	190.0	-267.4	-107.1	109.7
28gg	0.3	-4049.0	-217.4	-20.335	23.08	-187.0	190.0	-267.9	-107.3	109.7

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione di circa 20 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima prossima a 187 MPa. La tensione massima tangenziale valutata durante le fasi di calcolo è pari a 107 MPa. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte, anche nelle condizioni limite sopra indicate.

Il rivestimento definitivo di calotta risulta sollecitato con momenti flettenti nell'intorno di 280 kNm/m ed azioni assiali nell'ordine di 6800 kNm/m. L'arco rovescio presenta momenti flettenti di circa 250 kNm/m e azioni assiali di circa 8500 kNm/m.

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

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

In sintesi vengono indicate le sezioni più gravose in base a quanto valutato nei vari step di calcolo per le diverse parti strutturali (arco rovescio e calotta) della sezione in esame. Nella tabella sotto viene riportato lo stato tensionale e l'apertura della fessura qualora il momento agente risultasse superiore al momento di fessurazione.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 144 di 163</span>

H	N	M	$\sigma_c$	$\sigma_s$	V	$\tau$
[m]	[kN]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[MPa]
AR	-8513.94	-256.3	-9.38	-138.0	-477.792	-0.6
PIEDRITTO	-7295.46	-210.3	-8.00	-117.7	-455.000	-0.6
CALOTTA	-6835.92	283.4	-8.06	-117.6	435.615	0.6

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.

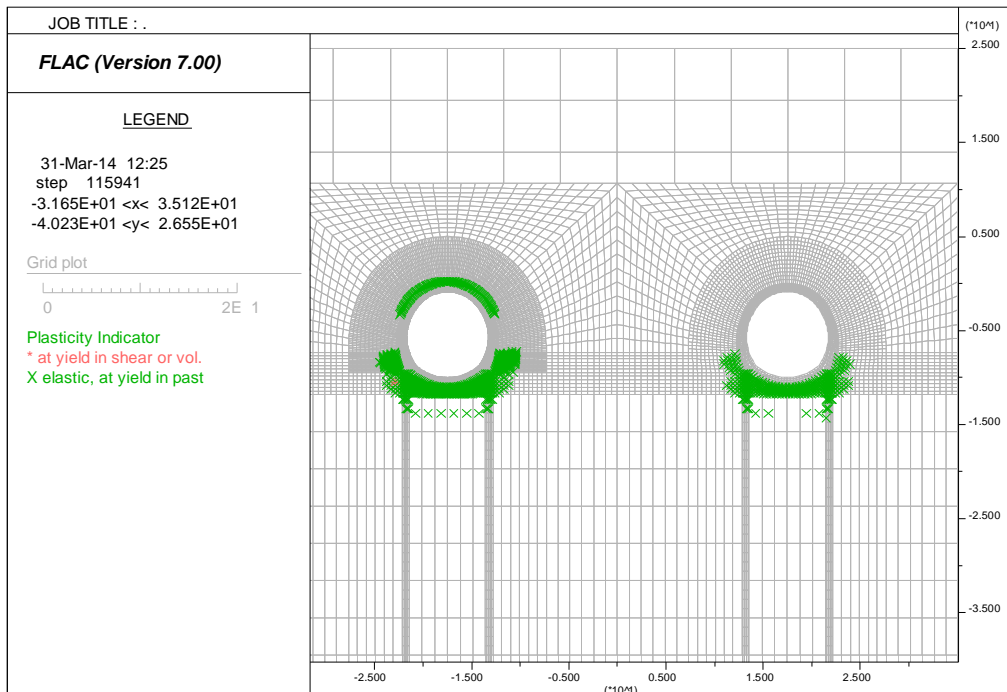
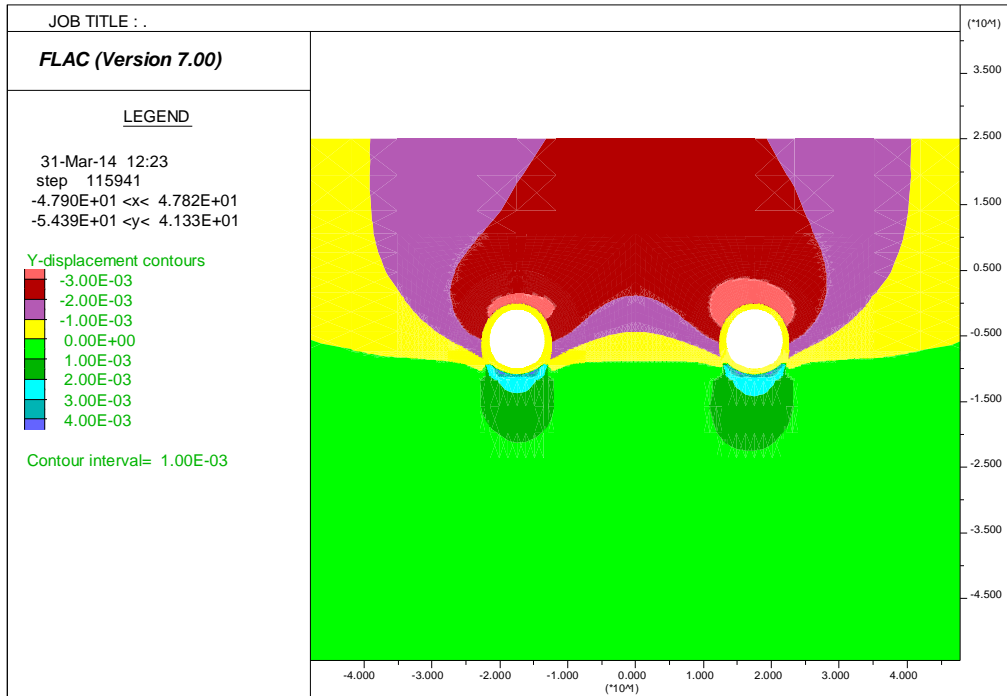
## 10.8 Modello 6: Sezione Tipo C4sb – basse coperture

### 10.8.1 Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato deformazioni massime del cavo in lungo termine dell'ordine di 3cm.

L'analisi è stata effettuata principalmente per verificare che l'utilizzo di questa sezione a basse coperture porti a effetti deformativi compatibili con possibili opere di superficie, provocando cedimenti superficiali accettabili (1-2 cm). Di conseguenza ci si aspetta che lo stato tensionale nei rivestimenti provvisori e definitivi, di cui si riportano comunque le verifiche per chiarezza, risulti molto limitato e non dimensionante.

Nel corso della simulazione delle fasi esecutive della galleria naturale prima di effettuare la riduzione dei parametri (fase di LT), i fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno della cavità risultano presenti in una fascia nell'intorno del cavo con una estensione di circa 3m.



Il priverivestimento è caratterizzato da valori di convergenza totale massima prossima ai 4cm. Il rivestimento definitivo è caratterizzato da una deformazione massima pari a circa 1mm.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 146 di 163</span>

SEZIONE	Preconvergenza (phase 2)	$\Delta$ spostamento prerivestimenti (phase 7-2)	$\Delta$ spostamento rivestimento definitivo (phase 15-7)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	0.1	<1	<0.1
Piano centri Orizzontale/verticale	0.1	<1	<0.1
Chiave arco rovescio Verticale	0.2	-	<0.1

### 10.8.2 Analisi Tensionale

I rivestimenti di prima fase utilizzati sono descritti nella seguente tabella

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.3	HEB 240	1	1.0

Lo stato di sollecitazione nel prerivestimento, come ci si attendeva, risulta di entità limitata, essendo la sezione valida per coperture molto più elevate.

Nella tabella sottostante viene riportato lo stato tensionale sia sulle ali delle centine che sullo spritz beton considerando 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	H	N [kN/m]	M [kNm/m]	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_c$ limite [Mpa]	$\sigma_s$ [Mpa]	$\sigma_s$ limite [Mpa]	V [kN/m]	$\tau$ [Mpa]	$\tau$ limite [Mpa]
0.5gg	0.3	-352.4	-1.8	-0.502	3.08	-27.3	190.0	-36.3	-14.6	109.7
3gg	0.3	-1052.0	-5.7	-2.738	10.77	-39.3	190.0	-76.3	-30.6	109.7
28gg	0.3	-1538.0	8.7	-4.383	23.08	-45.0	190.0	49.5	19.8	109.7

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione di circa 5 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima inferiore a 100 MPa. La tensione massima tangenziale valutata durante le fasi di calcolo è pari a 20 MPa. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte, anche nelle condizioni limite sopra indicate.

Il rivestimento definitivo risulta molto poco sollecitato, con momenti flettenti nell'intorno di 100 kN/m ed azioni assiali nell'ordine di 500 kNm/m. Come si vede dalle tensioni negli elementi bidimensionali di calotta, l'effetto dello scavo della canna a tali coperture provoca tratti in cui la risultante di sforzo normale diventa di trazione. Le sollecitazioni sono comunque molto lievi e la sezione maggiormente sollecitata risulta verificata.

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 147 di 163</span>

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

In sintesi vengono indicate le sezioni più gravose in base a quanto valutato nei vari step di calcolo per le diverse parti strutturali (arco rovescio e calotta) della sezione in esame. Nella tabella sotto viene riportato lo stato tensionale e l'apertura della fessura qualora il momento agente risultasse superiore al momento di fessurazione.

H	N	M	$\sigma_c$	$\sigma_s$	V	$\tau$
[m]	[kN]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[MPa]
AR	-303.69	49.9	-0.55	-7.7	-83.63	-0.1
PIEDRITTO	-429.76	74.4	-0.76	-10.6	-80.97	-0.1
CALOTTA	37.8	-42.5	-0.47	34.97	58.31	0.1

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.

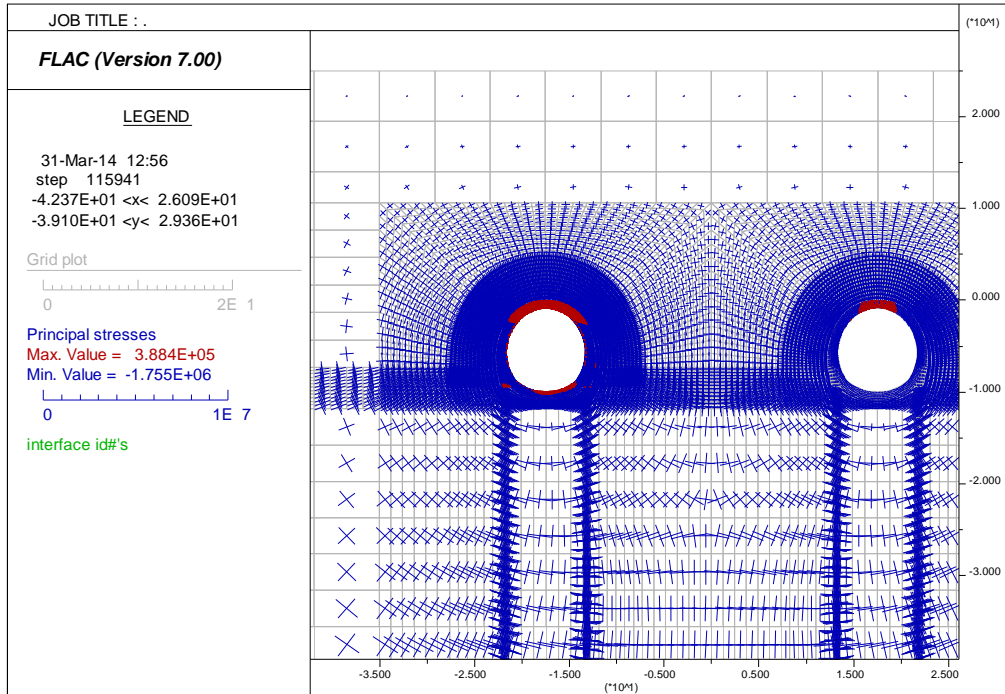


Figura 10-1. Tensioni (time LT)

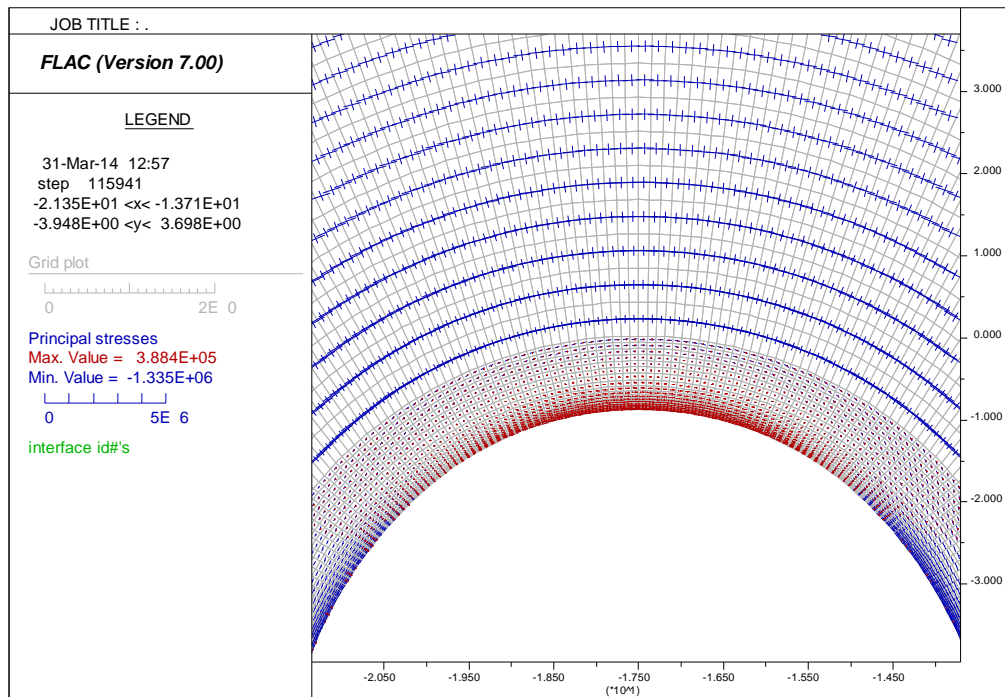


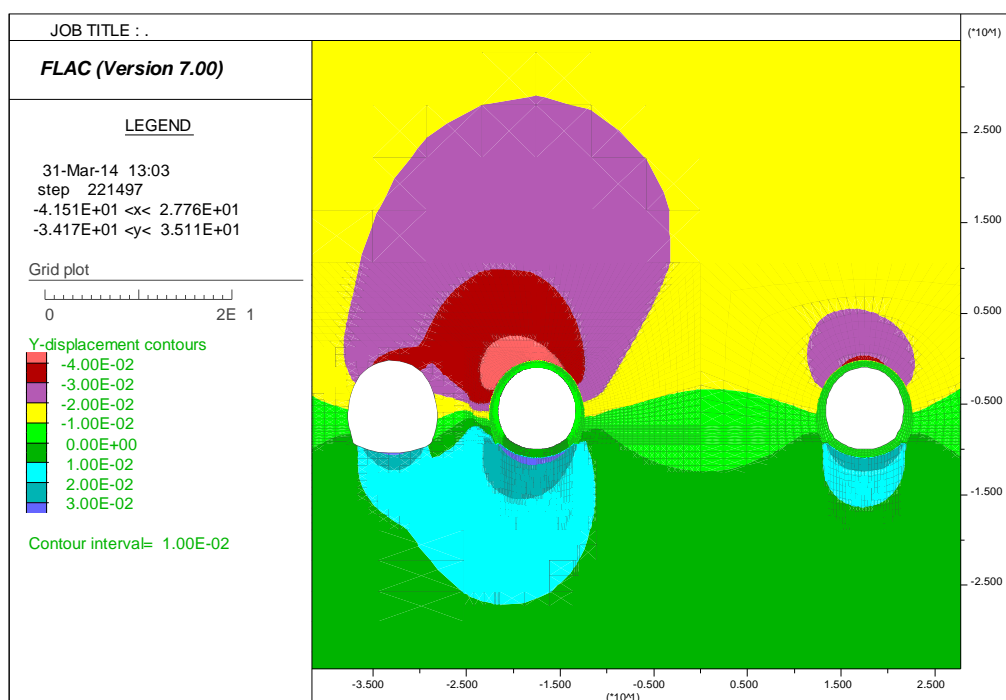
Figura 10-2. Zoom tensioni (time LT)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
	IG5100ECVCLGN0000004.A00 <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td>Foglio</td> <td>149 di</td> </tr> <tr> <td></td> <td>163</td> </tr> </table>	Foglio	149 di		163
Foglio	149 di				
	163				

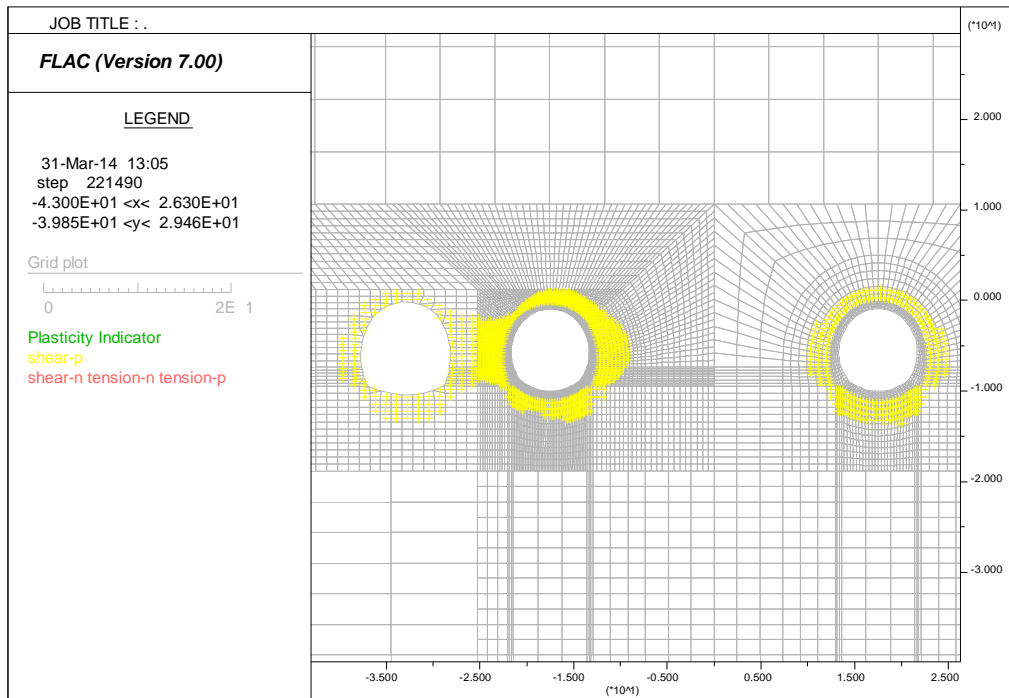
## 10.9 Modello 7: Interferenza con interconnessione - Sezione Tipo B2/1sb

### 10.9.1 Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato deformazioni massime del cavo in lungo termine attorno ai 4 cm.



Nel corso della simulazione delle fasi esecutive della galleria naturale prima di raggiungere la fase di LT, i fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno della cavità risultano presenti in una fascia larga circa 5 m adiacente alla galleria sul lato in cui non ho l'interferenza con la canna più vicina. La zona tra le due canne ravvicinate (in questo caso canna dispari e interconnessione) risulta invece tutta plasticizzata (8-9 m).



Il prerivestimento è caratterizzato da valori di convergenza massima prossima ai 2-3 cm. Il rivestimento definitivo è caratterizzato da una deformazione massima dell'ordine di circa 1mm.

SEZIONE / spostamento	Preconvergenza (phase 2)	$\Delta$ spostamento prerivestimenti (phase 14-2)	$\Delta$ spostamento rivestimento definitivo (phase 15-12)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	3	1	<0.1
Piano centri Orizzontale	1.5	0.75	<0.1
Chiave arco rovescio Verticale	2	-	<0.1

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 151 di 163</span>

### 10.9.2 Analisi Tensionale

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 media entità, con momenti flettenti che raggiungono i 170 KN\*m/m con azioni assiali piuttosto elevate prossime ai 2400 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	H	N [KN/m]	M [KNm/m]	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_c$ limite [Mpa]	$\sigma_s$ [Mpa]	$\sigma_s$ limite [Mpa]	V [KN/m]	$\tau$ [Mpa]	$\tau$ limite [Mpa]
0.5gg	0.3	-758.0	-19.6	-1.774	3.08	-86.1	190.0	-35.7	-19.0	109.7
3gg	0.3	-1825.0	110.5	-10.277	10.77	-119.2	190.0	171.8	91.7	109.7
28gg	0.3	-2417.0	166.6	-15.940	19.23	-129.2	190.0	-198.1	-105.8	109.7

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione di circa 19 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima prossima a 130 MPa. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Il rivestimento definitivo in arco rovescio risulta maggiormente sollecitato rispetto alla zona di calotta dal punto di vista flessionale con sollecitazioni flettenti dell'ordine di 110 KNm/m. Le azioni assiali sono nell'intorno di 1400 KN/m. La sezione è stata verificata non armata.

FERRI ARMATURA PRINCIPALE		
	Intradosso	Estradosso
Arco rovescio	–	–
Calotta	–	–

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



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004.A00 <span style="float: right;">Foglio 152 di 163</span>

Elemento	N	M	$\sigma_c$	V	$\tau$
[-]	[KN/m]	[KNm/m]	[Mpa]	[KN/m]	[Mpa]
AR	-1410.394	-109.121	-2.084	-106.974	-0.120
PIEDRITTO	-804.394	97.473	-1.176	-37.708	-0.048
CALOTTA	-516.410	20.683	-0.761	33.267	0.045

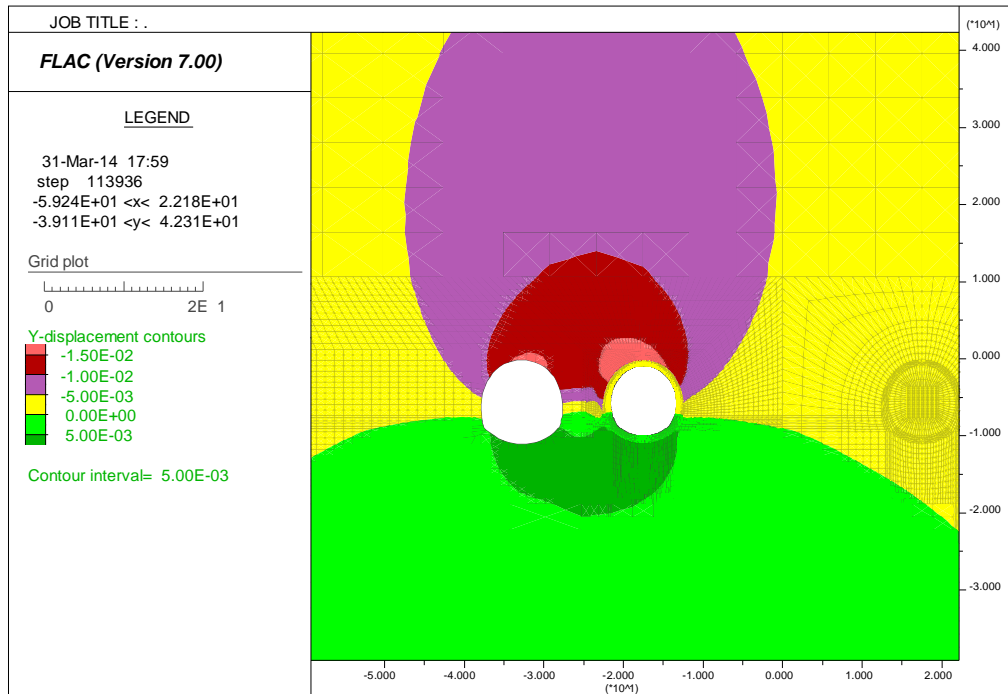
Come si nota, tutte le verifiche risultano soddisfatte. Poiché si verifica ovunque  $\tau < \tau_{c0}$  non è necessario disporre armatura specifica a taglio.

Come detto in precedenza, i risultati della sezione analizzata sono strettamente dipendenti dalle fasi esecutive dell'opera; nel caso in cui le canne non siano scavate nell'ordine previsto da cronoprogramma o questi venga modificato in seguito, si prevede un differente comportamento tenso-deformativo della struttura, in particolare per la canna centrale vicino all'interconnessione. Per questo motivo, nel profilo geomeccanico relativo alla Tratta, sono state previste possibili tratte armate nelle zone di interferenza per le canne di linea.

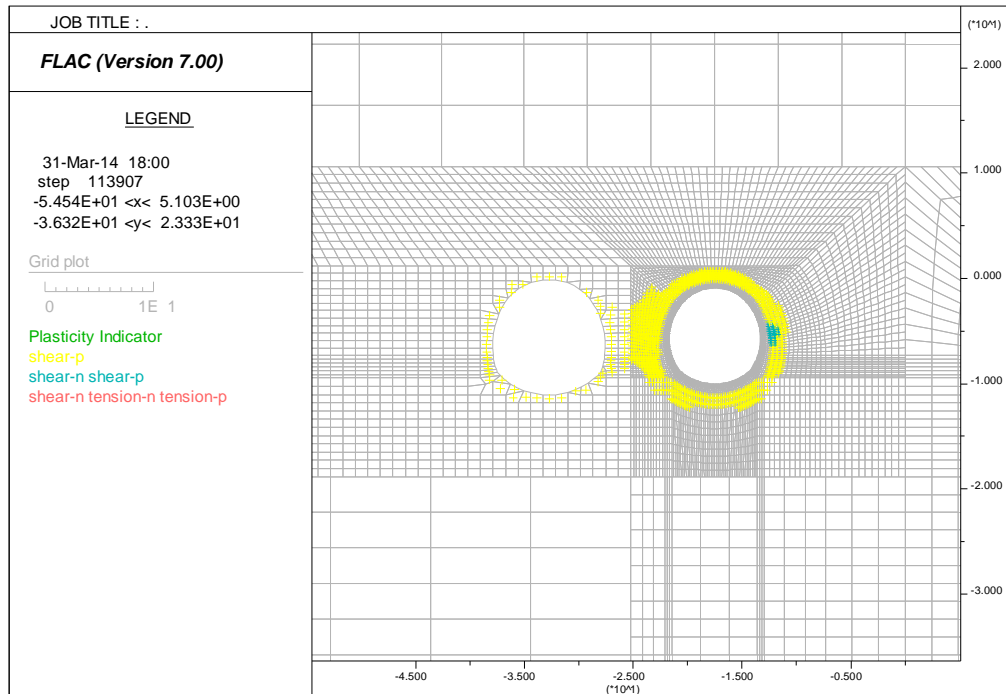
## 10.10 Modello 8: Sezioni ravvicinate - Sezione Tipo B2/1sb

### 10.10.1 Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato deformazioni massime del cavo in lungo termine attorno ai 1.5 cm.



Nel corso della simulazione delle fasi esecutive della galleria naturale prima di raggiungere la fase di LT, i fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno della cavità risultano presenti in una fascia larga circa 3 m adiacente alla galleria sul lato in cui non c'è l'interferenza con la canna più vicina. La zona tra le due canne ravvicinate risulta invece tutta plasticizzata (8m).



Il prerivestimento è caratterizzato da valori di convergenza massima prossima ai 3 cm. Il rivestimento definitivo è caratterizzato da una deformazione massima dell'ordine di circa 1mm.

SEZIONE / spostamento	Preconvergenza (phase 2)	$\Delta$ spostamento prerivestimenti (phase 14-2)	$\Delta$ spostamento rivestimento definitivo (phase 15-12)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	0.75	<1	<0.1
Piano centri Orizzontale	0.75	<1	<0.1
Chiave arco rovescio Verticale	0.5	-	<0.1

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 155 di 163</span>

### 10.10.2 Analisi Tensionale

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 priverivestimento risulta di media entità, con momenti flettenti che raggiungono i 140 KNm/m con azioni assiali piuttosto elevate prossime ai 750 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	H	N [KN/m]	M [KNm/m]	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_c$ limite [Mpa]	$\sigma_s$ [Mpa]	$\sigma_s$ limite [Mpa]	V [KN/m]	$\tau$ [Mpa]	$\tau$ limite [Mpa]
0.5gg	0.3	-281.8	1.2	-0.479	3.08	-25.9	190.0	-23.0	-12.3	109.7
3gg	0.3	-121.3	31.8	-2.494	10.77	32.8	190.0	39.2	21.0	109.7
28gg	0.3	-721.3	-136.5	-12.320	19.23	106.3	190.0	-205.0	-109.5	109.7

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione di circa 12 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima prossima a 110 MPa. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Il rivestimento definitivo in arco rovescio risulta maggiormente sollecitato rispetto alla zona di calotta dal punto di vista flessionale con sollecitazioni flettenti dell'ordine di 110 KNm/m. Le azioni assiali sono nell'intorno di 1400 KN/m. La sezione B2sb è stata verificata non armata.

Lo scavo ravvicinato della seconda canna fa sì che nascano delle componenti di trazione in alcune sezioni del priverivestimento. Le sollecitazioni sono comunque molto lievi e la sezione maggiormente sollecitata risulta verificata. E' però necessario prevedere un'armatura per la tratta in esame.

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

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
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 156 di 163</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.

H	N	M	$\sigma_c$	$\sigma_s$	V	$\tau$
[m]	[kN]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[MPa]
AR	-56.1	-147.2	-1.4	64.3	402.2	0.5
PIEDRITTO	-267.8	-20.2	-0.3	-4.5	-20.8	0.0
CALOTTA	-151.5	-10.1	-0.2	-3.3	9.0	0.0

La sezione più sollecitata a tenso-flessione in arco rovescio ha un momento di circa 50 kNm/m e sforzo di trazione pari a 135 kN/m. Il calcestruzzo ha una tensione massima di 0.06 MPa e la tensione massima nell'acciaio è pari a 56.01 MPa.

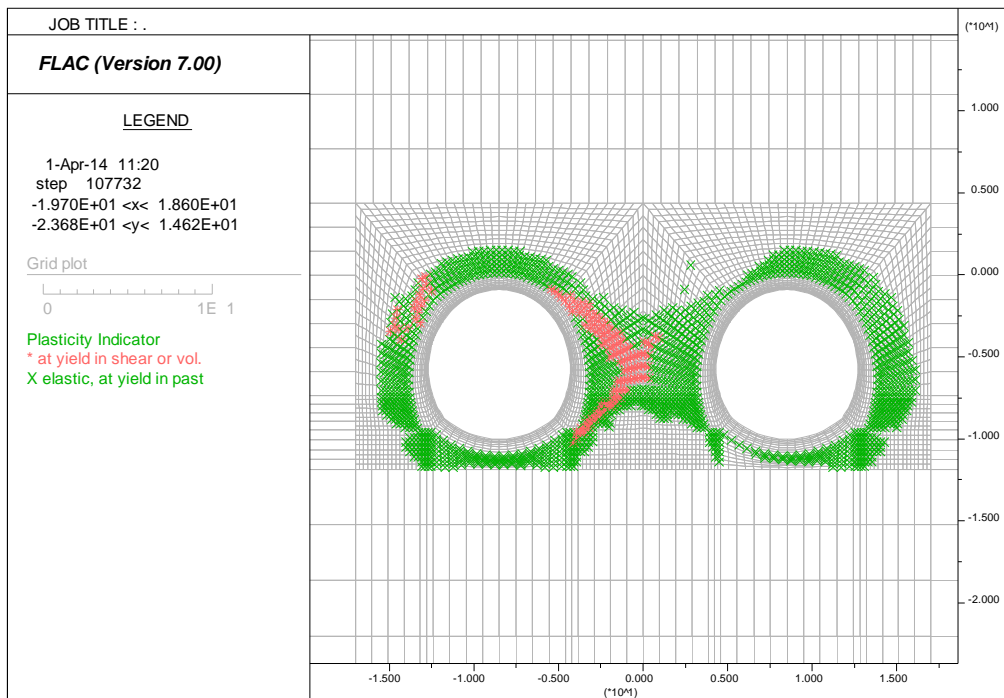
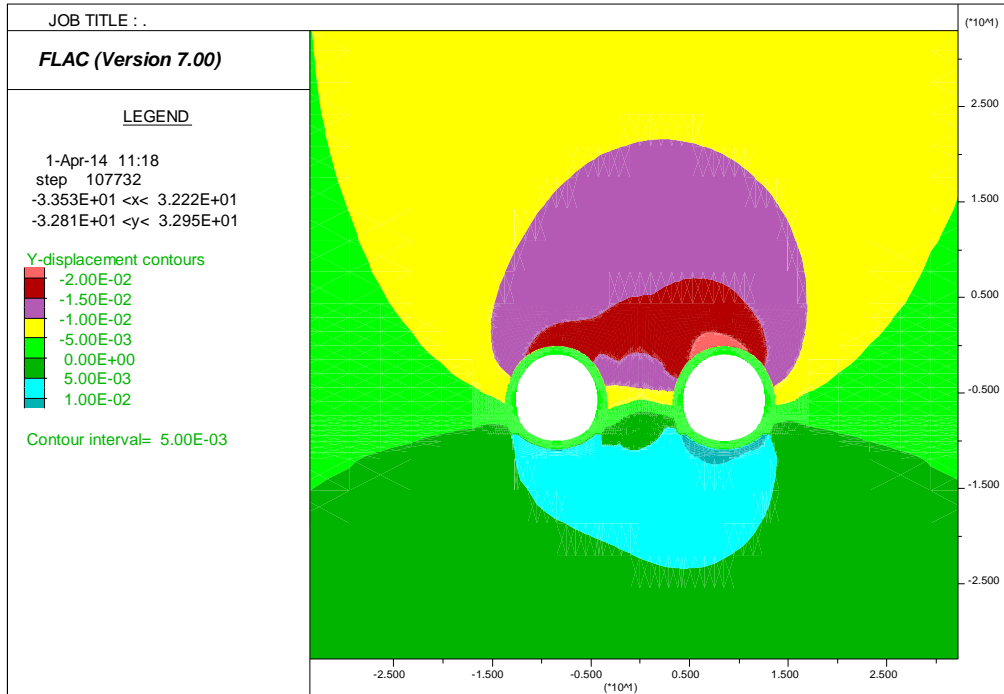
Come si nota, tutte le verifiche risultano soddisfatte. Poiché si verifica ovunque  $\tau < \tau_{c0}$  non è necessario disporre armatura specifica a taglio.

## 10.11 Modello 9: sezioni ravvicinate - Sezione Tipo C4sb

### 10.11.1 Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato deformazioni massime del cavo in lungo termine dell'ordine di 2.0 cm.

Nel corso della simulazione delle fasi esecutive della galleria naturale prima di raggiungere la fase di LT, i fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno della cavità risultano presenti in una fascia nell'intorno del cavo con una estensione di circa 3m adiacente alla galleria sul lato in cui non c'è l'interferenza con la canna più vicina. La zona tra le due canne ravvicinate risulta invece tutta plasticizzata (7m).



Il priverivestimento è caratterizzato da valori di convergenza totale massima prossima ai 3cm. Il rivestimento definitivo è caratterizzato da una deformazione massima pari a circa 1mm.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 158 di 163</span>

SEZIONE	Preconvergenza (phase 2)	$\Delta$ spostamento prerivestimenti (phase 7-2)	$\Delta$ spostamento rivestimento definitivo (phase 15-7)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	1.25	<1	<0.1
Piano centri Orizzontale/verticale	1.0	<1	<0.1
Chiave arco rovescio Verticale	0.5	-	<0.1

### 10.11.2 Analisi Tensionale

I rivestimenti di prima fase utilizzati sono descritti nella seguente tabella

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.3	HEB 240	1	1.0

Lo stato di sollecitazione nel prerivestimento, come ci si attendeva, risulta di entità limitata, essendo la sezione valida per coperture molto più elevate.

Nella tabella sottostante viene riportato lo stato tensionale sia sulle ali delle centine che sullo spritz beton considerando 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	H	N [kN/m]	M [kNm/m]	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_c$ limite [Mpa]	$\sigma_s$ [Mpa]	$\sigma_s$ limite [Mpa]	V [kN/m]	$\tau$ [Mpa]	$\tau$ limite [Mpa]
0.5gg	0.3	-114.4	0.3	-0.176	3.08	-8.0	190.0	4.6	1.9	109.7
3gg	0.3	-307.3	0.8	-0.805	12.31	-9.7	190.0	13.8	5.5	109.7
28gg	0.3	-3019.0	-166.3	-16.079	23.08	-122.8	190.0	-202.8	-81.3	109.7

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione di circa 16 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima inferiore a 130 MPa. La tensione massima tangenziale valutata durante le fasi di calcolo è pari a 80 MPa. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte, anche nelle condizioni limite sopra indicate.

Il rivestimento definitivo risulta molto poco sollecitato, con momenti flettenti nell'intorno di 110 kN/m ed azioni assiali nell'ordine di 3000 kNm/m.

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECVCLGN0000004A00 <span style="float: right;">Foglio 159 di 163</span>

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

In sintesi vengono indicate le sezioni più gravose in base a quanto valutato nei vari step di calcolo per le diverse parti strutturali della sezione in esame. Nella tabella sotto viene riportato lo stato tensionale e l'apertura della fessura qualora il momento agente risultasse superiore al momento di fessurazione.

Elemento	N	M	$\sigma_c$	$\sigma_s$	V	$\tau$
[m]	[kN]	[kNm]	[MPa]	[MPa]	[kN]	[MPa]
AR	-3034	31	-3.01	-44.8	-434	-0.5
PIEDRITTO	-1220	-112	-1.84	-26.2	109	0.1
CALOTTA	-670	110	-1.33	-18.5	217	0.3

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.

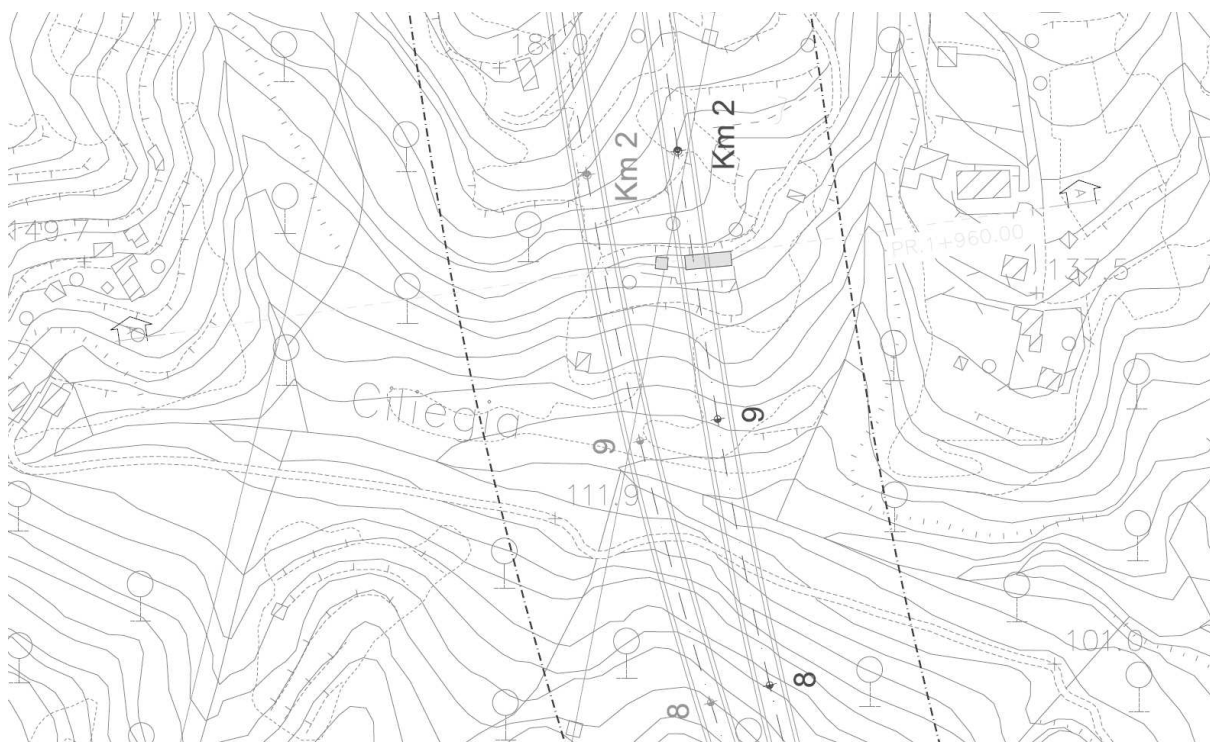
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5100ECVCLGN0000004.A00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 160 di 163</td> </tr> </table>	Foglio 160 di 163
Foglio 160 di 163		

## 11 INTERFERENZE SUPERFICIALI

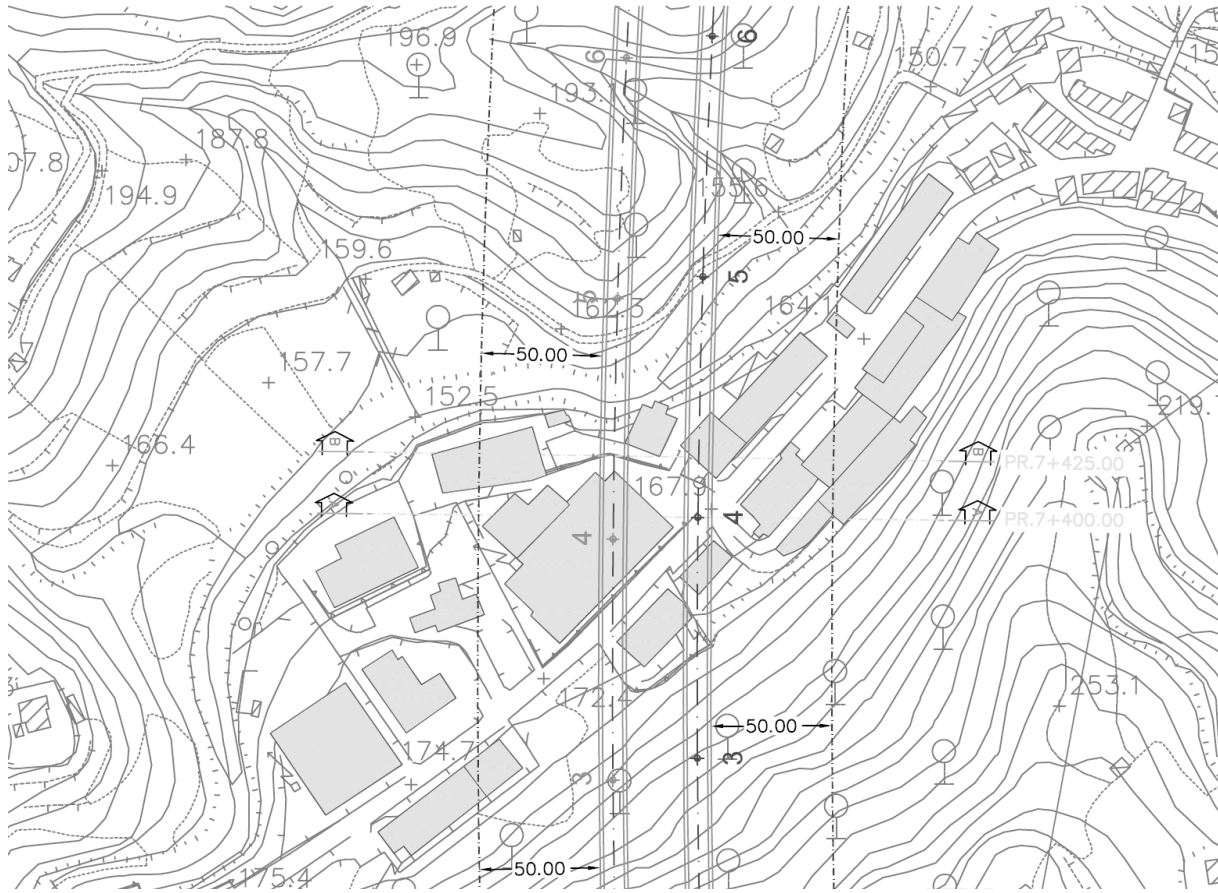
Per quanto riguarda il tratto di galleria analizzato, in base ai dati disponibili e in considerazione delle coperture presenti, sono state individuate due zone in cui c'è la possibilità di incontrare interferenze con strutture in superficie:

- GN14A – GN15A: pk1+950 circa, copertura >50 m, probabile substrato alterato (nei pressi di faglia presunta)
- GN14E – GN15F: pk7+450 circa, copertura >40 m, substrato compatto con strato superficiale di deposito

Nei capitoli precedenti (cfr. § 9.10) è riportata un'analisi effettuata nel substrato alterato con 25 m di copertura in chiave calotta. I risultati mostrano che l'adozione di una sezione consolidata di tipo C provoca cedimenti in superficie con valori massimi di 1-2 cm. Considerando le effettive coperture in gioco descritte sopra, unite alle rispettive condizioni d'ammasso, adottando sezioni di tipo C come riportato nel profilo geomeccanico ci si attende cedimenti superficiali limitati e tali da non creare danni inammissibili alle strutture superficiali.



**Figura 11-1. Interferenze superficiali Tratta 1**



**Figura 11-2. Interferenze superficiali Tratta 1**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5100ECVCLGN0000004A00	Foglio 162 di 163

## 12 CONCLUSIONI

Oggetto della presente relazione è la descrizione delle principali problematiche legate allo scavo di della Galleria Naturale di Valico – Tratta 1, facente parte del tracciato della linea ferroviaria del “Terzo Valico dei Giovi” che si estende da Genova a Tortona.

Il presente documento, introdotto nella WBS GN00, è relativo allo sviluppo delle seguenti tratte:

### Binario pari:

- GN14A da pk1+660.12 a 2+080.01
- GN14C da pk 2+501.51 a 5+136.97
- GN14E da pk 5+236.97 a 7+914.00

### Binario dispari:

- GN15A da pk1+662.37 a 3+352.56
- GN15C da pk 3+774.01 a 5+147.00
- GN15F da pk 5+247.00 a 7+924.00

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p><b>CODIV</b> Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG5100ECVCLGN0000004A00</p>	<p>Foglio 163 di 163</p>

## 13 ALLEGATI DI CALCOLO

### 13.1 Linee caratteristiche

### 13.2 Stabilità del fronte



**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]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	25,0	27,0	300	40,0	Ap-GR1	11,2	27,0	300	40,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	25,0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Depth of water table	W [m]	1000,0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Excavated height	h [m]	11,2	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Tunnel's width	b [m]	10,9	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	25,0
Free span length	a [m]	1,0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,2

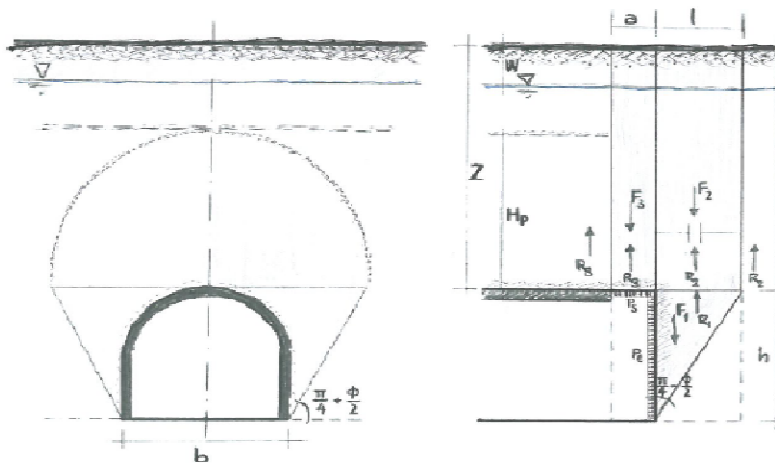
**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	300,0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40,0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	40,0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	675	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	300	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	24,26
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	516	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	5,73
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	-20,6	Obtained safety factor	SF	5,73
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	-13	Requested safety factor	$SF_R$	2,00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR1	30,6	27,0	0	0	35000	17,5	50
0	0	0,0					
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]
30,6	27,0	35000,0	17,5	50,0	826,2	6063,4	3031,7
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio	N	[-]	0,3
-----------------	---	-----	-----

**Neglectable deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	0,3
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,599
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	1,95

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	25	27	300	40
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11,2	27	300	40
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/C	CF
Total Overburden	Z [m]	25,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	4,2

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	25,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,2

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	0,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0,0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	300,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	40,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	675
--------------------------------	-------------------	-----

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	300
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	516

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7,33
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4,31

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	-20,6
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	-13
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	4,31
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**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]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	50,0	27,0	420	40,0	Ap-GR1	11,2	27,0	420	40,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF	Medium deep tunnel ( $3D < Z < 5D$ )	
Total Overburden	Z [m]	50,0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	1000,0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	11,2	Depth coefficient	$k_A$ [-]
Tunnel's width	b [m]	10,90	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1,0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

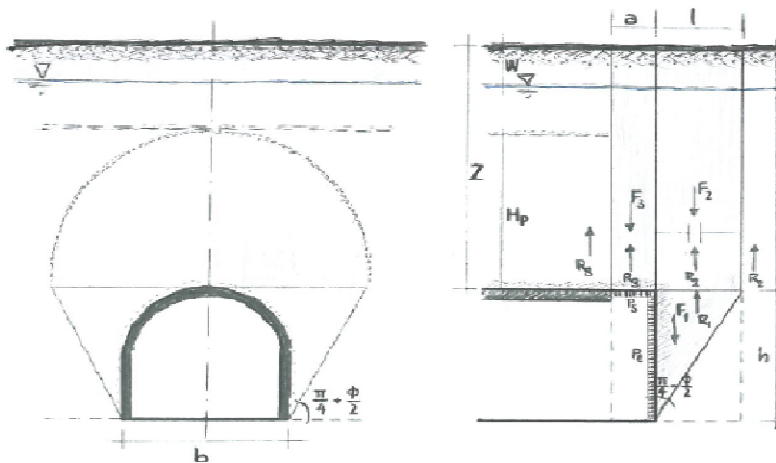
**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	420,0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	420,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40,0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	40,0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1350	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	420	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	33,97
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	847	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	7,76
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	-11,5	Obtained safety factor	SF	7,76
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	-577	Requested safety factor	$SF_R$	2,00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR1	55,6	27,0	0	0	35000	17,5	50
0	0	0,0					
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]
55,6	27,0	35000,0	17,5	50,0	1501,2	6063,4	3031,7
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

0,5

Neglectable deformations

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	0,5
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,599
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	1,36

Stable face

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	50	27	420	40

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11,2	27	420	40

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	50,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	4,2

Medium deep tunnel (3D<Z<5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,5
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,7
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	50,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,2

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	0,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0,0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	420,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	420,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	420,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	40,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1350
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	420
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	847

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10,26
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	5,71

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	-11,5
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	-577
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	5,71
Requested safety factor	$SF_R$	2,00



**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	75,0	27,0	520	40,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11,2	27,0	520	40,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	75,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,2

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	520,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	520,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	40,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2025
--------------------------------	-------------------	------

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

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

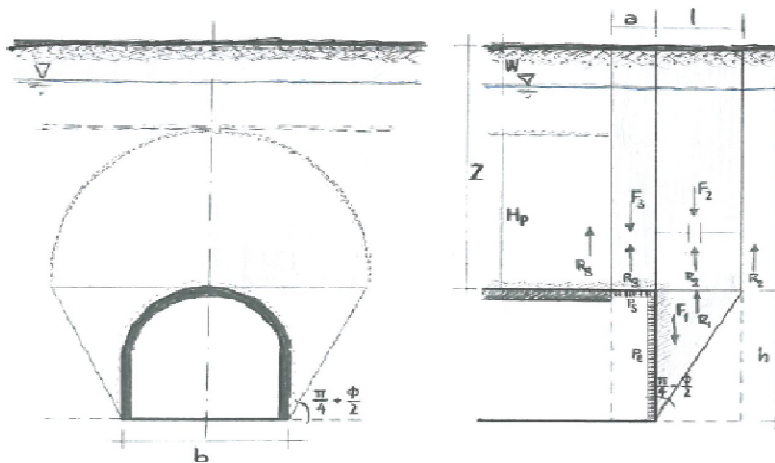
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	840
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2166

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	16,78
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4,43

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	85,5
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	597
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	4,43
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR1	80,6	27,0	0	0	35000	17,5	50
0	0	0,0					
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]
80,6	27,0	35000,0	17,5	50,0	2176,2	6063,4	3031,7
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio	N	[-]	0,7
-----------------	---	-----	-----

**Neglectable deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	0,7
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,599
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	1,14

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	75	27	520	40

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11,2	27	520	40

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	75,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	4,2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,2

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	0,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0,0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	520,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	520,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	520,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	40,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2025
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	840
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2166

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	5,07
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,03

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	85,5
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	597
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,03
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	100,0	27,0	610	40,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11,2	27,0	610	40,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	100,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,2

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	610,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	610,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	40,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2700
--------------------------------	-------------------	------

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

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

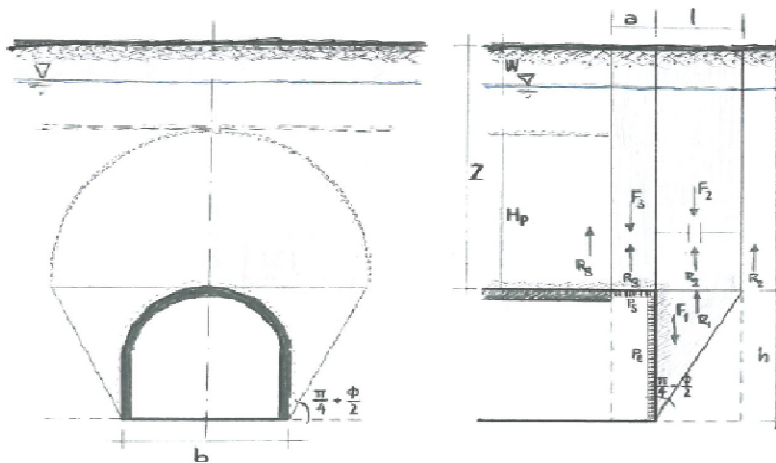
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1071
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2747

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	16,06
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4,25

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	48,8
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	879
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	4,25
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR1	105,6	27,0	0	0	35000	17,5	50
0	0	0,0					
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]
105,6	27,0	35000,0	17,5	50,0	2851,2	6063,4	3031,7
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

0,9

Neglectable deformations

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	0,9
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,599
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	1,02

Stable face

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	100	27	610	40

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11,2	27	610	40

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	100,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	4,2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,2

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	0,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0,0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	610,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	610,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	610,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	40,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2700
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1071
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2747

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4,85
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,89

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	48,8
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	879
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,89
Requested safety factor	$SF_R$	2,00



**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	25,0	27,0	150	38,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27,0	150	38,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	25,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	25,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	150,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	150,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	675
--------------------------------	-------------------	-----

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

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

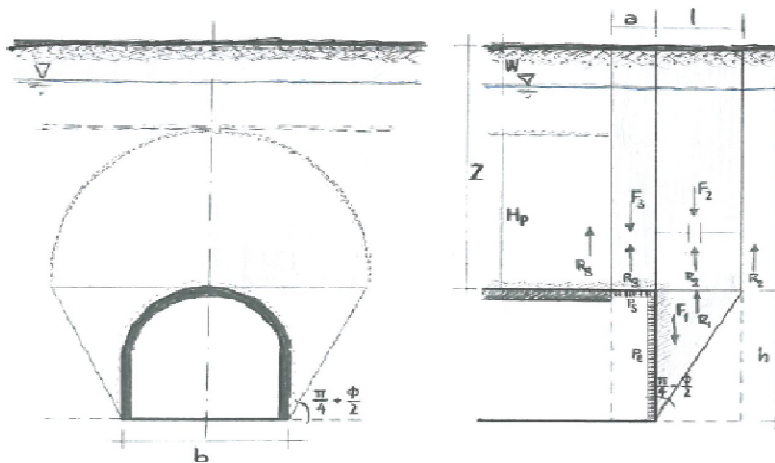
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	150
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	258

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12,13
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,88

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	11,6
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	331
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,88
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	30,6	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
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]
30,6	27,0	12000,0	20,0	42,0	826,2	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

1,0

Neglectable deformations

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	1,0
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	1,01

Stable face

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	25	27	150	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27	150	38

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	25,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,2

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	25,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	0,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0,0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	150,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	150,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	150,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	675
--------------------------------	-------------------	-----

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	150
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	258

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10,28
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,82

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	11,6
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	331
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,82
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	50,0	27,0	230	38,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27,0	230	38,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	50,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Medium deep tunnel ( $3D < Z < 5D$ )		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,5
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,7
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	50,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	230,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	230,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1350
--------------------------------	-------------------	------

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

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

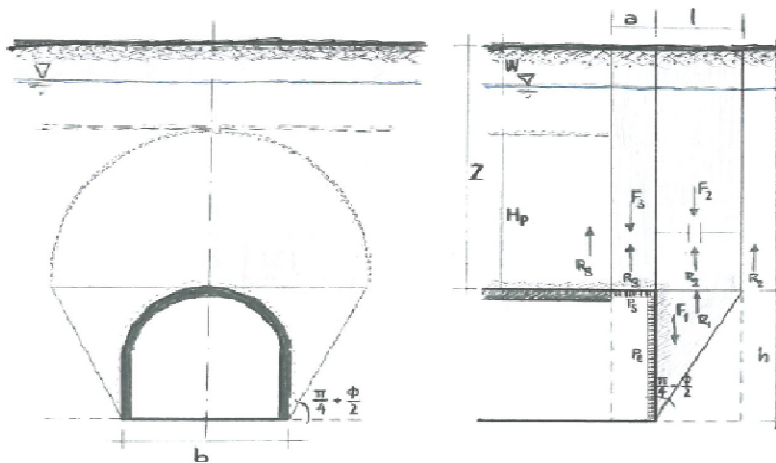
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	230
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	464

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	18,60
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4,27

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	-135,1
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	295
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	4,27
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	55,6	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
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]
55,6	27,0	12000,0	20,0	42,0	1501,2	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

1,8

**Elastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	1,8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,83

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	50	27	230	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27	230	38

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	50,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,2

Medium deep tunnel (3D<Z<5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,5
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,7
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	50,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	0,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0,0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	230,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	230,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	230,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1350
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	230
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	464

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	15,76
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4,17

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	-135,1
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	295
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	4,17
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	75,0	27,0	300	38,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27,0	300	38,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	75,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2025
--------------------------------	-------------------	------

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

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

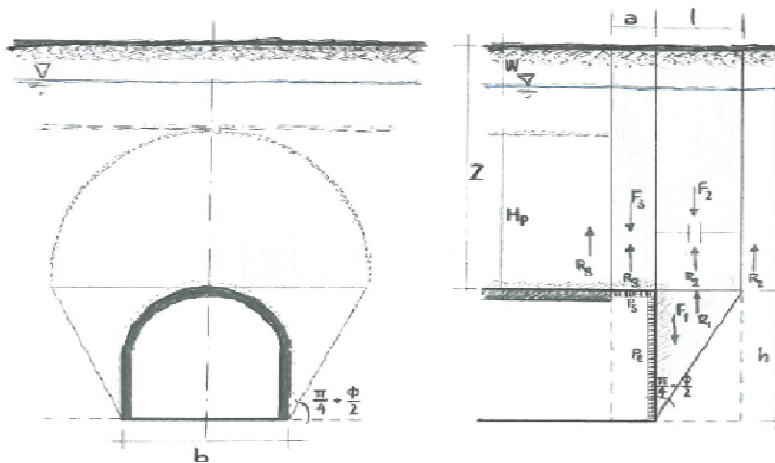
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	598
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1572

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	11,94
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,14

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	11,0
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	1009
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,14
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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





**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	80,6	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
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]
80,6	27,0	12000,0	20,0	42,0	2176,2	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

2,5

**Elastoplastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	2,5
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,77

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	75	27	300	38
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27	300	38
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]	75,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	0,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0,0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	300,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2025
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	598
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1572

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10,12
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,04

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	11,0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	1009
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,04
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	100,0	27,0	350	38,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27,0	350	38,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	100,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	350,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	350,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2700
--------------------------------	-------------------	------

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

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

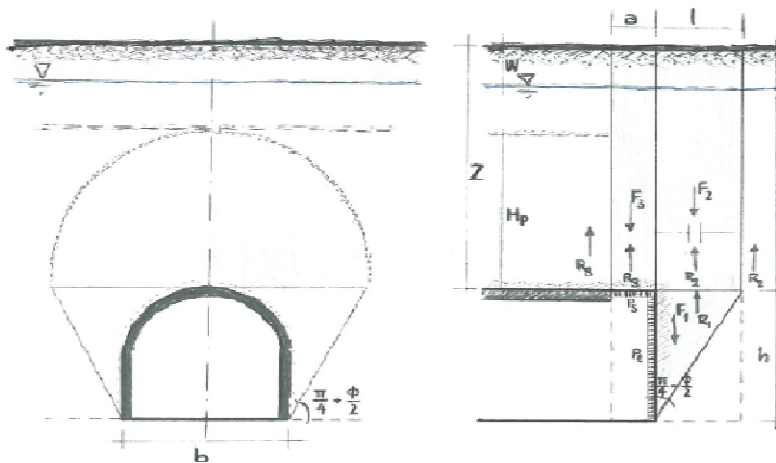
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	780
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2045

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	11,68
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,08

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	10,3
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	1375
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,08
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	105,6	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
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]
105,6	27,0	12000,0	20,0	42,0	2851,2	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

3,3

**Elastoplastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	3,3
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,73

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	100	27	350	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27	350	38

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	100,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	0,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0,0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	350,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	350,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	350,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2700
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	780
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2045

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9,90
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,98

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	10,3
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	1375
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,98
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	25,0	27,0	120	33,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11,2	27,0	120	33,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	25,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	25,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	120,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	120,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	33,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	675
--------------------------------	-------------------	-----

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

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

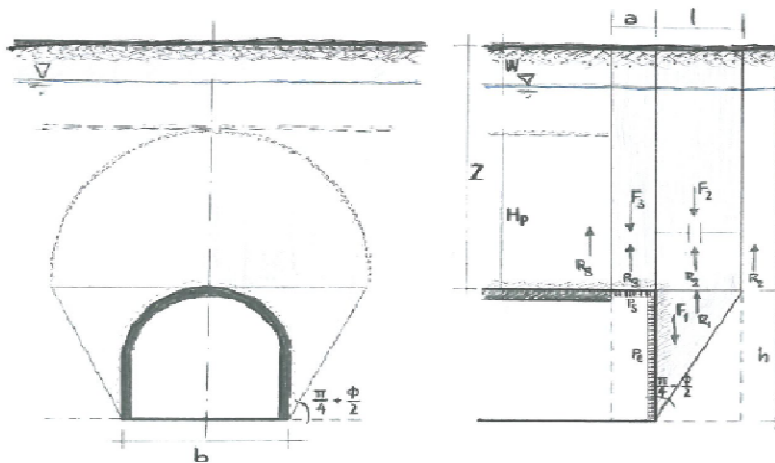
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	120
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	207

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9,70
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,33

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6,5
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	400
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,33
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	30,6	27,0	0	0	10000	17,5	37
0	0	0,0					
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]
30,6	27,0	10000,0	17,5	37,0	826,2	1130,7	565,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

1,5

**Elastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	1,5
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,392
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,86

**Stable face**



**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	25	27	120	33

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11,2	27	120	33

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	25,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	25,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,1

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	220,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	622,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	622,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	414,7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	381,9
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	501,9

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	120,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	120,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	33,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	675
--------------------------------	-------------------	-----

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	120
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	207

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9,70
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	6,04

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6,5
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	400
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	6,04
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	50,0	27,0	190	33,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11,2	27,0	190	33,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	50,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Medium deep tunnel ( $3D < Z < 5D$ )		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,5
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,7
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	50,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	190,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	190,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	33,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1350
--------------------------------	-------------------	------

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

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

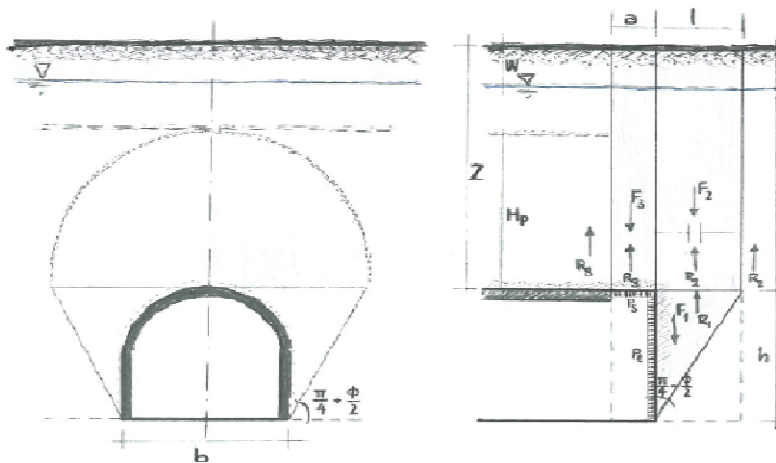
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	190
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	383

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	15,37
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,58

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	33,7
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	478
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	<b>3,58</b>
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



Broms & Bennermark (1967)

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

where  $\gamma$  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

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

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

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	55,6	27,0	0	0	10000	17,5	37
0	0	0,0					
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]
55,6	27,0	10000,0	17,5	37,0	1501,2	1130,7	565,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

2,7

Elastoplastic deformations

Panet (1990)

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

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

Stability ratio	N	[-]	2,7
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,392
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,72

Stable face

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	50	27	190	33

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11,2	27	190	33

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	50,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Medium deep tunnel (3D<Z<5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,5
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,7
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	50,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,1

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	220,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	622,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	622,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	414,7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	381,9
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	571,9

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	190,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	190,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	33,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1350
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	190
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	383

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	15,37
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	5,16

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	33,7
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	478
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	5,16
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**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]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	75,0	27,0	250	33,0	Ap-GR2b	11,2	27,0	250	33,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF	Deep tunnel ( $Z > 5D$ )	
Total Overburden	Z [m]	75,0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	1000,0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	11,2	Depth coefficient	$k_A$ [-]
Tunnel's width	b [m]	10,90	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1,0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

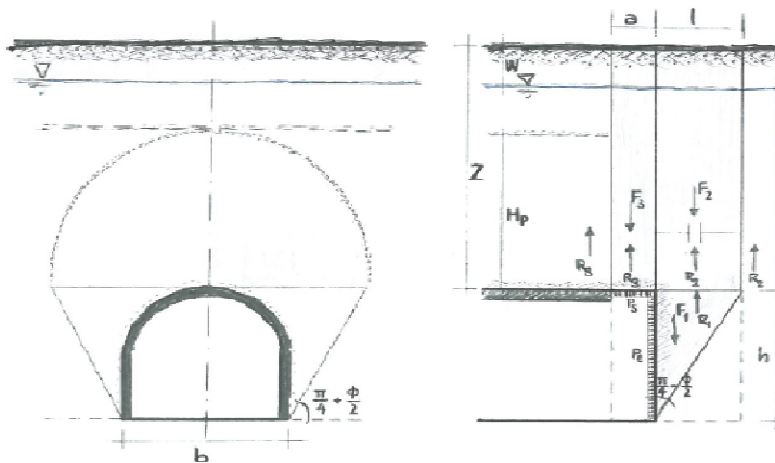
**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	250,0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	250,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33,0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	33,0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2025	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	498	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9,94
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1437	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,80
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6,9	Obtained safety factor	SF	2,80
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	1179	Requested safety factor	$SF_R$	2,00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	80,6	27,0	0	0	10000	17,5	37
0	0	0,0					
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]
80,6	27,0	10000,0	17,5	37,0	2176,2	1130,7	565,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

3,8

**Elastoplastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	3,8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,392
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,66

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	75	27	250	33

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11,2	27	250	33

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	75,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,1

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	220,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	622,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	622,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	414,7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	381,9
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	631,9

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	250,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	250,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	33,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2025
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	498
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1437

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9,94
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,52

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6,9
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	1179
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,52
Requested safety factor	$SF_R$	2,00



**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	100,0	27,0	300	33,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11,2	27,0	300	33,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	100,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	33,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2700
--------------------------------	-------------------	------

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

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

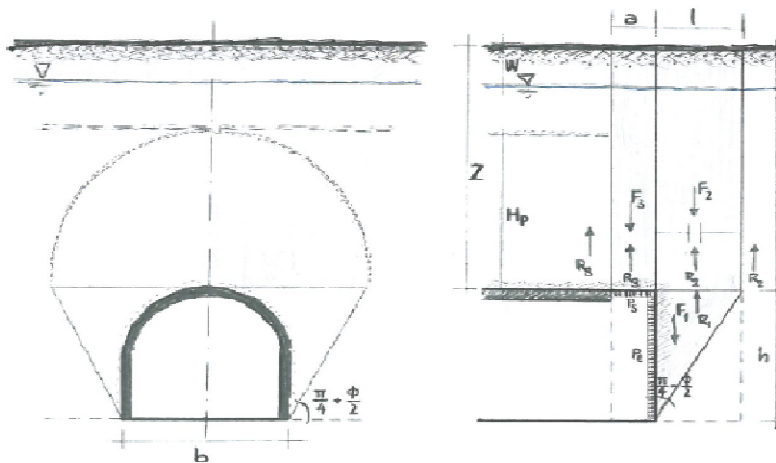
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	657
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1910

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9,85
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,81

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6,7
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	1583
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,81
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



Broms & Bennermark (1967)

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

where  $\gamma$  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

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

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

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	105,6	27,0	0	0	10000	17,5	37
0	0	0,0					
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]
105,6	27,0	10000,0	17,5	37,0	2851,2	1130,7	565,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

5,0

Plastic deformations

Panet (1990)

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

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

Stability ratio	N	[-]	5,0
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,392
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,63

Stable face

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	100	27	300	33

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11,2	27	300	33

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	100,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,1

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	220,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	622,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	622,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	414,7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	381,9
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	681,9

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	33,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2700
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	657
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1910

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9,85
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,32

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6,7
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	1583
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,32
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	25,0	26,0	100	30,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11,2	26,0	100	30,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	25,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	25,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	100,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	100,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	650
--------------------------------	-------------------	-----

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

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

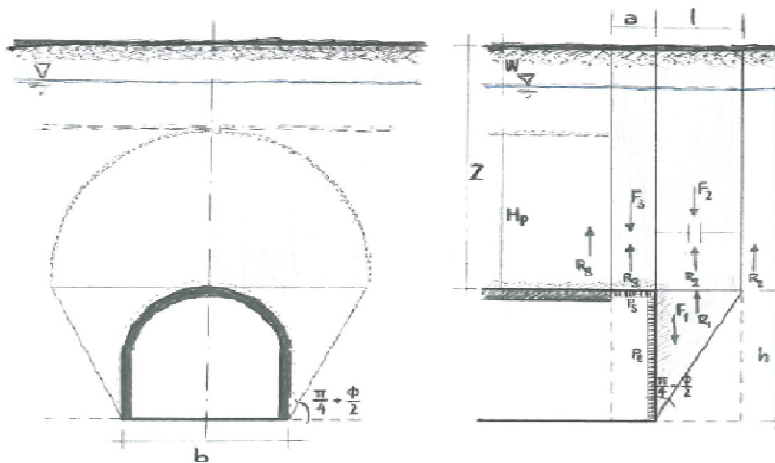
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	100
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	172

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8,40
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,03

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4,8
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	421
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,03
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$Z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3a	30,6	26,0	0	0	7000	19	33
0	0	0,0					
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]
30,6	26,0	7000,0	19,0	33,0	795,6	727,1	363,5
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

2,2

**Elastoplastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	2,2
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,000
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,73

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	23	26	100	30
Coronella	2	26	115	30

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11,2	26	100	30

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	25,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	25,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	424,1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424,1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	70,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,78
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	329,9
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	285,7
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	385,7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	101,2
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	100,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	650
--------------------------------	-------------------	-----

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	101
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	173

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8,50
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4,15

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	5,0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	418
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	4,15
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	50,0	26,0	150	30,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11,2	26,0	150	30,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	50,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Medium deep tunnel ( $3D < Z < 5D$ )		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,5
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,7
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	50,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	150,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	150,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1300
--------------------------------	-------------------	------

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

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

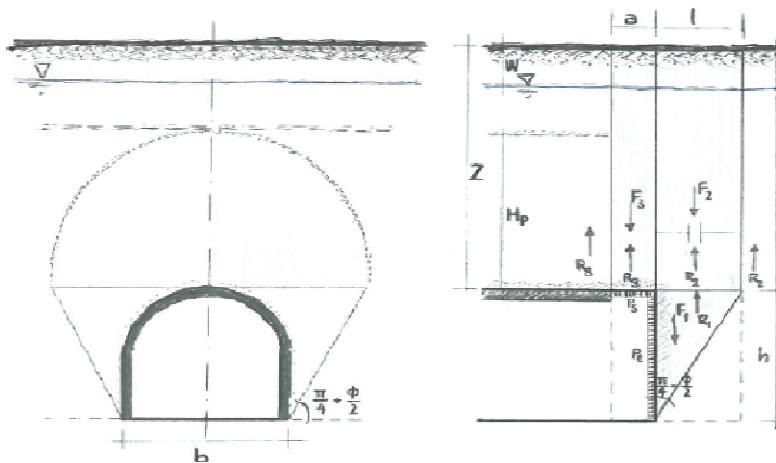
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	150
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	302

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12,60
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,95

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	13,1
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	612
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,95
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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





Broms & Bennermark (1967)

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

where  $\gamma$  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

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

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

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3a	55,6	26,0	0	0	7000	19	33
0	0	0,0					
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]
55,6	26,0	7000,0	19,0	33,0	1445,6	727,1	363,5
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

4,0

Elastoplastic deformations

Panet (1990)

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

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

Stability ratio	N	[-]	4,0
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,000
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,63

Stable face

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	48	26	150	30
Coronella	2	26,0	179	30,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11,2	26	150	30

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	50,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Medium deep tunnel (3D<Z<5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,5
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,7
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	50,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	424,1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424,1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	70,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,78
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	329,9
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	285,7
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	435,7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	151,2
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	150,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1300
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	151
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	304

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12,69
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,98

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	13,4
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	607
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,98
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**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]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	75,0	26,0	200	30,0	Ap-GR3a	11,2	26,0	200	30,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF	Deep tunnel ( $Z > 5D$ )	
Total Overburden	Z [m]	75,0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	1000,0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	11,2	Depth coefficient	$k_A$ [-]
Tunnel's width	b [m]	10,90	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1,0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

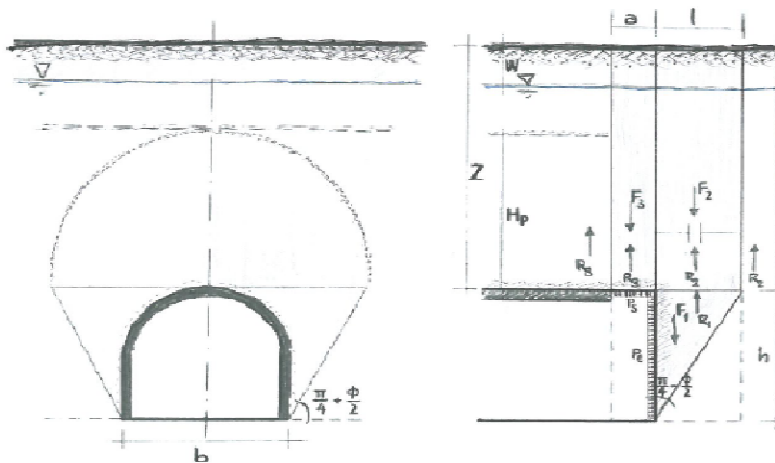
**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	200,0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	200,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30,0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30,0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1950	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	412	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8,55
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1274	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,52
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	5,0	Obtained safety factor	SF	2,52
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	1250	Requested safety factor	$SF_R$	2,00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

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



Broms & Bennermark (1967)

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

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

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

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

Input data

Layers	$Z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3a	80,6	26,0	0	0	7000	19	33
0	0	0,0					
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]
80,6	26,0	7000,0	19,0	33,0	2095,6	727,1	363,5
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

5,8

Plastic deformations

Panet (1990)

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

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

Stability ratio	N	[-]	5,8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,000
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,59

Short term face stability

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	73	26	200	30
Coronella	2	26,0	232	30,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11,2	26	200	30

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	75,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	424,1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424,1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	70,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,78
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	329,9
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	285,7
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	485,7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	200,9
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	200,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1950
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	413
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1275

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8,56
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,04

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	5,0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	1248
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,04
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	100,0	26,0	240	30,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11,2	26,0	240	30,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	100,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	240,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	240,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2600
--------------------------------	-------------------	------

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

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

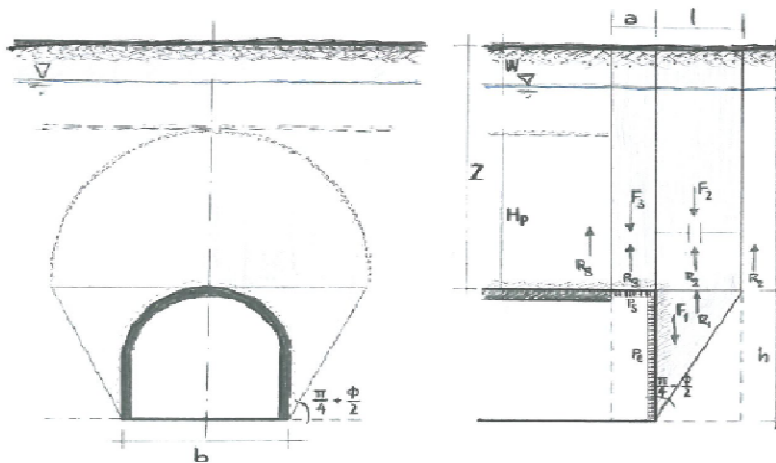
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	546
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1707

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8,49
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,55

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4,9
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	1672
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,55
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



Broms & Bennermark (1967)

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

where  $\gamma$  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

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

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

Input data

Layers	$Z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3a	105,6	26,0	0	0	7000	19	33
0	0	0,0					
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]
105,6	26,0	7000,0	19,0	33,0	2745,6	727,1	363,5
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

7,6

Collapse

Panet (1990)

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

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

Stability ratio	N	[-]	7,6
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,000
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,57

Short term face stability



**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	98	26	240	30
Coronella	2	26,0	279	30,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11,2	26	240	30

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	100,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	424,1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424,1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	70,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,78
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	329,9
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	285,7
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	525,7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	240,8
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	240,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2600
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	547
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1708

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8,50
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,92

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	5,0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	1671
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,92
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**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]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	25,0	26,0	80	28,0	Ap-GR3b	11,2	26,0	80	28,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	25,0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Depth of water table	W [m]	1000,0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Excavated height	h [m]	11,2	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Tunnel's width	b [m]	10,90	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	25,0
Free span length	a [m]	1,0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,7

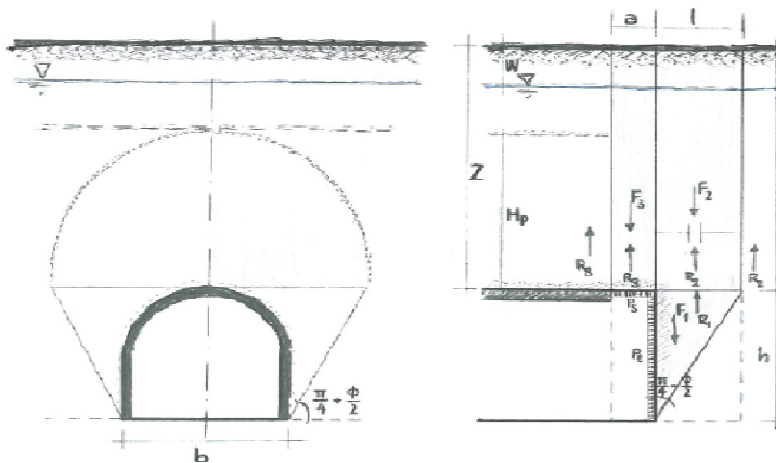
**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	80,0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	80,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	28,0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	28,0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	650	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	80	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6,72
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	138	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	1,63
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3,3	Obtained safety factor	SF	<b>1,63</b>
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	467	Requested safety factor	$SF_R$	2,00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	120			

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



Broms & Bennermark (1967)

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

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

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

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

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3b	30,6	26,0	0	0	5000	19	28
0	0	0,0					
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]
30,6	26,0	5000,0	19,0	28,0	795,6	442,0	221,0
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

3,6

Elastoplastic deformations

Panet (1990)

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

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

Stability ratio	N	[-]	3,6
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2,770
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,62

Stable face

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	23	26	80	28
CORONELLA	2	26,0	121	28,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11,2	26	80	28

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	25,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	25,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,7

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	424,1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424,1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,61
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	259,2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	215,7
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	295,7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	83,3
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	28,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	80,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	28,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	650
--------------------------------	-------------------	-----

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	83
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	141

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6,99
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,78

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3,5
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	459
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,78
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	50,0	26,0	120	28,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11,2	26,0	120	28,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	50,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Medium deep tunnel ( $3D < Z < 5D$ )		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,5
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,7
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	50,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	120,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	28,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	120,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	28,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1300
--------------------------------	-------------------	------

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

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

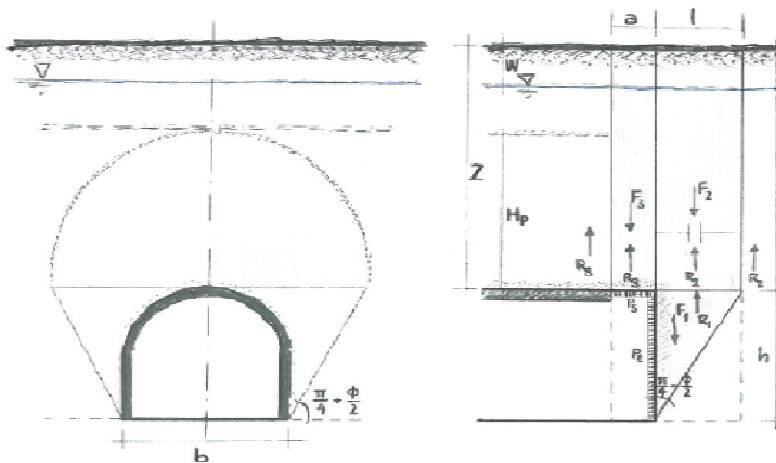
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	120
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	242

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10,08
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,37

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	7,1
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	750
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,37
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3b	55,6	26,0	0	0	5000	19	28
0	0	0,0					
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]
55,6	26,0	5000,0	19,0	28,0	1445,6	442,0	221,0
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

6,5

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	6,5
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2,770
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,55

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	48	26	120	28
Coronella	2	26,0	186	28,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11,2	26	120	28

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	50,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Medium deep tunnel (3D<Z<5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,5
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,7
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	50,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,7

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	424,1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424,1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,61
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	259,2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	215,7
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	335,7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	122,6
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	28,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	120,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	28,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1300
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	123
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	245

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10,30
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,01

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	7,4
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	737
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,01
Requested safety factor	$SF_R$	2,00



**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]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	75,0	26,0	160	28,0	Ap-GR3b	11,2	26,0	160	28,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF	Deep tunnel ( $Z > 5D$ )	
Total Overburden	Z [m]	75,0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	1000,0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	11,2	Depth coefficient	$k_A$ [-]
Tunnel's width	b [m]	10,90	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1,0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

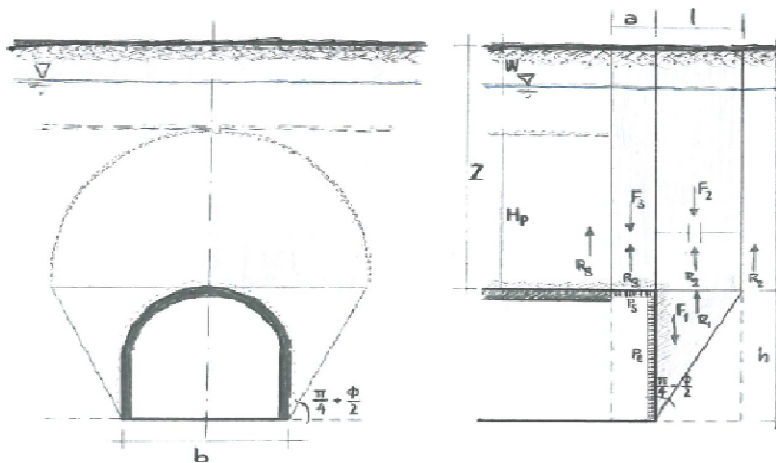
**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	160,0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	160,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	28,0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	28,0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1950	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	355	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7,37
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1166	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,26
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3,8	Obtained safety factor	SF	2,26
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	1346	Requested safety factor	$SF_R$	2,00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3b	80,6	26,0	0	0	5000	19	28
0	0	0,0					
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]
80,6	26,0	5000,0	19,0	28,0	2095,6	442,0	221,0
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

9,5

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	9,5
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2,770
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,53

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	73	26	160	28
Coronella	2	26,0	241	28,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11,2	26	160	28

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	75,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,7

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	424,1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424,1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,61
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	259,2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	215,7
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	375,7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	162,2
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	28,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	160,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	28,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1950
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	357
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1168

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7,41
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,61

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3,9
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	1343
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,61
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	100,0	26,0	200	28,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11,2	26,0	200	28,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	100,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	200,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	28,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	200,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	28,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2600
--------------------------------	-------------------	------

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

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

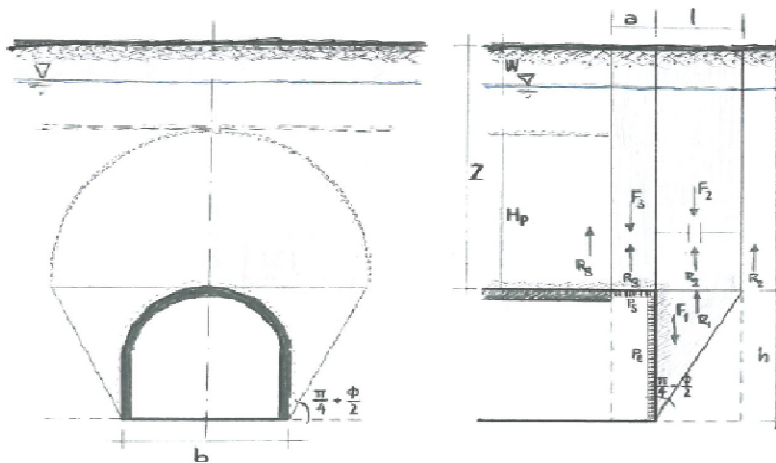
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	482
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1599

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7,49
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,34

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3,9
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	1781
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,34
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



Broms & Bennermark (1967)

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

where  $\gamma$  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

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

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

Input data

Layers	$Z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3b	105,6	26,0	0	0	5000	19	28
0	0	0,0					
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]
105,6	26,0	5000,0	19,0	28,0	2745,6	442,0	221,0
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

12,4

Collapse

Panet (1990)

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

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

Stability ratio	N	[-]	12,4
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2,770
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,51

Short term face stability

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	98	26	200	28
Coronella	2	26,0	288	28,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11,2	26	200	28

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	100,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,7

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	424,1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424,1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,61
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	259,2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	215,7
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	415,7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	201,8
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	28,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	200,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	28,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2600
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	483
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1601

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7,52
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,60

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4,0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	1778
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,60
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	25,0	27,0	150	38,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27,0	150	38,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	25,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	25,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	150,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	150,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	675
--------------------------------	-------------------	-----

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

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

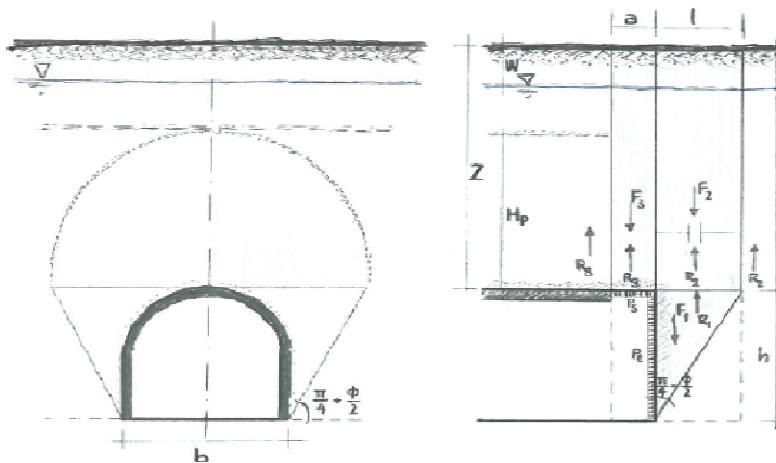
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	150
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	258

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12,13
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,88

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	11,6
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	331
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,88
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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





**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	30,6	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
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]
30,6	27,0	12000,0	20,0	42,0	826,2	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

1,0

Neglectable deformations

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	1,0
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	1,01

Stable face

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	25	27	150	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27	150	38

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	25,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	25,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	706,9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706,9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	471,2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	483,1
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	633,1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	150,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	150,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	675
--------------------------------	-------------------	-----

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	150
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	258

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12,13
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	9,54

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	11,6
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	331
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	9,54
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	50,0	27,0	230	38,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27,0	230	38,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	50,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Medium deep tunnel ( $3D < Z < 5D$ )		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,5
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,7
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	50,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	230,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	230,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1350
--------------------------------	-------------------	------

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

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

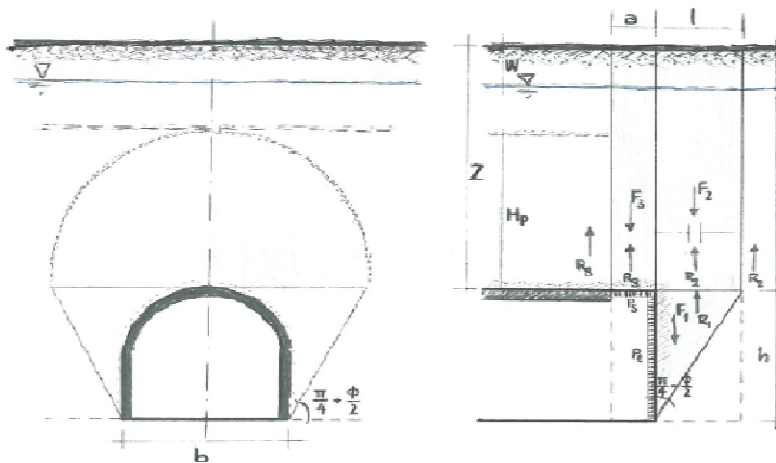
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	230
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	464

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	18,60
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4,27

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	-135,1
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	295
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	4,27
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	55,6	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
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]
55,6	27,0	12000,0	20,0	42,0	1501,2	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

1,8

**Elastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	1,8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,83

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	50	27	230	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27	230	38

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	50,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Medium deep tunnel (3D<Z<5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,5
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,7
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	50,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	706,9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706,9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	471,2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	483,1
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	713,1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	230,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	230,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	1350
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	230
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	464

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	18,60
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	6,56

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	-135,1
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	295
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	6,56
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	75,0	27,0	300	38,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27,0	300	38,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	75,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2025
--------------------------------	-------------------	------

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

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

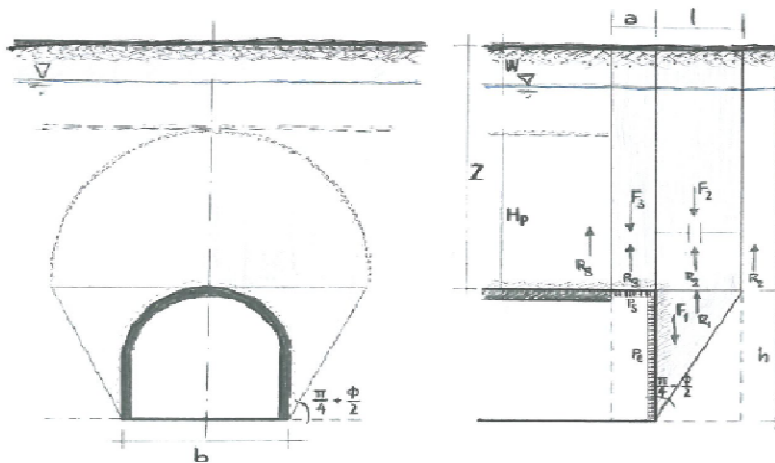
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	598
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1572

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	11,94
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,14

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	11,0
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	1009
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,14
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	80,6	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
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]
80,6	27,0	12000,0	20,0	42,0	2176,2	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

2,5

**Elastoplastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	2,5
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,77

**Stable face**



**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	75	27	300	38
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27	300	38
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]	75,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	706,9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706,9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	471,2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	483,1
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	783,1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2025
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	598
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	1572

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	11,94
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4,09

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	11,0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	1009
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	4,09
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	100,0	27,0	350	38,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27,0	350	38,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	100,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	350,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	350,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2700
--------------------------------	-------------------	------

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

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

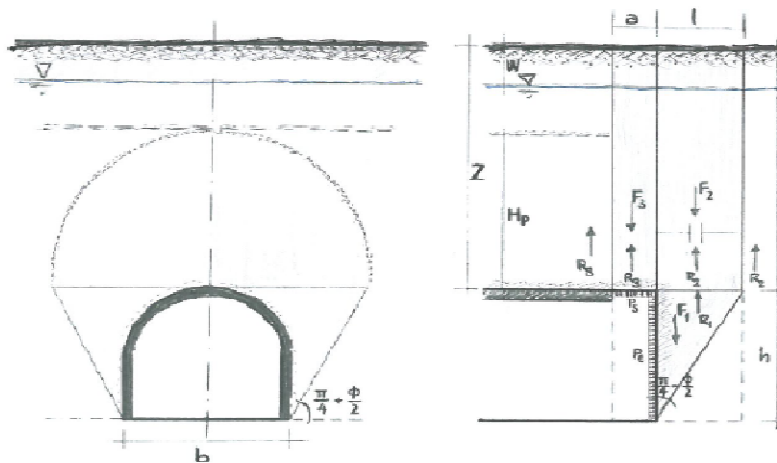
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	780
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2045

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	11,68
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,08

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	10,3
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	1375
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,08
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	105,6	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
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]
105,6	27,0	12000,0	20,0	42,0	2851,2	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

3,3

**Elastoplastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	3,3
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,73

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	100	27	350	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27	350	38

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	100,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	706,9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706,9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	471,2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	483,1
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	833,1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	350,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	350,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	2700
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	780
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2045

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	11,68
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,73

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	10,3
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	1375
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,73
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	200,0	27,0	910	39,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11,2	27,0	910	39,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,3

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	910,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	39,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	910,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	39,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

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

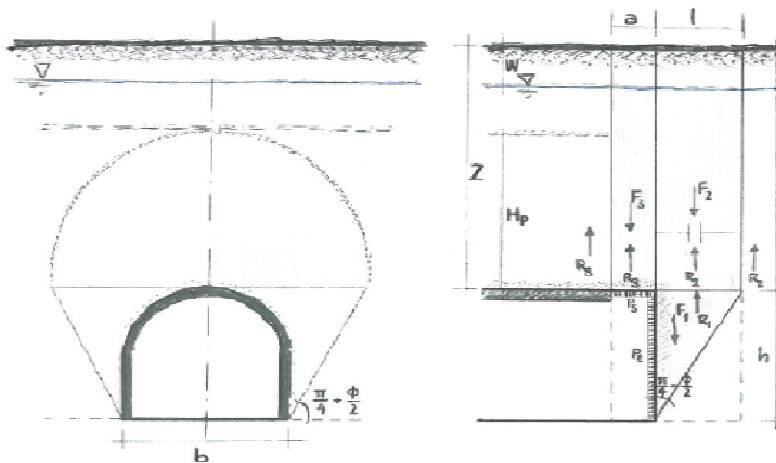
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1902
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	4907

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	14,25
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,83

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	21,6
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2167
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,83
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR1	205,6	27,0	0	0	35000	17,5	50
0	0	0,0					
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]
205,6	27,0	35000,0	17,5	50,0	5551,2	6063,4	3031,7
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

1,8

**Elastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	1,8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,395
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,83

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	200	27	910	39

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11,2	27	910	39

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	4,2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,3

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	0,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0,0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	910,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	910,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	39,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	910,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	39,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1902
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	4907

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4,31
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,59

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	21,6
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2167
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,59
Requested safety factor	$SF_R$	2,00



**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	200,0	27,0	550	36,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27,0	550	36,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	550,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	36,0

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

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

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

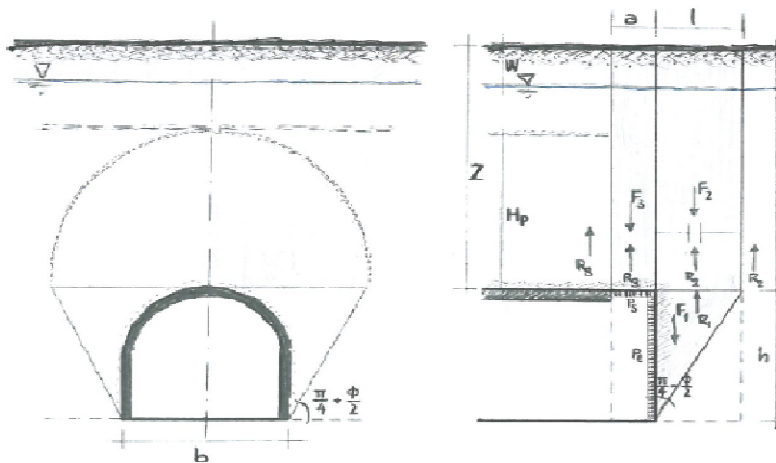
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1440
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3935

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10,79
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,97

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	8,3
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2952
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,97
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	205,6	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
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]
205,6	27,0	12000,0	20,0	42,0	5551,2	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

6,5

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	6,5
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,852
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,65

**Stable face**

**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]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	200	27	550	36	Ap-GR2a	11,2	27	550	36

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF	Deep tunnel (Z>5D)		
Total Overburden	Z [m]	200,0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Depth of water table	W [m]	1000,0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Excavated height	h [m]	11,2	Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Tunnel's width	b [m]	10,9	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Free span length	a [m]	1,2	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,7

**Injection modality**

Grout injection properties			Face bolt properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]		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	$\gamma_c$ [-]		Shear resistance of bar	$\sigma_t$ [MPa]	100,0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]		Drilling diameter	$\phi_{dril}$ [mm]	100,0
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]		External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60,0
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]		Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10,0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0	Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	9,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0	Joint step	$i_{joint}$ [m]	24,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]		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	Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0,0
Tensile force resist. of bars	$T_T$ [kN]	942,5	N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,00
Pull-out resistance of bars	$T_F$ [kN]	0,0	Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0,0	Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
			Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	550,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	550,0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	550,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	36,0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	36,0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5400	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1440	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9,14
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3935	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,87
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	8,3	Obtained safety factor	SF	2,87
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2952	Requested safety factor	$SF_R$	2,00
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	400,0	27,0	850	30,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27,0	850	30,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

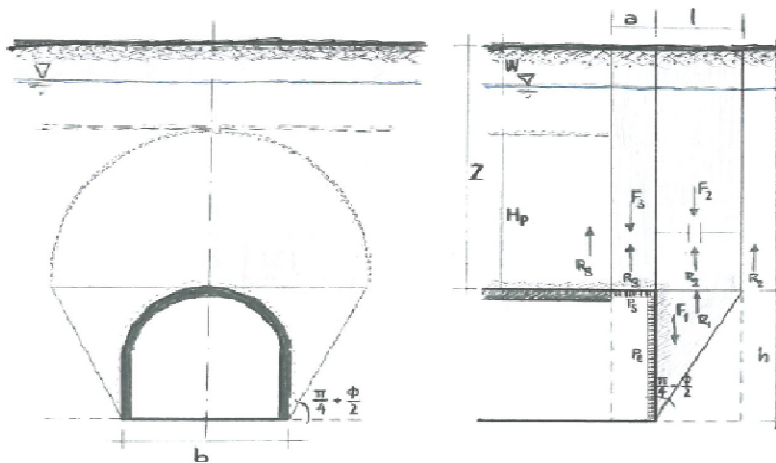
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2337
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7445

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8,75
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,72

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	5,2
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	6828
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,72
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



Broms & Bennermark (1967)

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

where  $\gamma$  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

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

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

Input data

Layers	$Z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	405,6	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
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]
405,6	27,0	12000,0	20,0	42,0	10951,2	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio	N	[-]	12,8
-----------------	---	-----	------

Collapse

Panet (1990)

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

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

Stability ratio	N	[-]	12,8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,000
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,54

Short term face stability

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	400	27	850	30

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27	850	30

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	0,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0,0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	850,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2337
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7445

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7,42
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,64

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	5,2
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	6828
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,64
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	200,0	27,0	465	31,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11,2	27,0	465	31,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,3

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	465,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	31,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	465,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	31,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

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

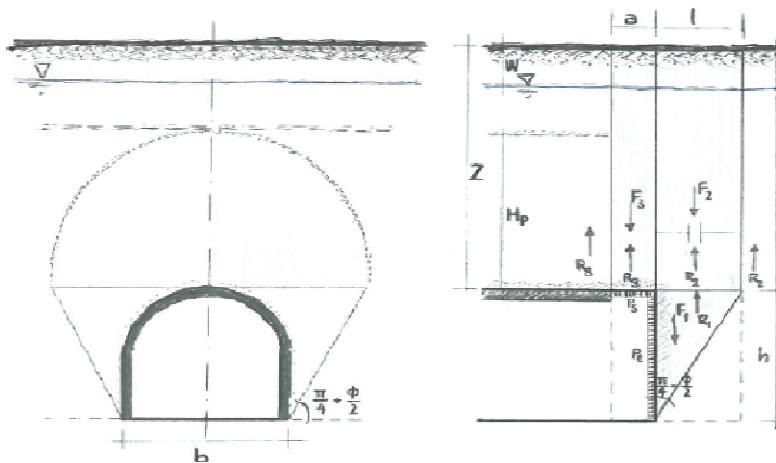
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1201
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3705

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9,00
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,71

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	5,5
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	3358
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,71
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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





**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	205,6	27,0	0	0	10000	17,5	37
0	0	0,0					
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]
205,6	27,0	10000,0	17,5	37,0	5551,2	1130,7	565,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

9,8

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	9,8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,124
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,56

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	200	27	465	31

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11,2	27	465	31

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,3

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	220,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	622,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	622,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	414,7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	366,5
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	831,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	465,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	31,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	465,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	31,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1201
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3705

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9,00
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,94

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	5,5
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	3358
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,94
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	400,0	27,0	700	27,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11,2	27,0	700	27,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,9

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	700,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	27,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	700,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	27,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

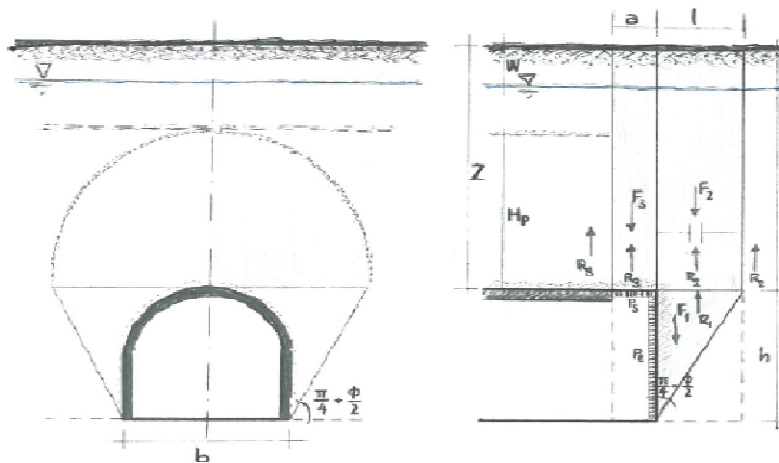
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2012
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7040

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7,54
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,51

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4,0
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	7380
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,51
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	405,6	27,0	0	0	10000	17,5	37
0	0	0,0					
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]
405,6	27,0	10000,0	17,5	37,0	10951,2	1130,7	565,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio	N	[-]	19,4
-----------------	---	-----	------

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	19,4
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2,663
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,48

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	400	27	700	27

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11,2	27	700	27

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,9

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	220,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	622,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	622,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	414,7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	338,4
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1038,4

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	700,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	27,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	700,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	27,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2012
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7040

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7,54
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,61

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4,0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	7380
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,61
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	200,0	26,0	380	29,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11,2	26,0	380	29,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,6

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	380,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	29,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	380,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5200
--------------------------------	-------------------	------

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

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

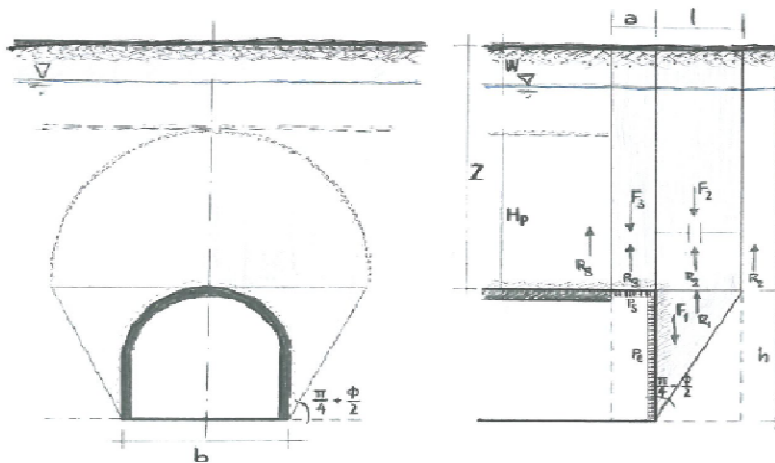
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1034
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3385

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8,04
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,52

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4,5
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	3442
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,52
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



Broms & Bennermark (1967)

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

where  $\gamma$  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

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

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

Input data

Layers	$Z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3a	205,6	26,0	0	0	7000	19	33
0	0	0,0					
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]
205,6	26,0	7000,0	19,0	33,0	5345,6	727,1	363,5
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

14,7

Collapse

Panet (1990)

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

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

Stability ratio	N	[-]	14,7
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2,882
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,52

Short term face stability

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	198	26	380	29
Coronella	2	26,0	434	30,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11,2	26	380	29

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,6

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	424,1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424,1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	70,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,78
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	329,9
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	280,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	660,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	380,5
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	29,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	380,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5200
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1035
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3386

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8,05
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,69

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4,5
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	3441
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,69
Requested safety factor	$SF_R$	2,00



**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	400,0	26,0	580	24,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11,2	26,0	580	24,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7,3

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	580,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	24,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	580,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	24,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10400
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

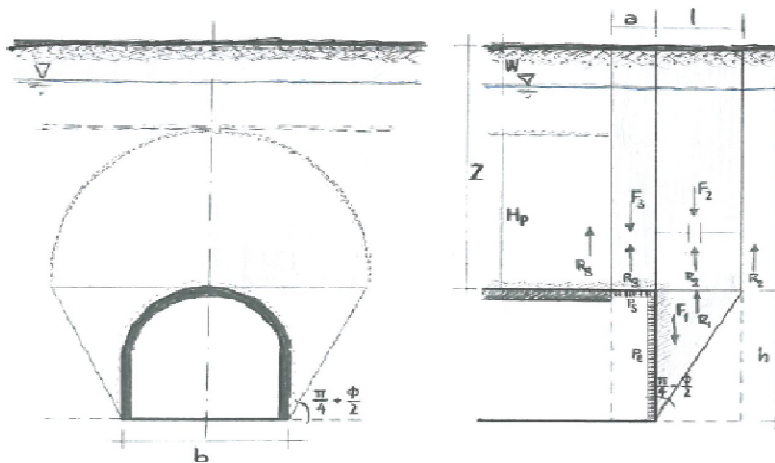
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1684
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6525

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6,55
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,36

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3,2
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	7537
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,36
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$Z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3a	405,6	26,0	0	0	7000	19	33
0	0	0,0					
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]
405,6	26,0	7000,0	19,0	33,0	10545,6	727,1	363,5
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio	N	[-]	29,0
-----------------	---	-----	------

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	29,0
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2,371
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,43

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	398	26	580	24
Coronella	2	26,0	668	25,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11,2	26	580	24

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7,3

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	424,1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424,1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	70,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,78
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	329,9
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	254,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	834,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	580,4
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	24,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	580,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	24,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10400
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1685
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6526

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6,55
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,43

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3,2
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	7536
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,43
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**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]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	200,0	26,0	300	25,0	Ap-GR3b	11,2	26,0	300	25,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF	Deep tunnel ( $Z > 5D$ )		
Total Overburden	Z [m]	200,0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Depth of water table	W [m]	1000,0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Excavated height	h [m]	11,2	Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Tunnel's width	b [m]	10,90	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Free span length	a [m]	1,0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7,1

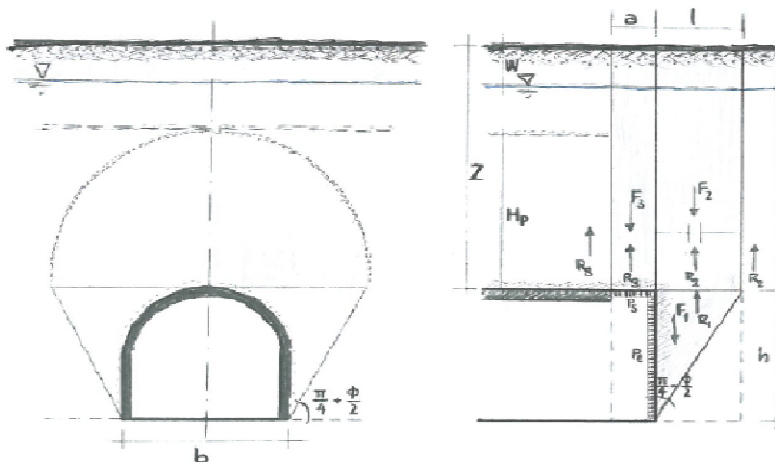
**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	300,0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	25,0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	25,0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5200	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	850	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6,61
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3169	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,28
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3,2	Obtained safety factor	SF	2,28
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	3755	Requested safety factor	$SF_R$	2,00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3b	205,6	26,0	0	0	5000	19	28
0	0	0,0					
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]
205,6	26,0	5000,0	19,0	28,0	5345,6	442,0	221,0
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio	N	[-]	24,2
-----------------	---	-----	------

Collapse

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	24,2
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2,464
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,45

Short term face stability

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	198	26	300	25
Coronella	2	26,0	446	31,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11,2	26	300	25

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7,1

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	424,1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424,1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,61
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	259,2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	203,4
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	503,4

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	301,5
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	25,1

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	300,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	25,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5200
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	853
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3171

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6,64
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,40

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3,2
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	3750
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,40
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**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]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	400,0	26,0	450	21,0	Ap-GR3b	11,2	26,0	450	21,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF	Deep tunnel ( $Z > 5D$ )		
Total Overburden	Z [m]	400,0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Depth of water table	W [m]	1000,0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Excavated height	h [m]	11,2	Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Tunnel's width	b [m]	10,90	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Free span length	a [m]	1,0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7,7

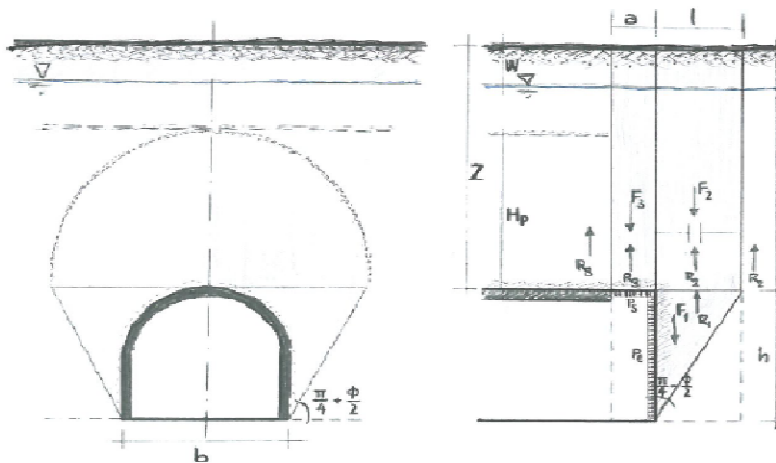
**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	450,0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	450,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	21,0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	21,0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10400	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1402	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	5,45
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6174	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,16
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	2,4	Obtained safety factor	SF	2,16
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	8017	Requested safety factor	$SF_R$	2,00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3b	405,6	26,0	0	0	5000	19	28
0	0	0,0					
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]
405,6	26,0	5000,0	19,0	28,0	10545,6	442,0	221,0
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

47,7

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	47,7
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2,117
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,37

**Short term face stability**



**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	398	26	450	21
Coronella	2	26,0	685	25,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11,2	26	450	21

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7,7

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	424,1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424,1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,61
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	259,2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	188,6
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	638,6

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	451,2
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	21,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	450,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	21,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10400
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1404
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6175

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	5,46
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,21

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	2,4
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	8013
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,21
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	400,0	27,0	1450	38,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11,2	27,0	1450	38,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1450,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	1450,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

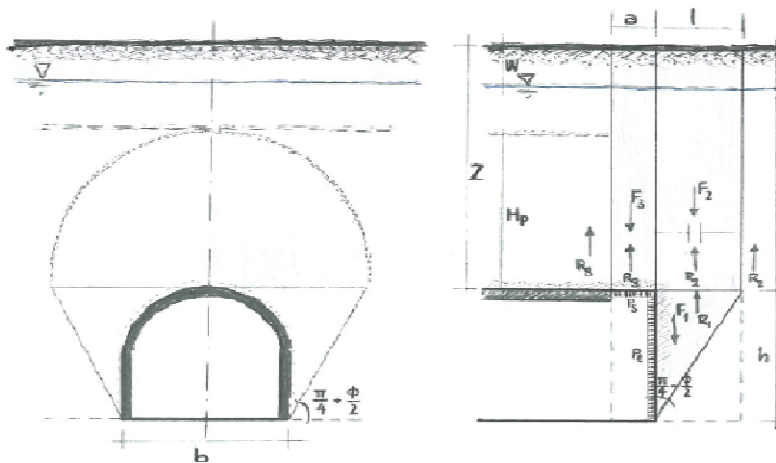
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	3462
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	9065

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12,97
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,53

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	14,5
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	4915
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,53
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR1	405,6	27,0	0	0	35000	17,5	50
0	0	0,0					
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]
405,6	27,0	35000,0	17,5	50,0	10951,2	6063,4	3031,7
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

3,6

**Elastoplastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	3,6
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4,204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,72

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	400	27	1450	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11,2	27	1450	38

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	3,6

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	0,0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0,0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0,0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1450,0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1450,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	1450,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	3462
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	9065

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4,39
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,52

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	14,5
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	4915
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,52
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	200,0	27,0	550	36,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27,0	550	36,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	550,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	36,0

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

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5400
--------------------------------	-------------------	------

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

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

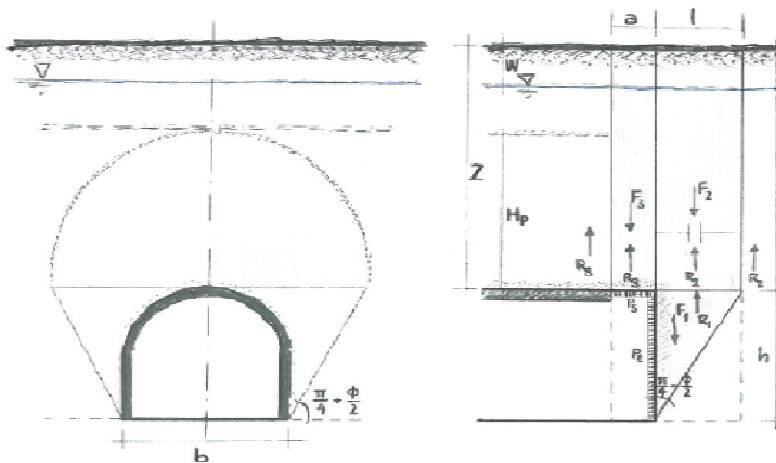
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1440
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3935

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10,79
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,97

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	8,3
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2952
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,97
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	205,6	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
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]
205,6	27,0	12000,0	20,0	42,0	5551,2	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

6,5

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	6,5
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,852
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,65

**Stable face**

**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]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	200	27	550	36	Ap-GR2a	11,2	27	550	36

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF	Deep tunnel (Z>5D)	
Total Overburden	Z [m]	200,0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]   10,7
Depth of water table	W [m]	1000,0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]   1,0
Excavated height	h [m]	11,2	Depth coefficient	$k_A$ [-]   1,0
Tunnel's width	b [m]	10,9	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]   18,5
Free span length	a [m]	1,0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]   5,7

**Injection modality**

Grout injection properties			Face bolt properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]		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	$\gamma_c$ [-]		Shear resistance of bar	$\sigma_t$ [MPa]	100,0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]		Drilling diameter	$\phi_{dril}$ [mm]	100,0
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]		External diameter	$\phi_{ext}$ [mm]	60,0
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]		Tube's Thickness	$th_b$ [mm]	10,0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250,0	Overlapping length	$L_{LAP}$ [m]	9,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0	Joint step	$i_{joint}$ [m]	24,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]		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	Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60,0
Tensile force resist. of bars	$T_T$ [kN]	942,5	N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,67
Pull-out resistance of bars	$T_F$ [kN]	706,9	Confining pressure	$P_e$ [kPa]	471,2
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706,9	Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	462,4
			Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1012,4

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	550,0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	550,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	36,0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	36,0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5400	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1440	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10,79
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3935	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,25
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	8,3	Obtained safety factor	SF	3,25
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2952	Requested safety factor	$SF_R$	2,00
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	400,0	27,0	850	30,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27,0	850	30,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,90
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

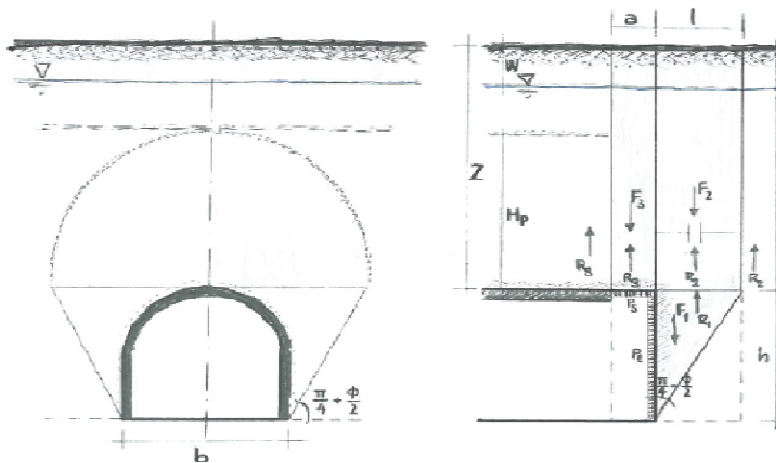
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2337
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7445

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8,75
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,72

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	5,2
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	6828
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,72
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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





Broms & Bennermark (1967)

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

where  $\gamma$  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

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

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

Input data

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	405,6	27,0	0	0	12000	20	42
0	0	0,0					
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]
405,6	27,0	12000,0	20,0	42,0	10951,2	1710,7	855,3
0,0	0,0						
0,0	0,0						
0,0	0,0						

Stability ratio

N

[-]

12,8

Collapse

Panet (1990)

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

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

Stability ratio	N	[-]	12,8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3,000
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0,54

Short term face stability

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	400	27	850	30

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11,2	27	850	30

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	11,2
Tunnel's width	b [m]	10,9
Free span length	a [m]	1,0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10,7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1,0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1,0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18,5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9,0
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]	706,9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706,9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	471,2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	408,1
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1258,1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	850,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2337
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7445

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8,75
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,85

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	5,2
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	6828
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,85
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	150.0	27.0	770	40.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11.2	27.0	770	40.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.2

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	770.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	770.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	40.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

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

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

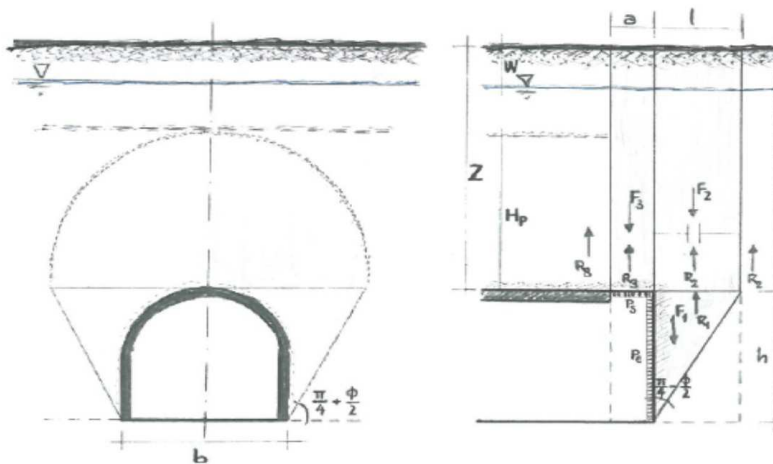
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1515
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3854

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	15.13
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4.01

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	30.3
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	1475
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	4.01
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR1	155.6	27.0	0	0	35000	17.5	50
0	0	0.0					
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]
155.6	27.0	35000.0	17.5	50.0	4201.2	6063.4	3031.7
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

1.4

**Elastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	1.4
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4.599
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.90

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	150	27	770	40
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11.2	27	770	40
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/C	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	4.2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.2

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	0.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	770.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	770.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	770.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	40.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1515
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3854

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4.57
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.72

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	30.3
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	1475
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.72
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	300.0	27.0	1175	39.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11.2	27.0	1175	39.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.3

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1175.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	39.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	1175.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	39.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

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

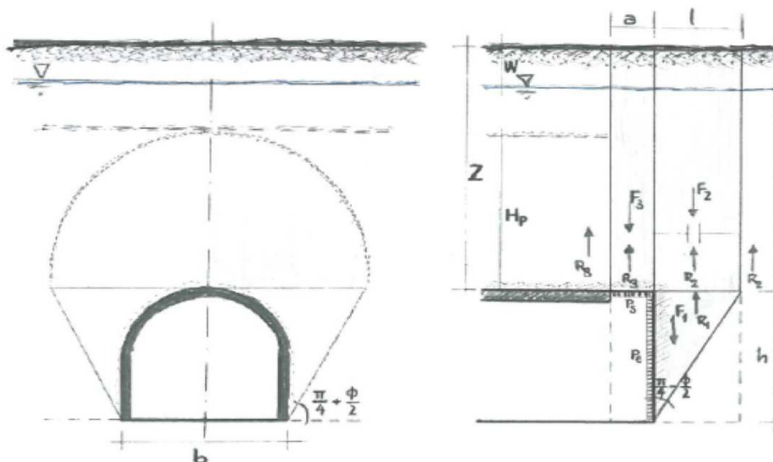
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2714
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6972

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	13.55
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.63

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	17.2
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	3487
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.63
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR1	305.6	27.0	0	0	35000	17.5	50
0	0	0.0					
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]
305.6	27.0	35000.0	17.5	50.0	8251.2	6063.4	3031.7
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

2.7

**Elastoplastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	2.7
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4.395
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.77

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	300	27	1175	39

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11.2	27	1175	39

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	4.2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.3

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	0.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1175.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1175.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	39.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	1175.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	39.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2714
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6972

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4.10
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.46

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	17.2
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	3487
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.46
Requested safety factor	$SF_R$	2.00



**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	500.0	27.0	1550	38.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11.2	27.0	1550	38.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	500.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1550.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	1550.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	38.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	13500
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

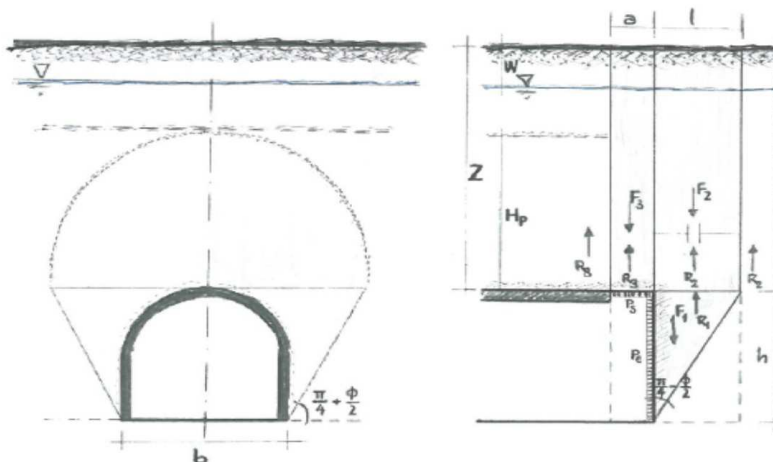
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	4089
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	10685

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12.26
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.31

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	11.9
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	6548
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.31
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR1	505.6	27.0	0	0	35000	17.5	50
0	0	0.0					
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]
505.6	27.0	35000.0	17.5	50.0	13651.2	6063.4	3031.7
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

4.5

**Plastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	4.5
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4.204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.70

**Stable face**

3

## THERAPY PHASE

sezione B0/1sb

Parametro non influente al fine del calcolo

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	300	27	1175	39

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11.2	27	1175	39

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	3.6

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.3

## Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	0.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1175.0

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1175.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	39.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	1175.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	39.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2714
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6972

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4.59
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.59

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	17.2
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	3487
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.59
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	150.0	27.0	450	38.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11.2	27.0	450	38.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	38.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

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

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

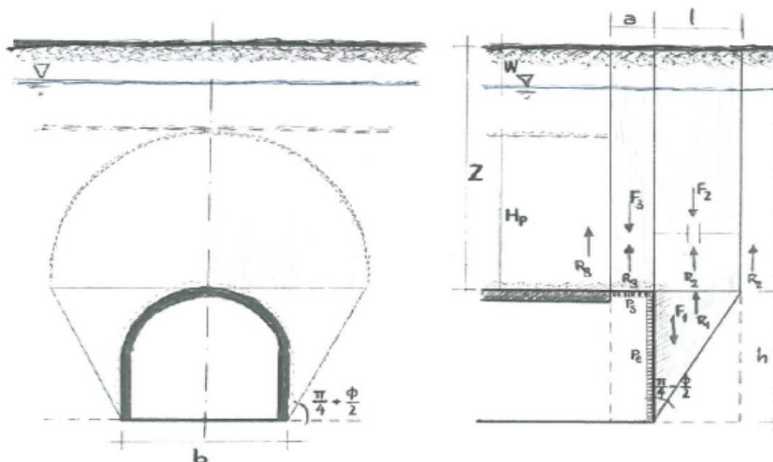
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1143
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2990

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	11.42
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.02

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	9.7
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2106
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.02
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	155.6	27.0	0	0	12000	20	42
0	0	0.0					
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]
155.6	27.0	12000.0	20.0	42.0	4201.2	1710.7	855.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

4.9

**Plastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	4.9
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4.204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.69

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	500	27	1550	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	11.2	27	1550	38

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	500.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	3.6

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	0.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1550.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1550.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	1550.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	13500
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	4089
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	10685

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4.15
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.37

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	11.9
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	6548
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.37
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	300.0	27.0	725	33.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11.2	27.0	725	33.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	725.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	725.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	33.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

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

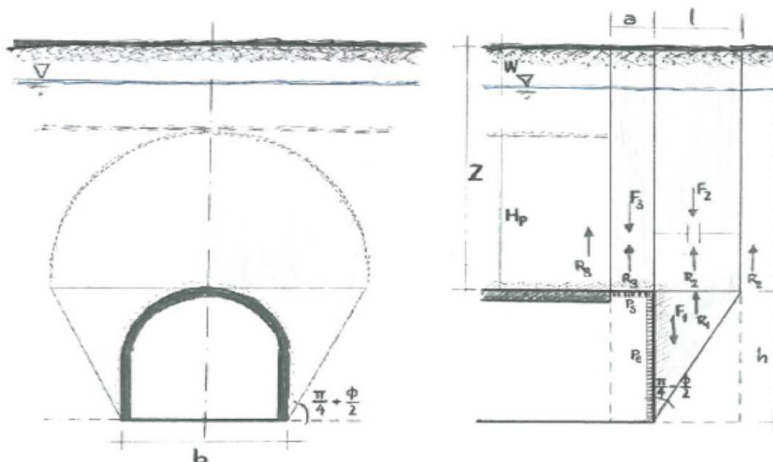
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1959
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	5757

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9.78
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.86

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6.6
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	4770
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.86
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	305.6	27.0	0	0	12000	20	42
0	0	0.0					
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]
305.6	27.0	12000.0	20.0	42.0	8251.2	1710.7	855.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

9.6

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	9.6
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3.392
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.59

**Short term face stability**



**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	150	27	450	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11.2	27	450	38

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	706.9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706.9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	450.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1143
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2990

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9.68
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.92

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	9.7
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2106
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.92
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	500.0	27.0	1000	29.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11.2	27.0	1000	29.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	500.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.6

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1000.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	29.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	1000.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	29.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	13500
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

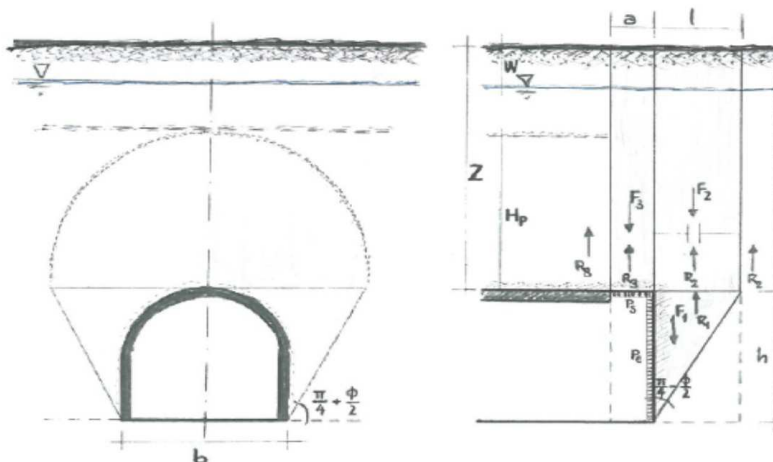
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2801
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	9200

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.40
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.68

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.8
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	8738
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.68
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	505.6	27.0	0	0	12000	20	42
0	0	0.0					
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]
505.6	27.0	12000.0	20.0	42.0	13651.2	1710.7	855.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

16.0

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	16.0
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.882
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.52

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	300	27	725	33

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11.2	27	725	33

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.1

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	706.9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706.9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	725.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	725.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	725.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	33.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1959
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	5757

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.29
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.77

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6.6
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	4770
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.77
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	150.0	27.0	390	33.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11.2	27.0	390	33.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	390.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	390.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	33.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

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

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

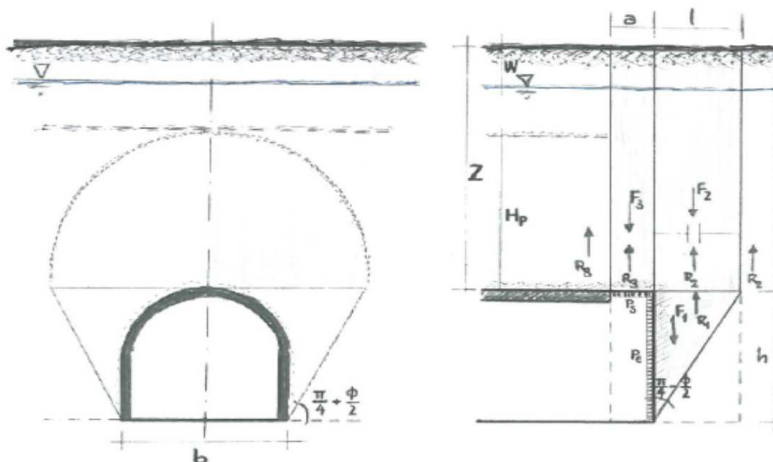
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	966
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2828

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9.65
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.78

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6.4
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2407
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.78
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	155.6	27.0	0	0	10000	17.5	37
0	0	0.0					
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]
155.6	27.0	10000.0	17.5	37.0	4201.2	1130.7	565.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	7.4
-----------------	---	-----	-----

Collapse

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	7.4
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3.392
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.61

Stable face

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	500	27	1000	29
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11.2	27	1000	29
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]	500.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.6

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	706.9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706.9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1000.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1000.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	29.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	1000.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	13500
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2801
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	9200

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7.11
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.59

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.8
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	8738
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.59
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	300.0	27.0	590	29.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11.2	27.0	590	29.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.6

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	590.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	29.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	590.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	29.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

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

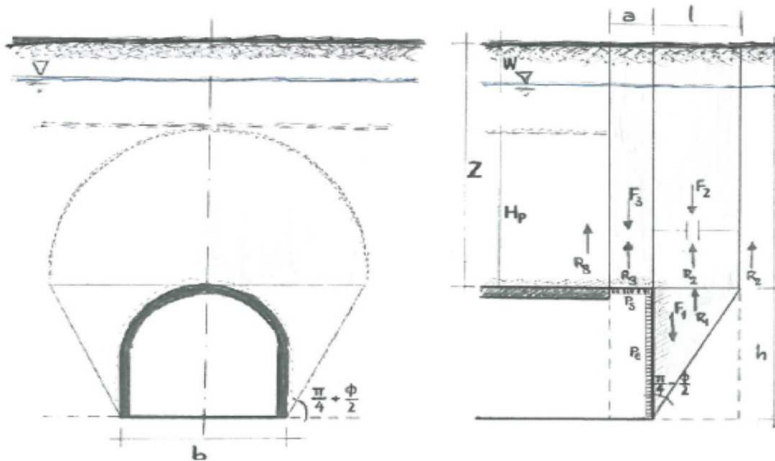
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1643
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	5393

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.21
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.60

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.6
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	5307
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.60
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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





**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	305.6	27.0	0	0	10000	17.5	37
0	0	0.0					
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]
305.6	27.0	10000.0	17.5	37.0	8251.2	1130.7	565.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	<b>14.6</b>
-----------------	---	-----	-------------

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	14.6
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.882
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.52

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	150	27	450	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11.2	27	450	38

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	706.9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706.9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	471.2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	483.1
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	933.1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1143
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2990

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	11.42
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.42

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	9.7
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2106
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.42
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	500.0	27.0	800	25.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11.2	27.0	800	25.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	500.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7.1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	800.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	25.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	800.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	25.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	13500
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

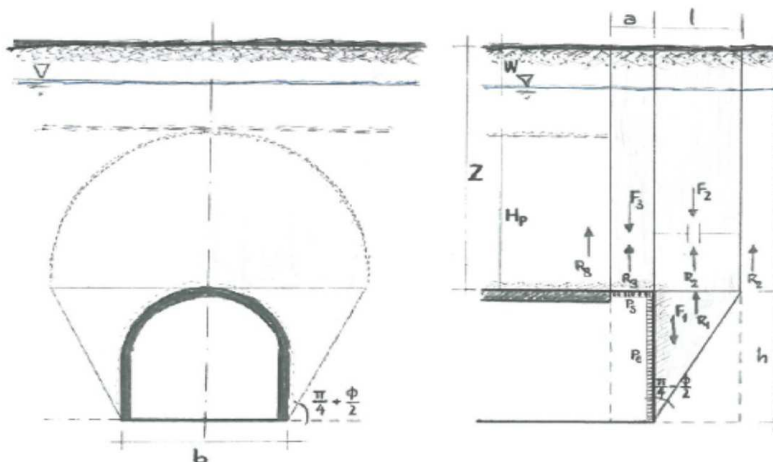
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2315
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	8660

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6.94
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.44

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3.5
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	9564
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.44
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$Z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	505.6	27.0	0	0	10000	17.5	37
0	0	0.0					
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]
505.6	27.0	10000.0	17.5	37.0	13651.2	1130.7	565.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	24.1
-----------------	---	-----	------

Collapse

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	24.1
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.464
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.45

Short term face stability

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	300	27	725	33

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11.2	27	725	33

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.1

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	706.9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706.9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	471.2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	434.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1159.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	725.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	725.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	33.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1959
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	5757

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9.78
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.03

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6.6
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	4770
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.03
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	150.0	26.0	320	30.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11.2	26.0	320	30.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	320.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	320.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	30.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	3900
--------------------------------	-------------------	------

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

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

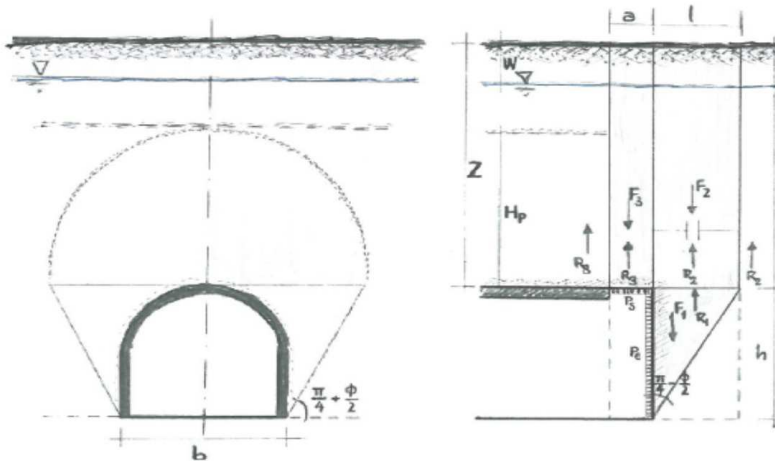
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	813
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2573

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.44
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.57

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.9
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2517
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.57
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3a	155.6	26.0	0	0	7000	19	33
0	0	0.0					
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]
155.6	26.0	7000.0	19.0	33.0	4045.6	727.1	363.5
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

11.1

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	11.1
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3.000
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.54

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	500	27	1000	29

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11.2	27	1000	29

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	500.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.6

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	706.9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706.9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	471.2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	400.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1400.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1000.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	29.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	1000.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	13500
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2801
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	9200

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.40
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.77

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.8
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	8738
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.77
Requested safety factor	$SF_R$	2.00



**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	300.0	26.0	490	26.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11.2	26.0	490	26.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	490.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	26.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	490.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	26.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	7800
--------------------------------	-------------------	------

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

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

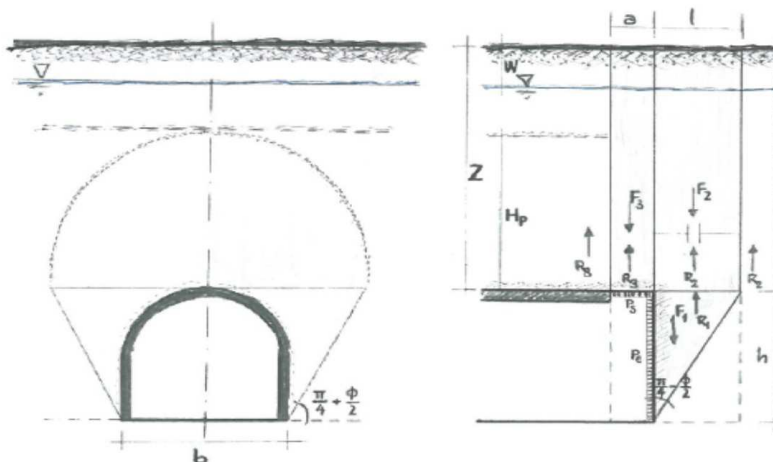
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1382
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	4982

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7.17
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.43

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3.7
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	5450
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.43
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3a	305.6	26.0	0	0	7000	19	33
0	0	0.0					
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]
305.6	26.0	7000.0	19.0	33.0	7945.6	727.1	363.5
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

21.9

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	21.9
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.561
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.46

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	150	27	390	33

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11.2	27	390	33

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.1

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	220.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	622.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	622.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	414.7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	381.9
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	771.9

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	390.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	390.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	33.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	966
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2828

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9.65
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.10

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6.4
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2407
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.10
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	500.0	26.0	680	22.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11.2	26.0	680	22.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	500.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7.6

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	680.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	22.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	680.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	22.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	13000
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

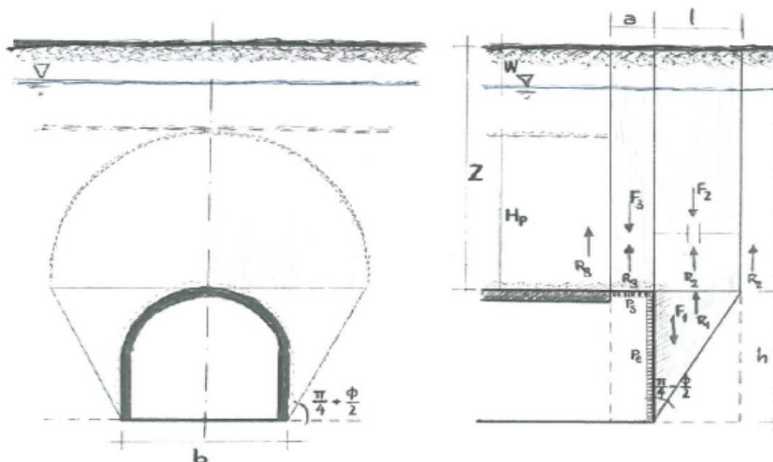
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1944
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	8095

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6.05
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.31

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	2.8
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	9694
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.31
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3a	505.6	26.0	0	0	7000	19	33
0	0	0.0					
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]
505.6	26.0	7000.0	19.0	33.0	13145.6	727.1	363.5
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	<b>36.2</b>
-----------------	---	-----	-------------

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	36.2
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.198
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.39

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	300	27	590	29

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11.2	27	590	29

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.6

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	220.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	622.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	622.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	414.7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	352.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	942.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	590.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	29.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	590.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1643
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	5393

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.21
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.74

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.6
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	5307
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.74
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	150.0	26.0	250	27.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11.2	26.0	250	27.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.9

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	250.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	27.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	250.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	27.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	3900
--------------------------------	-------------------	------

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

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

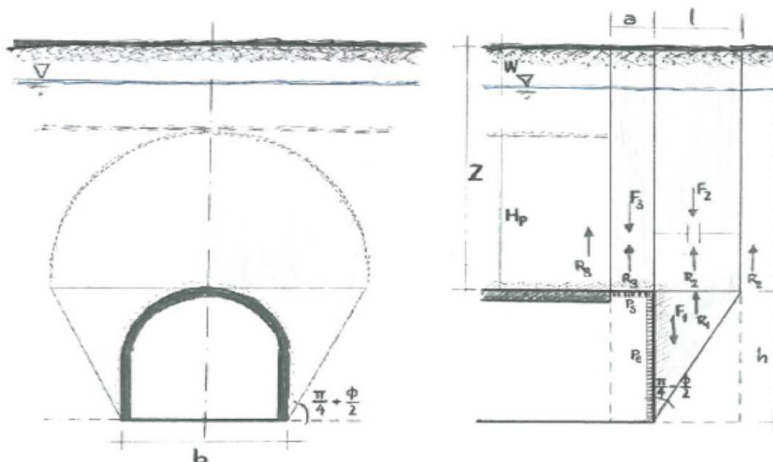
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	685
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2384

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7.11
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.31

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3.6
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2735
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.31
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3b	155.6	26.0	0	0	5000	19	28
0	0	0.0					
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]
155.6	26.0	5000.0	19.0	28.0	4045.6	442.0	221.0
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

18.3

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	18.3
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.663
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.48

**Short term face stability**



**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	500	27	800	25

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	11.2	27	800	25

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	500.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7.1

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	220.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	622.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	622.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.67
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	414.7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	325.5
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1125.5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	800.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	25.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	800.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	25.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	13500
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2315
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	8660

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6.94
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.51

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3.5
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	9564
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.51
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	300.0	26.0	390	23.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11.2	26.0	390	23.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7.4

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	390.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	23.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	390.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	23.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	7800
--------------------------------	-------------------	------

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

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

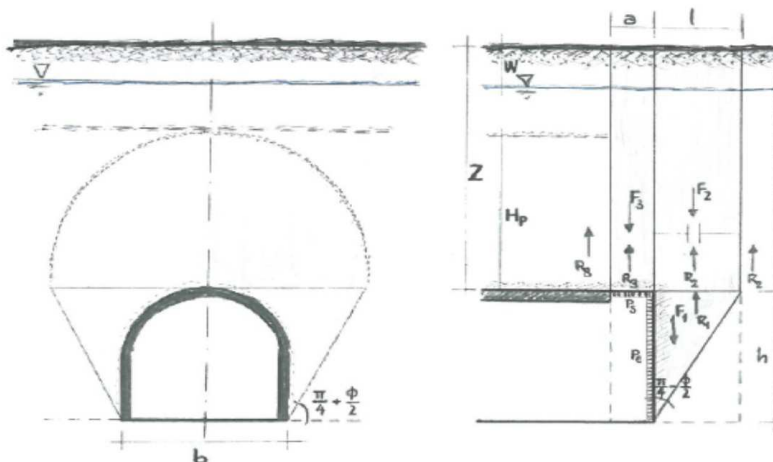
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1167
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	4712

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6.05
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.23

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	2.8
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	5817
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.23
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3b	305.6	26.0	0	0	5000	19	28
0	0	0.0					
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]
305.6	26.0	5000.0	19.0	28.0	7945.6	442.0	221.0
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

36.0

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	36.0
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.283
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.41

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	148	26	320	30
Coronella	2	26.0	361	33.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11.2	26	320	30

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	424.1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424.1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	70.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.78
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	329.9
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	285.7
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	605.7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	320.5
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	320.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	3900
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	815
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2574

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.45
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.81

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.9
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2515
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.81
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	500.0	26.0	540	19.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11.2	26.0	540	19.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	500.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	8.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	540.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	19.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	540.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	19.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	13000
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

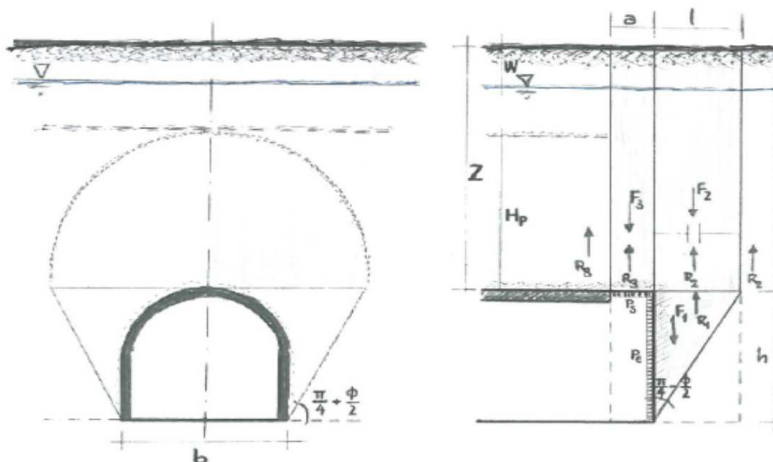
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1618
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7717

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	5.03
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.14

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	2.1
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	10250
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.14
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3b	505.6	26.0	0	0	5000	19	28
0	0	0.0					
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]
505.6	26.0	5000.0	19.0	28.0	13145.6	442.0	221.0
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	59.5
-----------------	---	-----	------

Collapse

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	59.5
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	1.965
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.34

Short term face stability

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	298	26	490	26
Coronella	2	26.0	559	28.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11.2	26	490	26

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7.0

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	424.1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424.1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	70.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.78
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	329.9
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	263.9
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	753.9

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	490.5
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	26.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	490.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	26.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	7800
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1383
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	4983

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7.18
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.54

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3.7
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	5448
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.54
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	580.0	26.0	700	25.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	9.5	26.0	700	25.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	580.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	9.5
Tunnel's width	b [m]	10.40
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11.2
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	17.7
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	700.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	25.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	700.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	25.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	15080
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

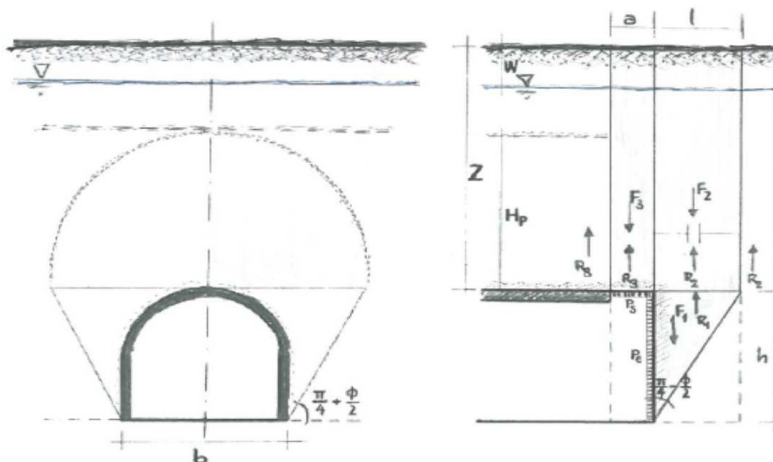
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2404
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	9200

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6.18
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.28

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	2.9
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	10993
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.28
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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





**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3a	584.75	26.0	0	0	7000	19	33
0	0	0.0					
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]
584.8	26.0	7000.0	19.0	33.0	15203.5	727.1	363.5
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

41.8

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	41.8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.464
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.44

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	498	26	680	22
Coronella	2	26.0	766	24.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	11.2	26	680	22

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	500.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7.6

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	424.1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424.1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	70.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.78
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	329.9
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	244.5
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	924.5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	680.3
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	22.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	680.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	22.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	13000
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1945
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	8095

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6.05
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.37

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	2.8
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	9693
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.37
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

Tamez & Conejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	580.0	26.0	650	24.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	9.5	26.0	650	24.0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	580.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	9.5
Tunnel's width	b [m]	10.40
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11.2
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	17.7
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.2

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	650.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	24.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	650.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	24.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	15080
--------------------------------	-------------------	-------

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

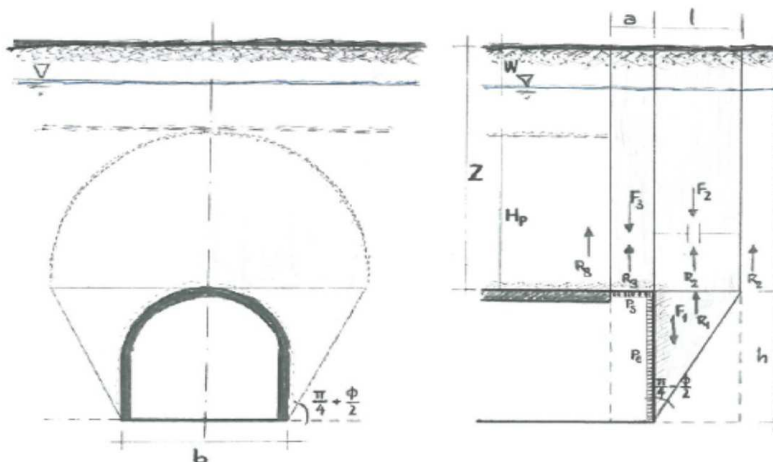
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2277
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	9065

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	5.85
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.22

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	2.7
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	11209
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.22
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$Z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3b	584.75	26.0	0	0	5000	19	28
0	0	0.0					
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]
584.8	26.0	5000.0	19.0	28.0	15203.5	442.0	221.0
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

68.8

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	68.8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.371
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.42

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	148	26	250	27
CORONELLA	2	26.0	372	33.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11.2	26	250	27

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.9

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	424.1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424.1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.61
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	259.2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	211.5
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	461.5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	251.6
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	27.1

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	250.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	27.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	3900
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	689
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2386

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7.14
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.48

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3.6
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2729
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.48
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	560.0	27.0	1000	30.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	9.5	27.0	1000	30.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	560.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	9.5
Tunnel's width	b [m]	10.40
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11.2
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	17.7
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1000.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	1000.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	30.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	15120
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

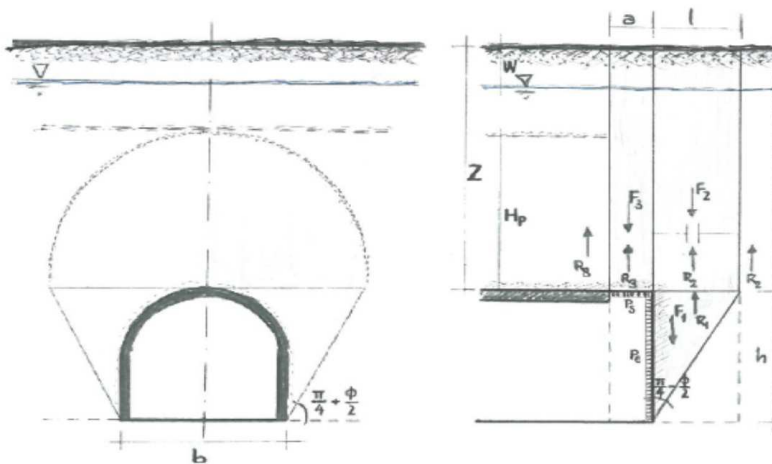
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	3113
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	10021

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7.98
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.60

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.6
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	9827
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.60
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$Z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	564.75	27.0	0	0	12000	20	42
0	0	0.0					
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]
564.8	27.0	12000.0	20.0	42.0	15248.3	1710.7	855.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	17.8
-----------------	---	-----	------

Collapse

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	17.8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3.000
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.53

Short term face stability

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	298	26	390	23
Coronella	2	26.0	574	28.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11.2	26	390	23

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7.4

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	424.1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424.1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.61
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	259.2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	195.8
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	585.8

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	391.2
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	23.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	390.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	23.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	7800
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1169
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	4713

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6.06
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.31

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	2.8
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	5813
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.31
Requested safety factor	$SF_R$	2.00



**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	498	26	540	19
Coronella	2	26.0	784	24.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	11.2	26	540	19

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	500.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.4
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	17.7
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	8.0

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	424.1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424.1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.61
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	259.2
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	181.7
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	721.7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	541.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	19.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	540.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	19.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	13000
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1622
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7729

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4.84
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.17

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	2.0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	10243
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.17
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR1	200.0	26.0	770	43.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR1	11.2	26.0	770	43.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	4.9

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	770.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	43.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	770.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	43.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5200
--------------------------------	-------------------	------

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

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

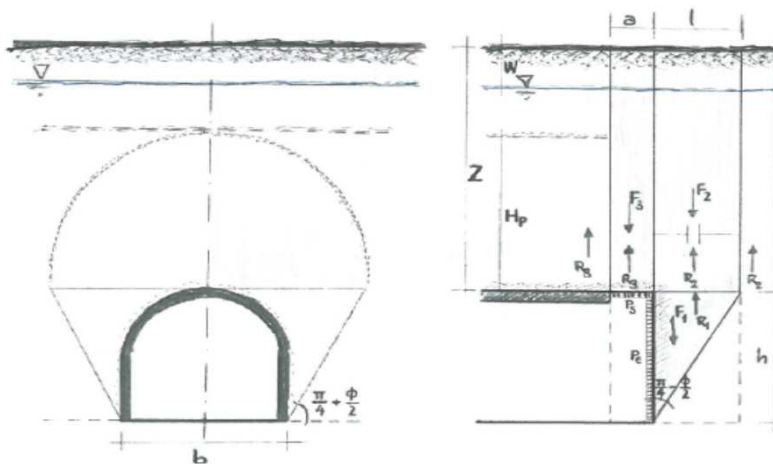
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1870
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	4438

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	14.55
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.62

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	24.0
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2021
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.62
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Mol-GR1	205.6	26.0	0	0	20000	21	50
0	0	0.0					
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]
205.6	26.0	20000.0	21.0	50.0	5345.6	3766.8	1883.4
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

2.8

**Elastoplastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	2.8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	5.289
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.79

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR1	200	26	770	43
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR1	11.2	26	770	43
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/C	CF
Total Overburden	Z [m]	200.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	4.2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	4.9

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	0.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	770.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	770.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	43.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	770.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	43.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5200
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1870
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	4438

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4.40
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.46

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	24.0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2021
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.46
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR1	300.0	26.0	990	40.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR1	11.2	26.0	990	40.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.2

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	990.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	990.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	40.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	7800
--------------------------------	-------------------	------

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

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

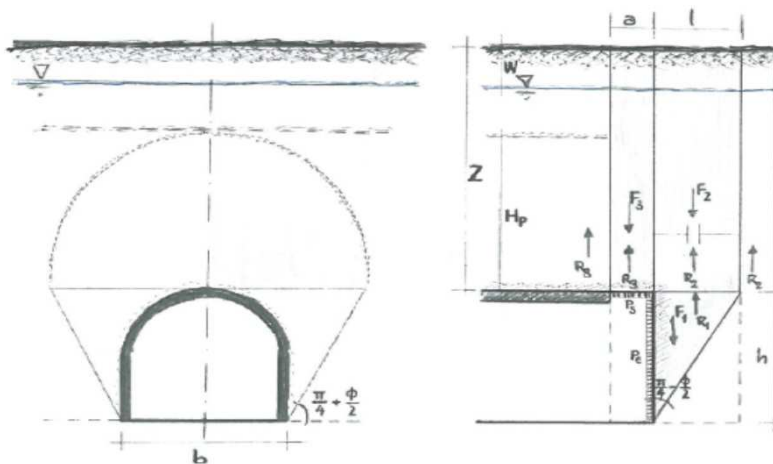
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2525
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6332

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	13.10
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.41

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	15.0
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	3507
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.41
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Mol-GR1	305.6	26.0	0	0	20000	21	50
0	0	0.0					
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]
305.6	26.0	20000.0	21.0	50.0	7945.6	3766.8	1883.4
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

4.2

**Plastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	4.2
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4.599
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.73

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR1	300	26	990	40

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR1	11.2	26	990	40

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	4.2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.2

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	0.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	990.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	990.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	990.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	40.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	7800
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2525
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6332

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	3.96
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.32

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	15.0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	3507
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.32
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR1	400.0	26.0	1190	38.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR1	11.2	26.0	1190	38.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1190.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	1190.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	38.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10400
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

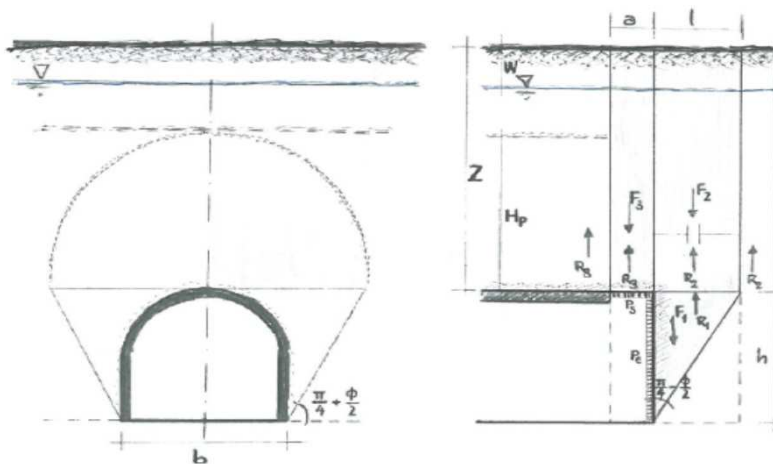
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	3127
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	8172

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12.17
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.28

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	11.7
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	5084
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.28
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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





**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Mol-GR1	405.6	26.0	0	0	20000	21	50
0	0	0.0					
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]
405.6	26.0	20000.0	21.0	50.0	10545.6	3766.8	1883.4
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

5.6

**Plastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	5.6
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4.204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.68

**Stable face**

3

## THERAPY PHASE

sezione B0sb-r

Parametro non influente al fine del calcolo

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR1	400	26	1190	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR1	11.2	26	1190	38

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	4.2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.5

## Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	0.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1190.0

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1190.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	1190.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10400
--------------------------------	-------------------	-------

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

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	3127
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	8172

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	3.68
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.22

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	11.7
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	5084
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.22
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR2	200.0	26.0	635	39.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR2	11.2	26.0	635	39.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.3

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	635.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	39.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	635.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	39.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5200
--------------------------------	-------------------	------

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

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

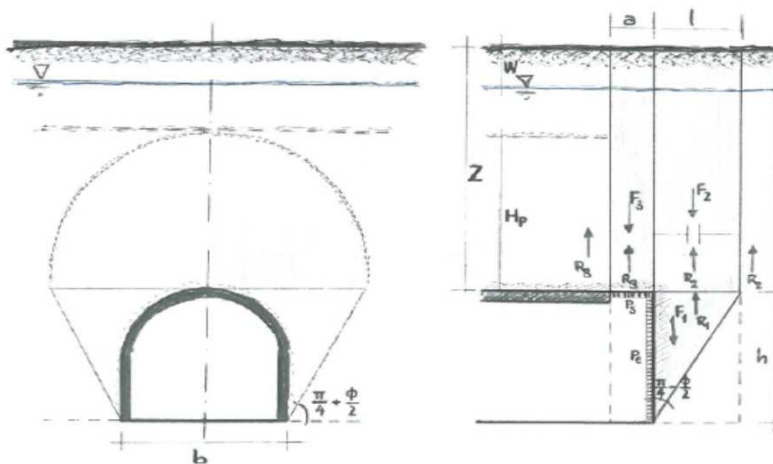
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1590
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	4074

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12.37
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.25

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	12.3
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2497
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.25
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Mol-GR2	205.6	26.0	0	0	13800	21	47
0	0	0.0					
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]
205.6	26.0	13800.0	21.0	47.0	5345.6	2364.2	1182.1
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

4.5

**Plastic deformations**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	4.5
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4.395
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.71

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR2	200	26	635	39

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR2	11.2	26	635	39

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	2.1

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.3

**Injection modality**

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

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	339.3
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	339.3

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	45.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.50
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	169.6
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	177.8
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	812.8

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	635.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	39.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	635.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	39.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5200
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1590
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	4074

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6.44
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.86

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	12.3
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2497
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.86
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR2	300.0	26.0	820	36.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR2	11.2	26.0	820	36.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.7

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	820.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	36.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	820.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	36.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	7800
--------------------------------	-------------------	------

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

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

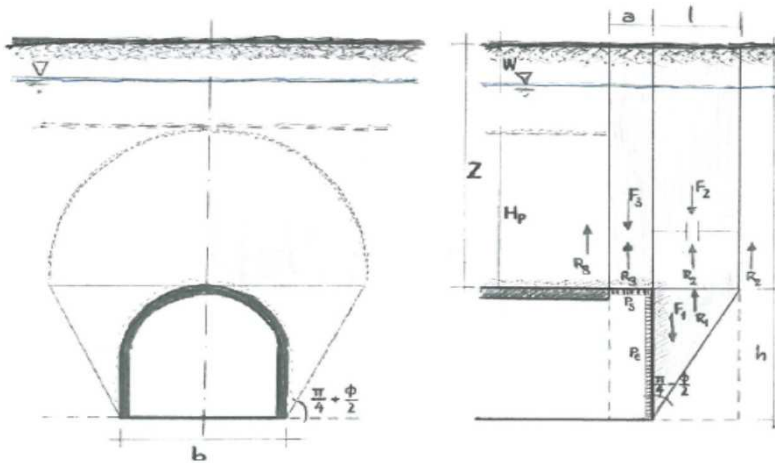
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2149
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	5873

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	11.15
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.09

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	9.1
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	4146
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.09
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Mol-GR2	305.6	26.0	0	0	13800	21	47
0	0	0.0					
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]
305.6	26.0	13800.0	21.0	47.0	7945.6	2364.2	1182.1
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

6.7

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	6.7
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3.852
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.65

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR2	300	26	820	36

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR2	11.2	26	820	36

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	2.1

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.7

**Injection modality**

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

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	339.3
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	339.3

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	45.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.50
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	169.6
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	166.5
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	986.5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	820.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	36.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	820.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	36.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	7800
--------------------------------	-------------------	------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2149
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	5873

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	5.80
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.69

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	9.1
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	4146
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.69
Requested safety factor	$SF_R$	2.00



**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR2	400.0	26.0	990	34.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR2	11.2	26.0	990	34.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	990.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	34.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	990.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	34.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10400
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

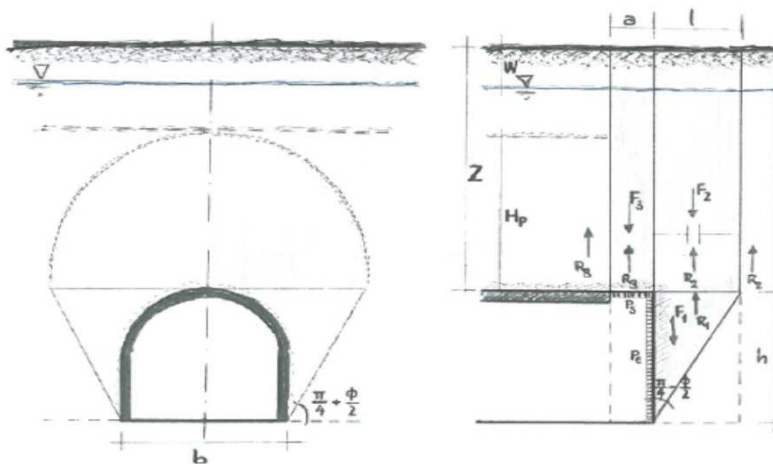
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2662
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7632

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10.36
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.98

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	7.5
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	5874
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.98
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Mol-GR2	405.6	26.0	0	0	13800	21	47
0	0	0.0					
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]
405.6	26.0	13800.0	21.0	47.0	10545.6	2364.2	1182.1
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

8.9

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	8.9
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3.537
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.61

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR2	400	26	990	34

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-GR2	11.2	26	990	34

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	2.1

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.0

**Injection modality**

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

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	339.3
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	339.3

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	45.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.50
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	169.6
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	159.5
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1149.5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	990.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	34.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	990.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	34.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10400
--------------------------------	-------------------	-------

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

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2662
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7632

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	5.39
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.58

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	7.5
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	5874
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.58
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-Fag	200.0	26.0	405	30.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-Fag	11.2	26.0	405	30.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	405.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	405.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	30.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5200
--------------------------------	-------------------	------

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

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

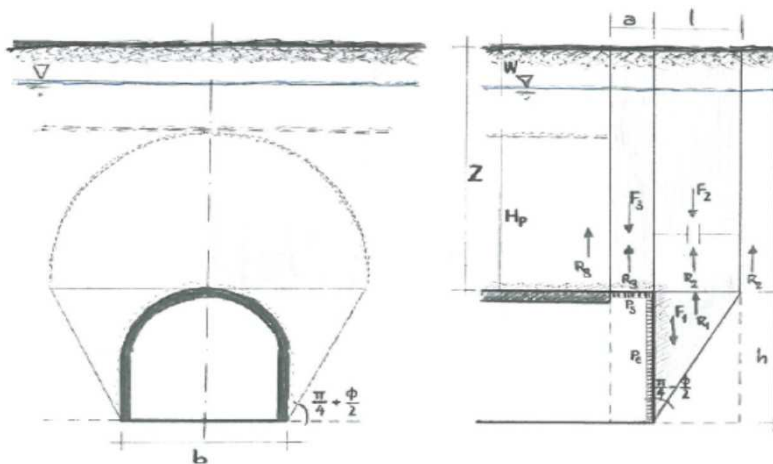
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1086
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3453

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.45
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.60

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.9
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	3354
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.60
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

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



**Broms & Bennermark (1967)**

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

where  $\gamma$  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

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

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

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Mol-Fag	205.6	26.0	0	0	6000	21	37
0	0	0.0					
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]
205.6	26.0	6000.0	21.0	37.0	5345.6	749.6	374.8
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

14.3

**Collapse**

**Panet (1990)**

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

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

Stability ratio	N	[-]	14.3
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3.000
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.54

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-Fag	198	26	405	30
Coronella	2	26	494	33
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-Fag	11.2	26	405	30
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	200.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.5

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	339.3
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	339.3

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	40.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.44
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	150.8
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	130.6
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	535.6

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	405.9
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	405.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	5200
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1088
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3454

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.46
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.67

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.9
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	3351
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.67
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-Fag	300.0	26.0	520	27.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-Fag	11.2	26.0	520	27.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.9

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	520.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	27.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	520.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	27.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	7800
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

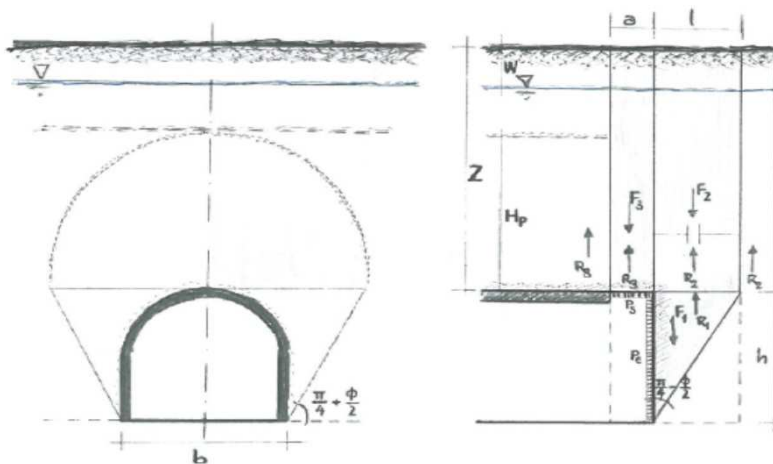
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1452
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	5063

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7.53
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.50

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.0
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	5331
Required pressure at face	$P_e$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.50
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**



**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Mol-Fag	305.6	26.0	0	0	6000	21	37
0	0	0.0					
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]
305.6	26.0	6000.0	21.0	37.0	7945.6	749.6	374.8
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	21.2
-----------------	---	-----	------

**Collapse**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	21.2
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.663
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.48

**Short term face stability**



**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-Fag	298	26	520	27
Coronella	2	26.0	637	30.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-Fag	11.2	26	520	27

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.9

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	339.3
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	339.3

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	40.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.44
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	150.8
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	123.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	643.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	520.8
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	27.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	520.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	27.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	7800
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1454
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	5064

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7.54
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.55

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	5329
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.55
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-Fag	400.0	26.0	620	25.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-Fag	11.2	26.0	620	25.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.90
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7.1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	620.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	25.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	620.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	25.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10400
--------------------------------	-------------------	-------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

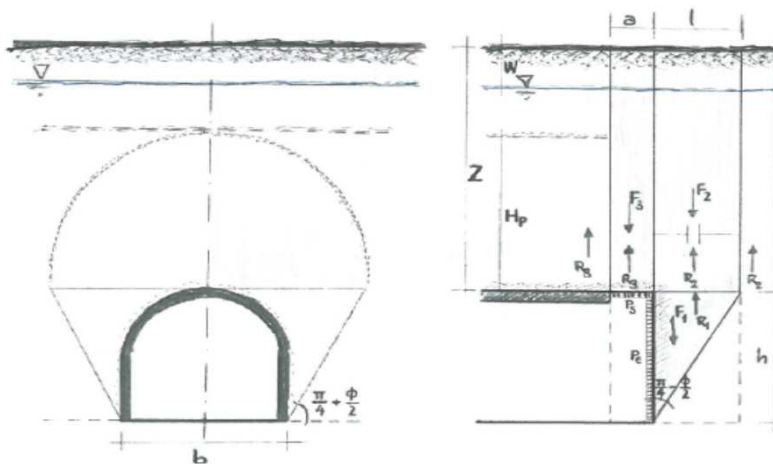
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1776
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6633

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6.91
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.42

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3.4
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	7380
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.42
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**



**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Mol-Fag	405.6	26.0	0	0	6000	21	37
0	0	0.0					
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]
405.6	26.0	6000.0	21.0	37.0	10545.6	749.6	374.8
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	28.1
-----------------	---	-----	------

**Collapse**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	28.1
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.464
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.44

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-Fag	398	26	620	25
Coronella	2	26.0	761	28.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Mol-Fag	11.2	26	620	25

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	11.2
Tunnel's width	b [m]	10.9
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	10.7
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	18.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	7.1

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	339.3
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	339.3

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	40.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.44
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	150.8
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	118.4
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	738.4

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	620.7
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	25.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	620.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	25.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10400
--------------------------------	-------------------	-------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1778
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6634

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	6.92
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.46

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	3.4
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	7378
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.46
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	150.0	27.0	770	40.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	10.7	27.0	770	40.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.0
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	20.4
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	770.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	770.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	40.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

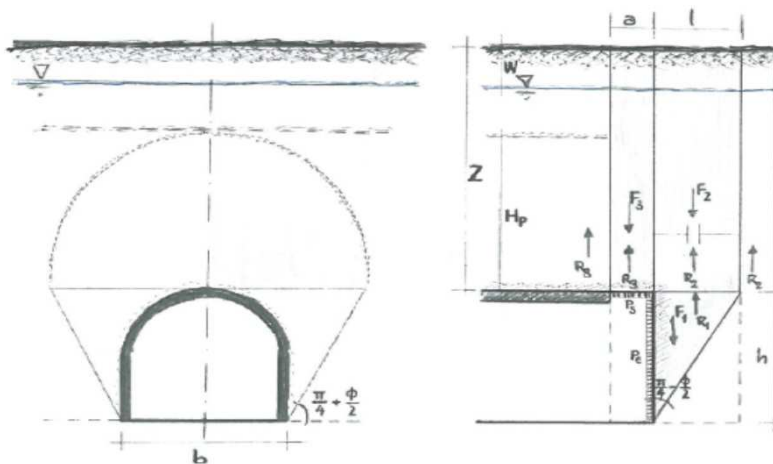
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1504
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3829

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	16.41
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4.11

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	31.9
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	1493
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	4.11
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**



**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR1	155.35	27.0	0	0	35000	17.5	50
0	0	0.0					
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]
155.4	27.0	35000.0	17.5	50.0	4194.5	6063.4	3031.7
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

1.4

**Elastic deformations**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	1.4
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4.599
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.90

**Stable face**

Area sicura val lemme - AEXCAV. [m2] =

124

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione BOL

Parametro non influente al fine del calcolo

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	150	27	770	40
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	10.7	27	770	40
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/C	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.0
Free span length	a [m]	4.2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	20.4
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.0

## Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	0.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	770.0

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	770.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	40.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	770.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	40.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1504
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	3829

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4.87
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.76

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	31.9
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	1493
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.76
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	300.0	27.0	1175	39.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	10.7	27.0	1175	39.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.67
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1175.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	39.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	1175.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	39.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

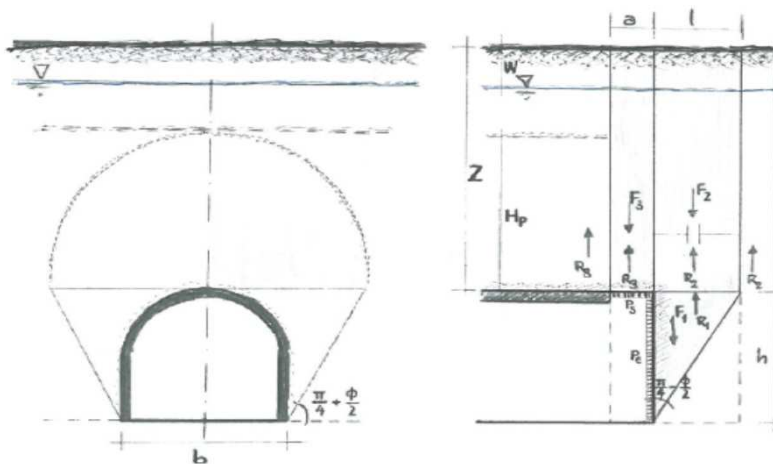
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2697
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6932

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	15.48
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.78

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	19.5
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	3515
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.78
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**





**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR1	305.35	27.0	0	0	35000	17.5	50
0	0	0.0					
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]
305.4	27.0	35000.0	17.5	50.0	8244.5	6063.4	3031.7
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

2.7

**Elastoplastic deformations**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	2.7
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4.395
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.77

**Stable face**

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	300	27	1175	39

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	10.7	27	1175	39

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	300.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.7
Free span length	a [m]	4.2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.1

## Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	0.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1175.0

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1175.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	39.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	1175.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	39.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	8100
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2697
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6932

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4.55
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.53

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	19.5
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	3515
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.53
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	400.0	27.0	1450	39.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	10.7	27.0	1450	39.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.67
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.1

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	39.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	1450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	39.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

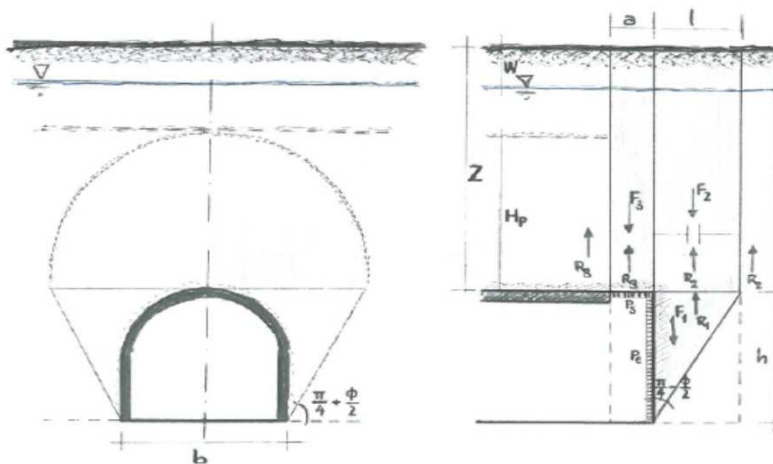
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	3519
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	9024

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	15.14
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.69

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	17.9
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	4818
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.69
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**



**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR1	405.35	27.0	0	0	35000	17.5	50
0	0	0.0					
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]
405.4	27.0	35000.0	17.5	50.0	10944.5	6063.4	3031.7
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

3.6

**Elastoplastic deformations**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	3.6
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4.395
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.73

**Stable face**

Area sicura val lemme - AEXCAV. [m2] =

124

3

**THERAPY PHASE**

sezione B0

Parametro non influente al fine del calcolo

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	400	27	1450	39

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR1	10.7	27	1450	39

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.7
Free span length	a [m]	3.6

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.1

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	0.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1450.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	1450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	39.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	1450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	39.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	3519
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	9024

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	5.01
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.61

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	17.9
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	4818
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.61
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	150.0	27.0	450	38.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	10.7	27.0	450	38.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.67
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.2

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	38.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

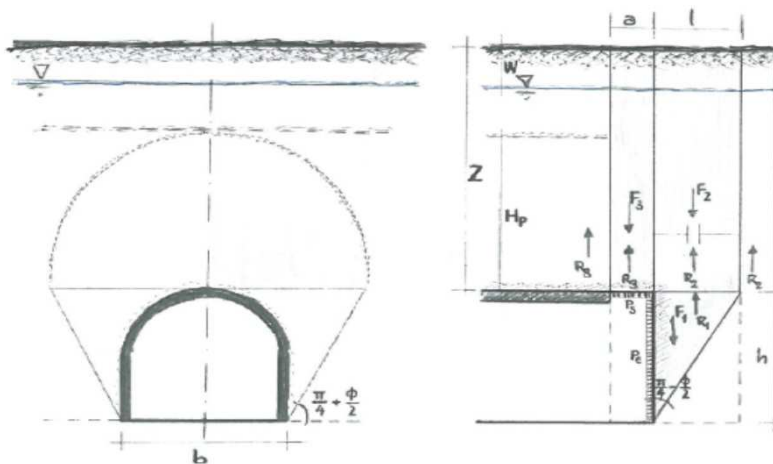
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1127
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2949

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12.94
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.13

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	10.8
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2133
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.13
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**



**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	155.35	27.0	0	0	12000	20	42
0	0	0.0					
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]
155.4	27.0	12000.0	20.0	42.0	4194.5	1710.7	855.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

4.9

**Plastic deformations**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	4.9
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4.204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.69

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	150	27	450	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	10.7	27	450	38

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.7
Free span length	a [m]	1.2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.2

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	0.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	0.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	450.0

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1127
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2949

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10.94
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.02

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	10.8
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2133
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.02
Requested safety factor	$SF_R$	2.00



**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	150.0	27.0	450	38.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	11.2	27.0	450	38.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.67
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.2

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	38.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

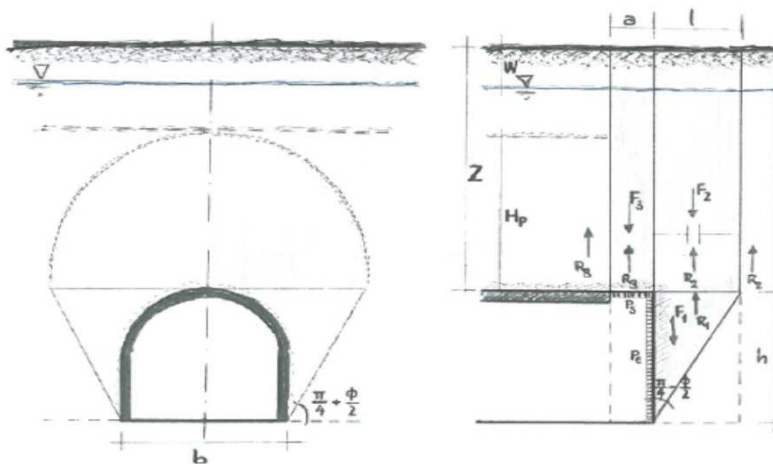
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1127
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2949

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12.94
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.13

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	10.8
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2133
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	<b>3.13</b>
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**



**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	155.6	27.0	0	0	12000	20	42
0	0	0.0					
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]
155.6	27.0	12000.0	20.0	42.0	4201.2	1710.7	855.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

4.9

**Plastic deformations**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	4.9
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	4.204
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.69

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	150	27	450	38

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	10.7	27	450	38

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.7
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.2

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	706.9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706.9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.48
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	342.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	350.6
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	800.6

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	38.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	450.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	38.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	1127
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2949

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12.94
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.41

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	10.8
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2133
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.41
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	400.0	27.0	850	30.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	10.7	27.0	850	30.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.67
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.2

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	850.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	850.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	30.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

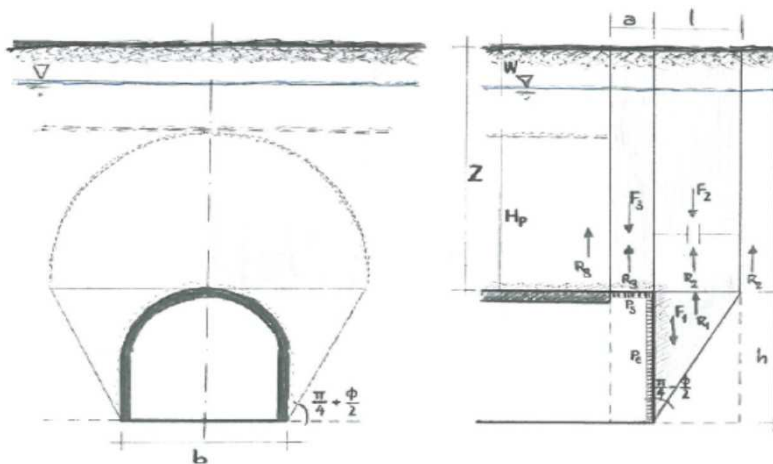
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2325
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7404

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10.01
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.82

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6.0
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	6848
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.82
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**



**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	405.35	27.0	0	0	12000	20	42
0	0	0.0					
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]
405.4	27.0	12000.0	20.0	42.0	10944.5	1710.7	855.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	<b>12.8</b>
-----------------	---	-----	-------------

**Collapse**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	12.8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3.000
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.54

**Short term face stability**

Area sicura val lemme - AEXCAV. [m2] =

124

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione B1

Parametro non influente al fine del calcolo

## Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	400	27	850	30

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	10.7	27	850	30

## Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.7
Free span length	a [m]	1.2

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.2

## Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	706.9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706.9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	0.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.00
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	0.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0.0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	850.0

## Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	850.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	850.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

## Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2325
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7404

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.46
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.73

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6.0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	6848
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.73
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	400.0	27.0	850	30.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	10.7	27.0	850	30.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.67
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.2

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	850.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	850.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	30.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

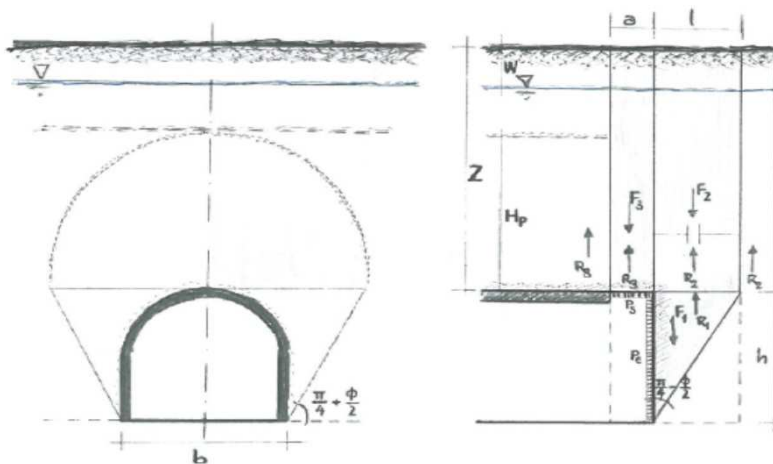
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2325
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7404

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10.01
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.82

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6.0
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	6848
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.82
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**



Broms & Bennermark (1967)

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

Input data

Layers	$Z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2a	405.35	27.0	0	0	12000	20	42
0	0	0.0					
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]
405.4	27.0	12000.0	20.0	42.0	10944.5	1710.7	855.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

12.8

Collapse

Panet (1990)

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	12.8
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3.000
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.54

Short term face stability



area sicura val lemme - AEXCAV. [m2] =

124

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione B2

Parametro non influente al fine del calcolo

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	400	27	850	30

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2a	10.7	27	850	30

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.7
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.2

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	250.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	706.9
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	706.9

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.48
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	342.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	296.2
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	1146.2

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	850.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	850.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2325
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	7404

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10.01
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.92

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6.0
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	6848
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.92
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	150.0	27.0	390	33.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	10.7	27.0	390	33.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.67
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.8

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	390.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	390.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	33.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

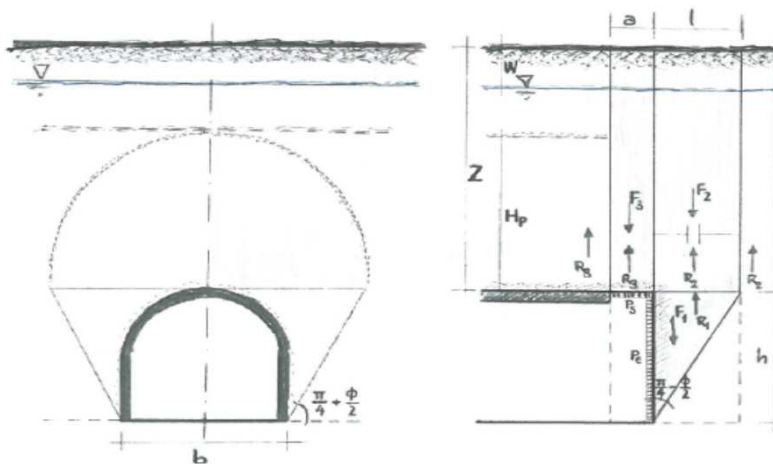
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	953
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2787

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10.94
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.87

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	7.2
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2430
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.87
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**



**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	155.35	27.0	0	0	10000	17.5	37
0	0	0.0					
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]
155.4	27.0	10000.0	17.5	37.0	4194.5	1130.7	565.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	7.4
-----------------	---	-----	-----

**Collapse**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	7.4
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3.392
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.61

**Stable face**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	150	27	390	33

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	10.7	27	390	33

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.7
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5.8

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	220.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	622.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	622.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.48
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	301.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	277.2
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	667.2

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	390.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	33.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	390.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	33.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	4050
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	953
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2787

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	10.94
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3.10

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	7.2
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2430
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3.10
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	400.0	27.0	700	27.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	10.7	27.0	700	27.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.67
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.6

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	700.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	27.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	700.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	27.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

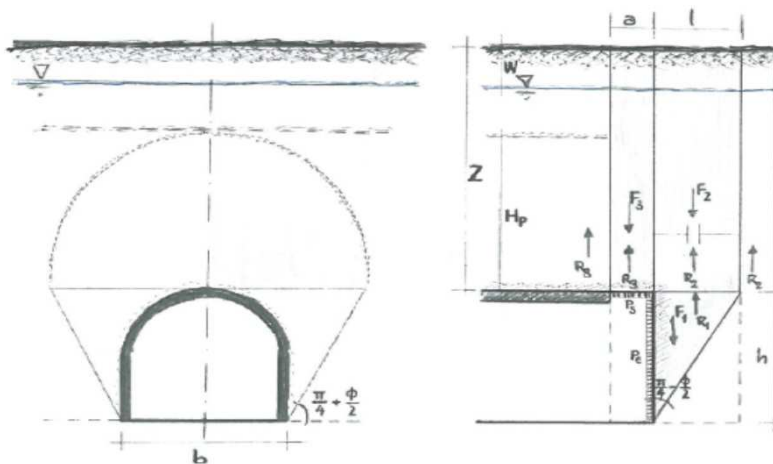
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2002
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6999

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.61
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.59

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.6
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	7397
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.59
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**



**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

**Input data**

Layers	$Z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR2b	405.35	27.0	0	0	10000	17.5	37
0	0	0.0					
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]
405.4	27.0	10000.0	17.5	37.0	10944.5	1130.7	565.3
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio	N	[-]	<b>19.4</b>
-----------------	---	-----	-------------

**Collapse**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	19.4
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.663
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.48

**Short term face stability**

area sicura val lemme - AEXCAV. [m2] =

124

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione B4

Parametro non influente al fine del calcolo

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	400	27	700	27
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR2b	10.7	27	700	27
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]	400.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.7
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.6

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	220.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	622.0
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	622.0

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	60.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.48
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	301.0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	245.6
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	945.6

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	700.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	27.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	27.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	700.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	27.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	10800
--------------------------------	-------------------	-------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	2002
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	6999

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.61
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.67

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.6
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	7397
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.67
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	150.0	26.0	320	30.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	10.7	26.0	320	30.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.67
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.2

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	320.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	320.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	30.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	3900
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

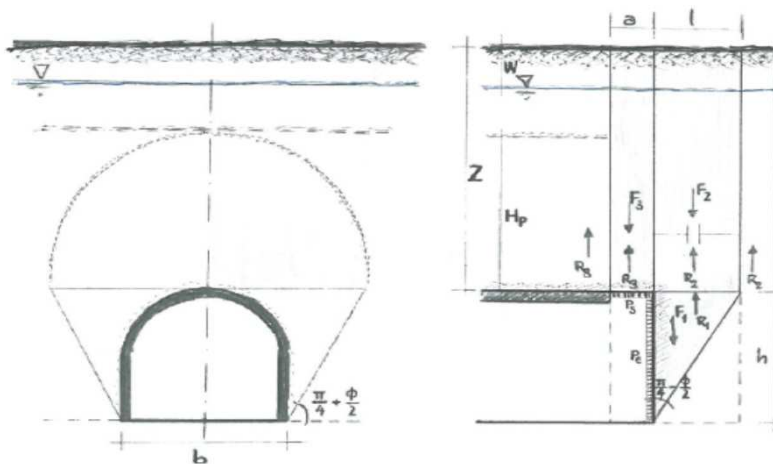
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	802
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2534

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9.56
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.64

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	5.5
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2536
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.64
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**





**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3a	155.35	26.0	0	0	7000	19	33
0	0	0.0					
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]
155.4	26.0	7000.0	19.0	33.0	4039.1	727.1	363.5
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

11.1

**Collapse**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	11.1
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	3.000
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.55

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	148	26	320	30
Coronella	2	26.0	361	33.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3a	10.7	26	320	30

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.7
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.2

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	424.1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424.1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	70.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.56
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	239.4
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	207.3
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	527.3

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	320.5
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	30.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	320.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	30.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	3900
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	803
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2535

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	9.57
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.82

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	5.5
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2534
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.82
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Tamez & Conejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	150.0	26.0	250	27.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	10.7	26.0	250	27.0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.67
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.6

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	250.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	27.0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_e$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_e$ [kPa]	250.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_e$ [°]	27.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	3900
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	u [kPa]	0
---------------------------	---------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

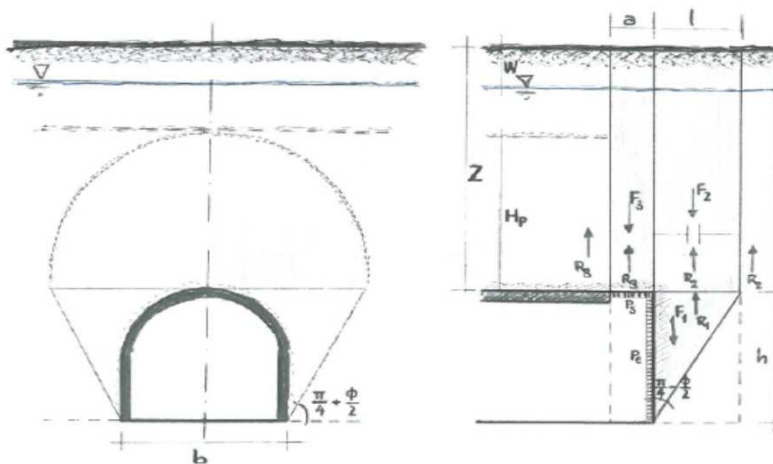
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	675
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2345

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.05
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.37

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.1
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	2752
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.37
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

**Prismatic volume gravitating over the crown system of forces**



**Broms & Bennermark (1967)**

$$N = \frac{\sigma_s + \gamma z_0 - \sigma_T}{s_u}$$

where  $\gamma$  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

$$s_u = \frac{\sigma_{cm}}{2}$$

$$\sigma_{cm} = (0.0034 \cdot m_i^{0.8}) \cdot \sigma_c \cdot [1.029 + 0.025 \cdot e^{(-0.01 \cdot m_i)}]^{GSI}$$

**Input data**

Layers	$z_0$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$\sigma_s$ [kPa]	$\sigma_T$ [kPa]	$\sigma_c$ [kPa]	$m_i$ [-]	GSI [-]
Ap-GR3b	155.35	26.0	0	0	5000	19	28
0	0	0.0					
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]
155.4	26.0	5000.0	19.0	28.0	4039.1	442.0	221.0
0.0	0.0						
0.0	0.0						
0.0	0.0						

Stability ratio

N

[-]

18.3

**Collapse**

**Panet (1990)**

$$N_s = \frac{\sigma_0}{C_U} = \frac{2 \cdot \sigma_0}{\sigma_{cm}}$$

$$\lambda_b = \frac{1}{K_p + 1} \left[ K_p - 1 + \frac{2}{N} \right]$$

Stability ratio	N	[-]	18.3
Passive earth pressure	$K_p$	[-]	2.663
Deconfinement	$\lambda_e$	[-]	0.48

**Short term face stability**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	148	26	250	27
Coronella	2	26.0	372	33.0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
Ap-GR3b	10.7	26	250	27

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	150.0
Depth of water table	W [m]	1000.0
Excavated height	h [m]	10.7
Tunnel's width	b [m]	12.7
Free span length	a [m]	1.0

Deep tunnel (Z>5D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	12.6
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	1.0
Depth coefficient	$k_A$ [-]	1.0
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	21.5
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6.6

**Injection modality**

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	150.0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1.0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	

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	$\sigma_t$ [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]	9.0
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]	424.1
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	424.1

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	55.0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0.44
Confining pressure	$P_e$ [kPa]	188.1
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	153.5
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	403.5

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	251.6
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	27.1

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	26.0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	250.0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	27.0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	3900
--------------------------------	-------------------	------

hydraulic press. at crown	$u$ [kPa]	0
---------------------------	-----------	---

**Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase**

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	679
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	2347

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8.09
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2.49

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4.1
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	2746
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2.49
Requested safety factor	$SF_R$	2.00

```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR1  
 C=50m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	1.35000
Modulo di Young [MPa] .....	5400.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.42000
Angolo attrito picco [°] .....	40.00000
Coesione residua [MPa] .....	.36000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	32.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

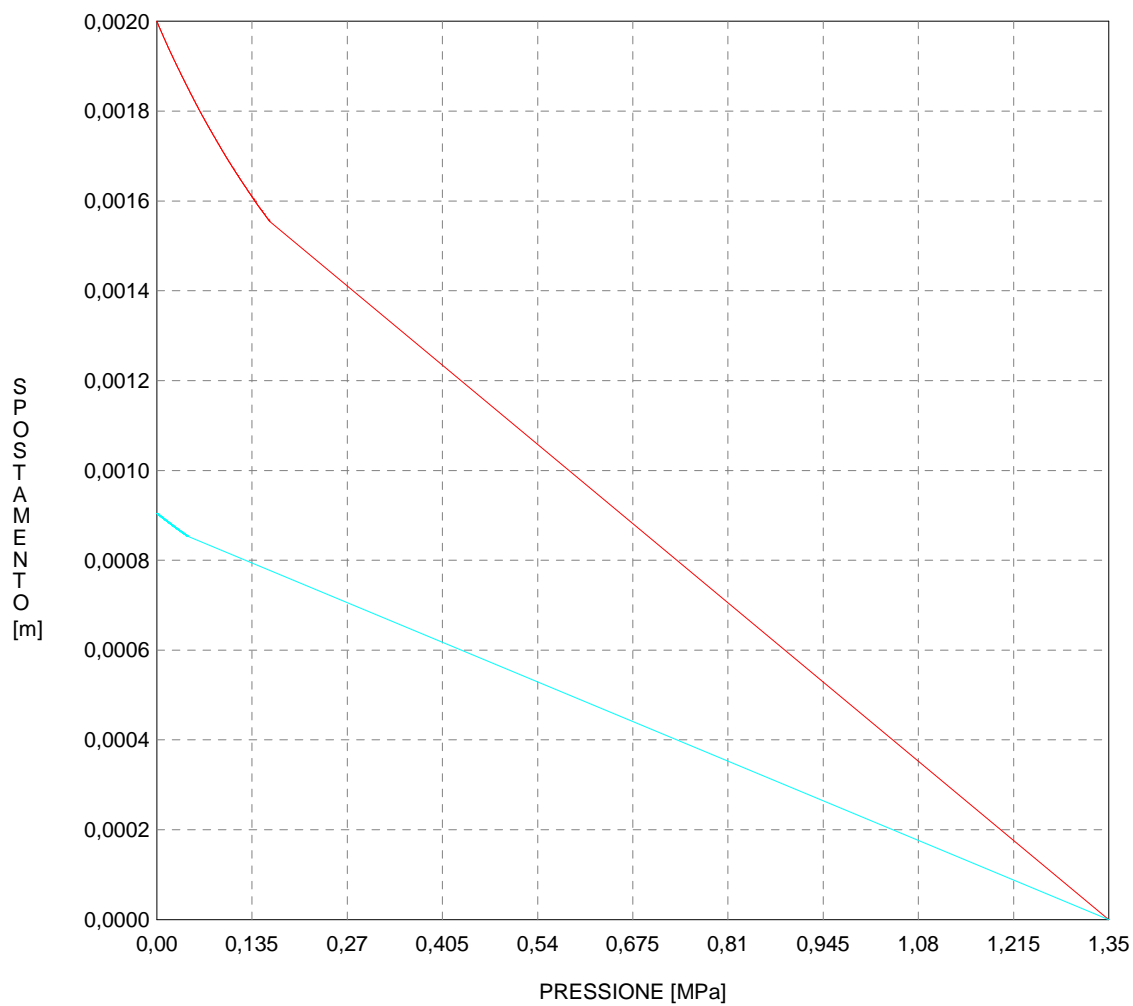
Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.001972
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	5.966127
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.000892
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.000629
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.000572
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.437756

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.001972
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	5.966127

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR1  
C=75m  
Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
Tensione originaria [MPa] ..... 2.02500  
Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... .52000  
Angolo attrito picco [°] ..... 40.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .45000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 32.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .003222  
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 6.311042  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .001414  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .000964  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .000934  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 5.591037

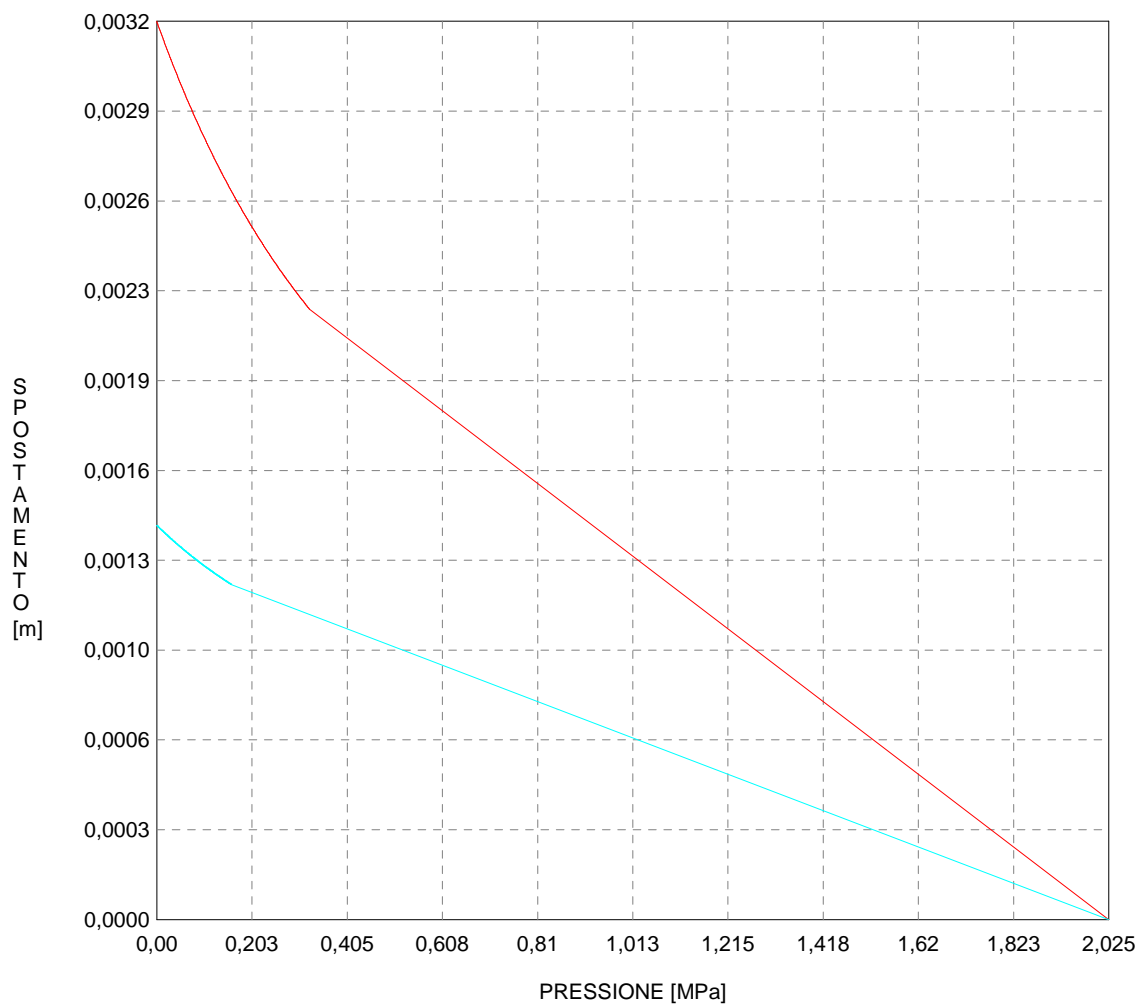
R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .003222  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 6.311042



CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR1  
 C=100m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 2.70000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .61000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 40.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .54000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 32.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

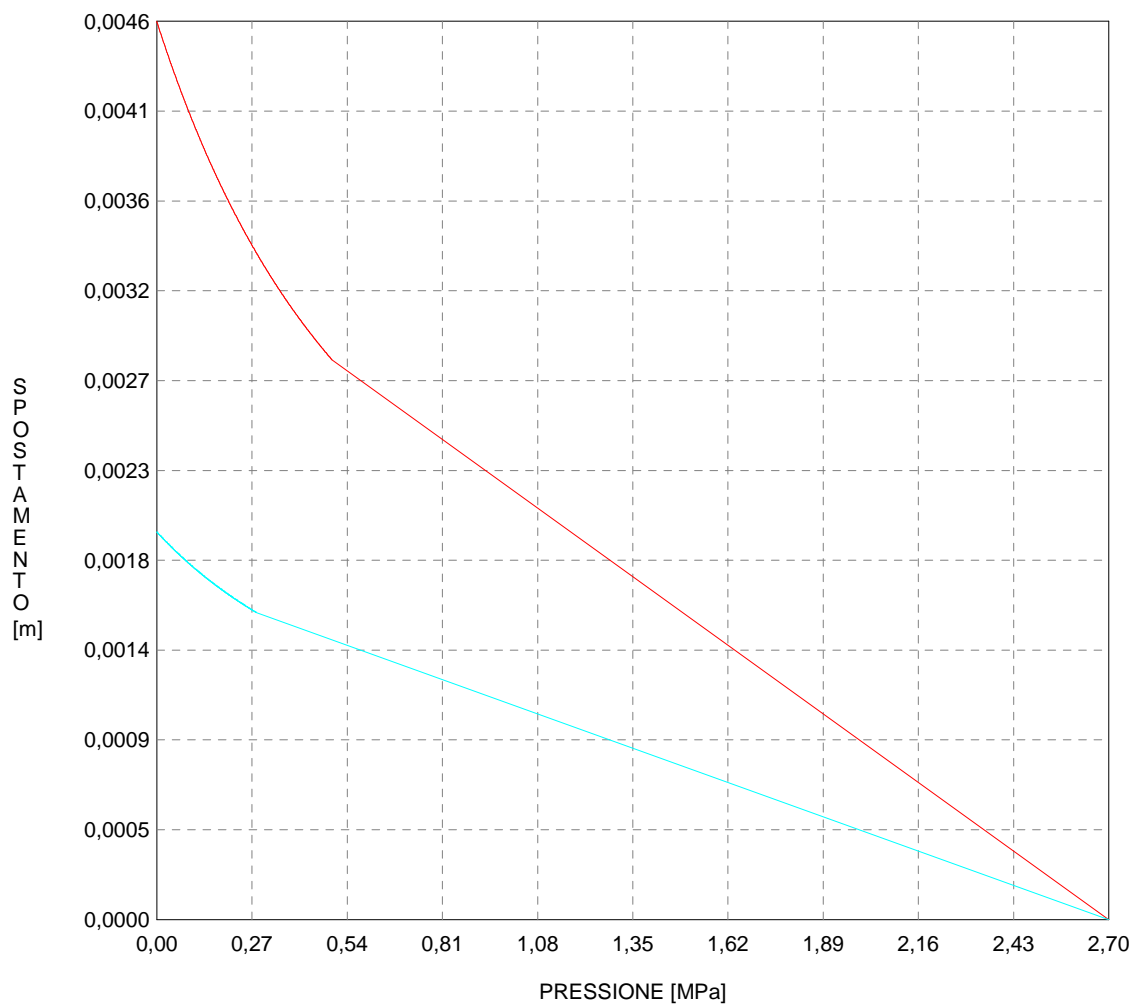
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .004553  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 6.544788  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .001965  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .001291  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .001320  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 5.694878

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .004553  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 6.544788

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR1  
 C=200m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 5.40000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .91000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 39.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .82000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 31.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

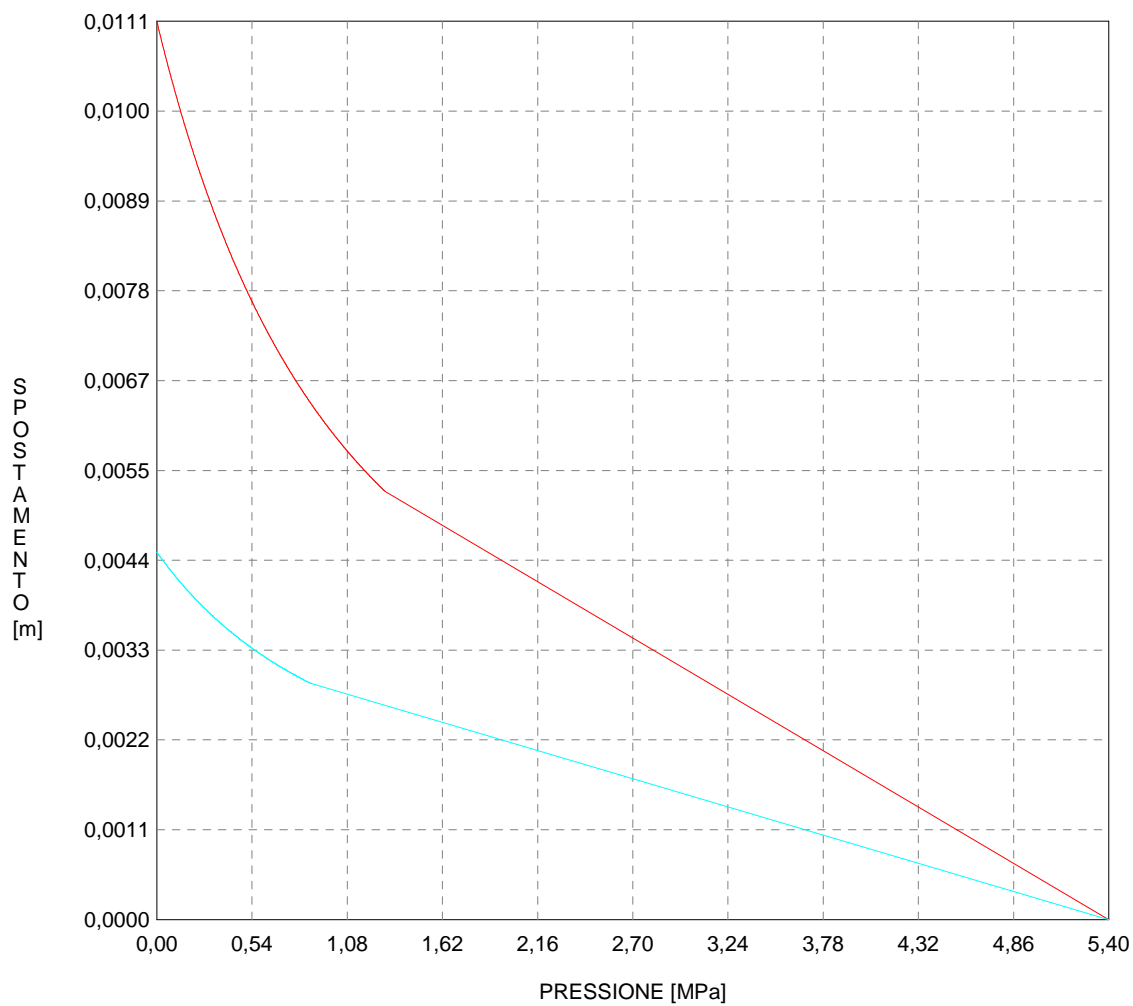
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .011092  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 7.324002  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .004539  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .002612  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .003217  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 6.011841

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .011092  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 7.324002

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR1  
 C=400m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 10.80000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... 1.45000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... 1.30000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

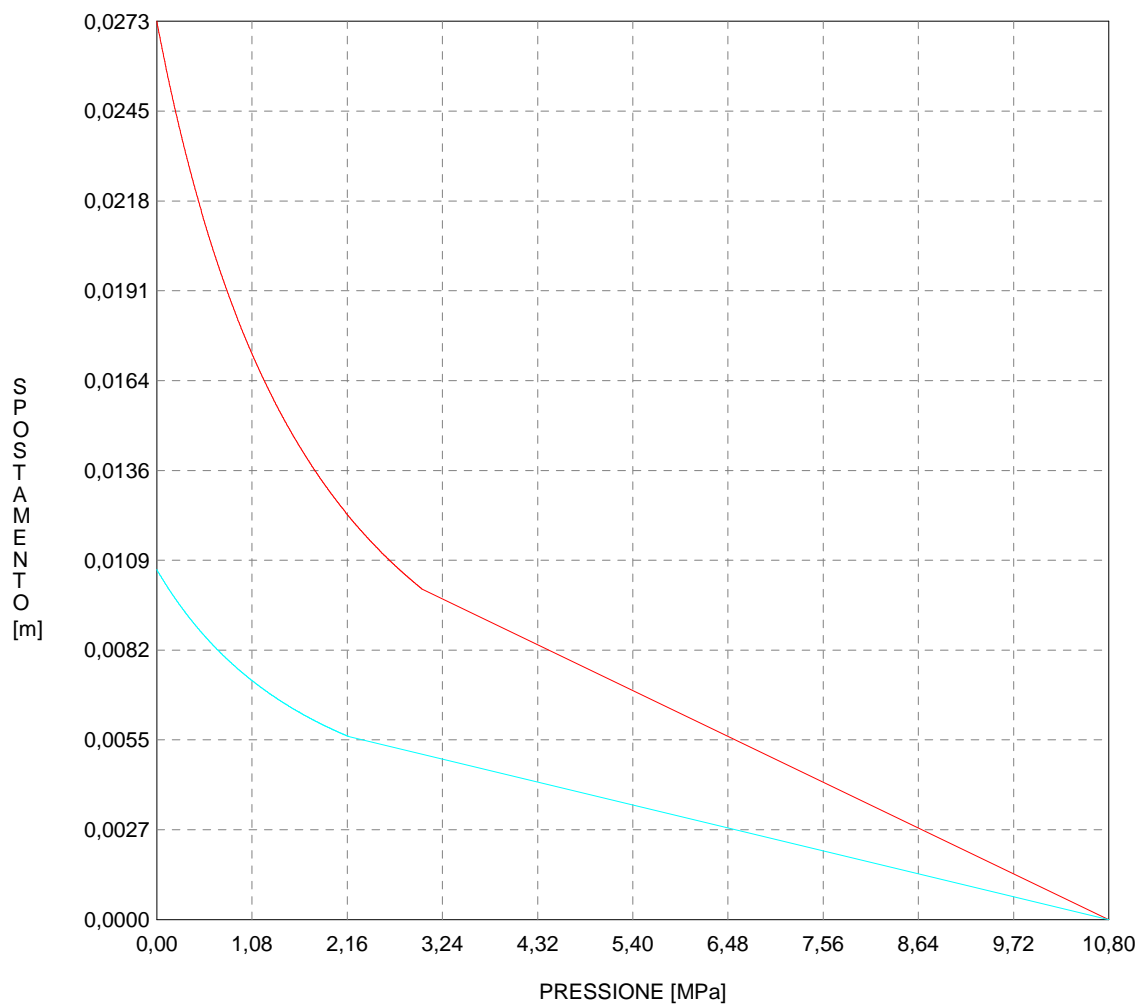
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .027256  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 8.176940  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .010621  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .005049  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .007904  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 6.336790

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .027256  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 8.176940

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR1\_150m  
 DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 4.05000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .77000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 40.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .69000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 32.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .007497  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 6.902224  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .003156  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .001943  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .002174  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 5.846784

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .007497  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 6.902224



Diametro della galleria: 10,7 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 5400 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 4,05 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

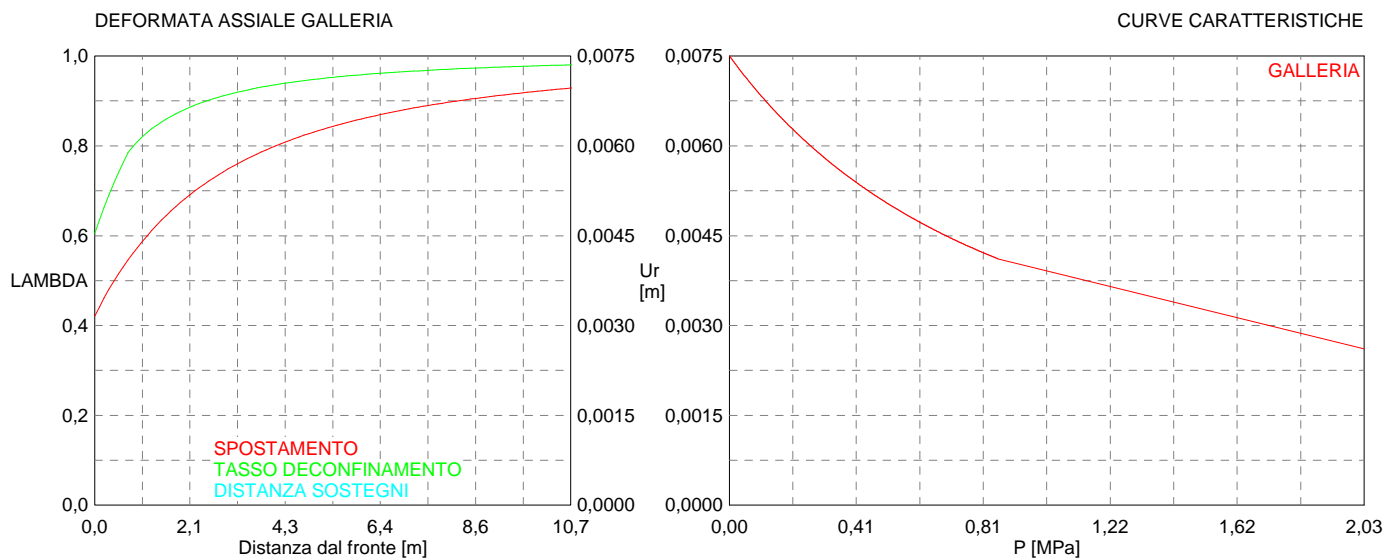
PHI picco: 40 °

C picco: 0,77 MPa

PHI residuo: 32 °

C residua: 0,69 MPa

PSI: 0 °



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR1\_300m  
DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	8.10000
Modulo di Young [MPa] .....	5400.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	1.17500
Angolo attrito picco [°] .....	39.00000
Coesione residua [MPa] .....	1.06000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	31.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.018445
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	7.728720
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.007376
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.003815
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.005349
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.172911

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.018445
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	7.728720

Diametro della galleria: 10,7 m  
 Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot  
 Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

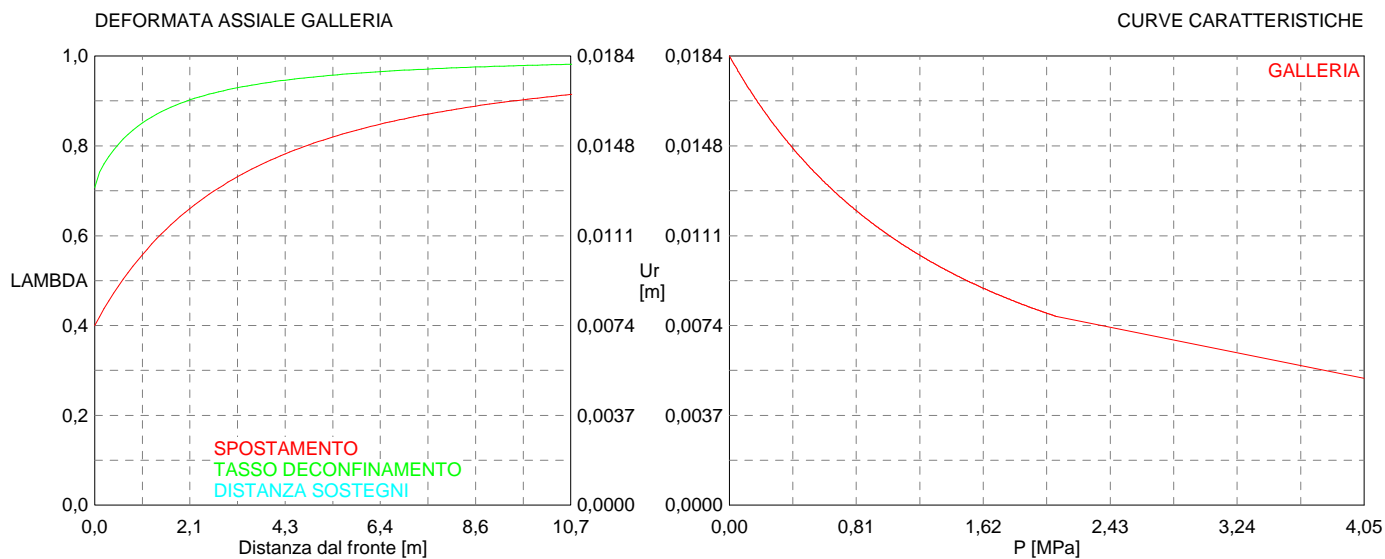
**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 5400 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 8,1 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 39 °  
 C picco: 1,175 MPa  
 PHI residuo: 31 °  
 C residua: 1,06 MPa  
 PSI: 0 °



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR1\_500m  
DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
Tensione originaria [MPa] ..... 13.50000  
Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... 1.55000  
Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
Coesione residua [MPa] ..... 1.40000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .038356  
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 8.686177  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .014590  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .005625  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .011123  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 6.529064

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .038356  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 8.686177

Diametro della galleria: 10,7 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

#### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 5400 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 13,5 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

#### RESISTENZA

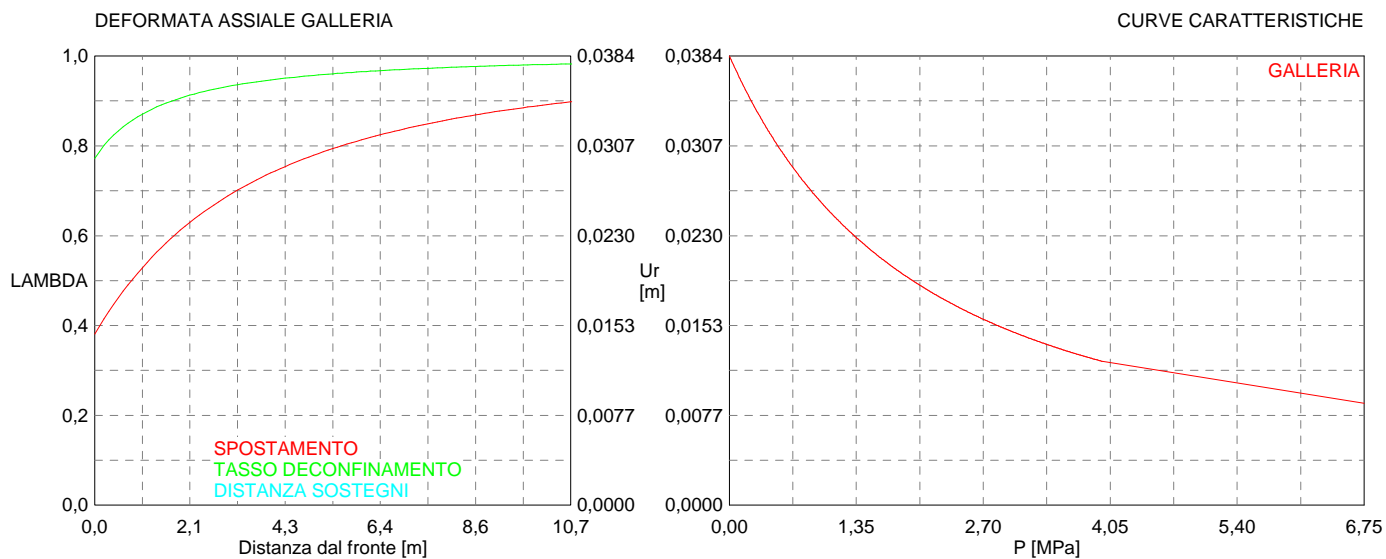
PHI picco: 38 °

C picco: 1,55 MPa

PHI residuo: 30 °

C residua: 1,4 MPa

PSI: 0 °



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
C=50m  
Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	1.35000
Modulo di Young [MPa] .....	1750.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.23000
Angolo attrito picco [°] .....	38.00000
Coesione residua [MPa] .....	.20000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	30.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

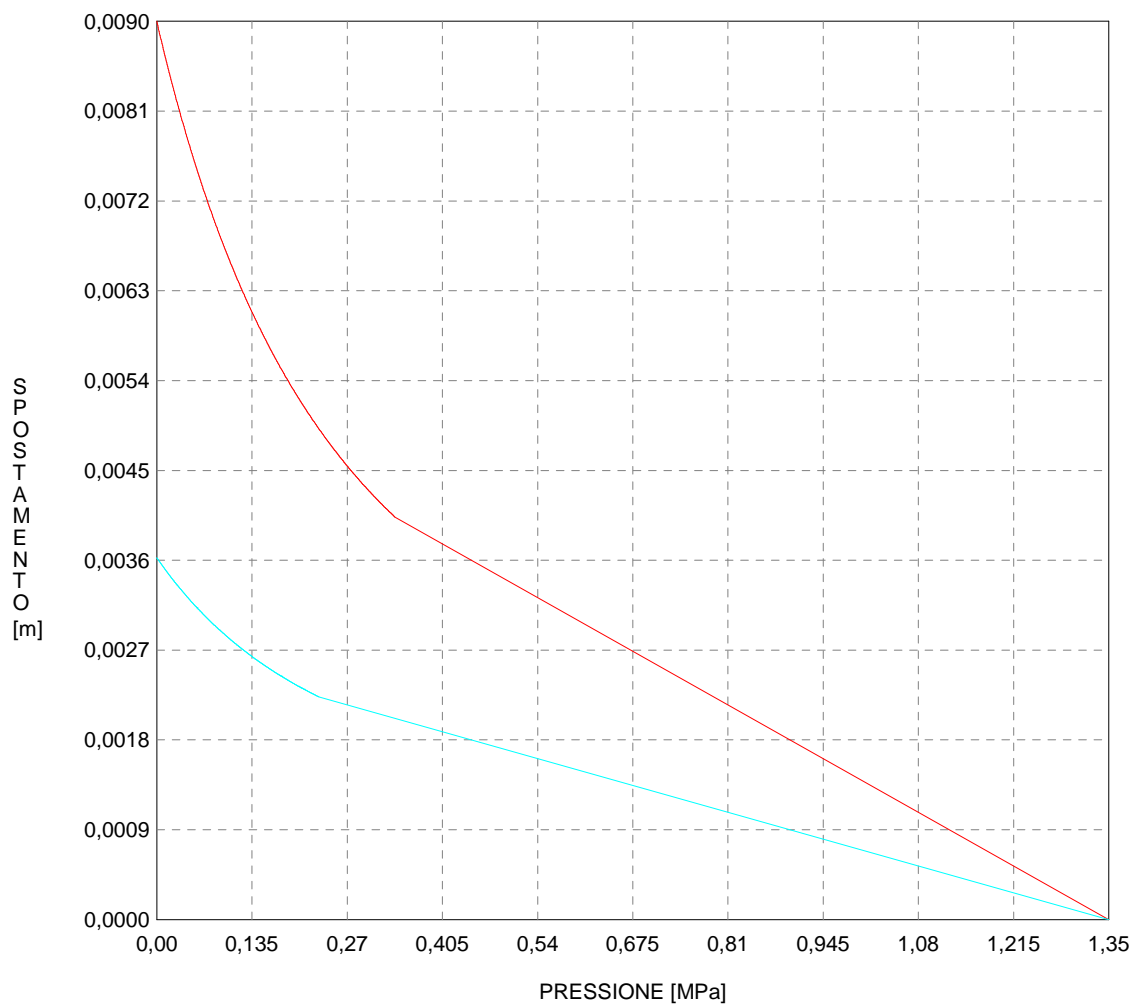
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.008977
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	7.517862
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.003616
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.002096
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.002603
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.076297

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.008977
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	7.517862

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
C=75m  
Diagnosi

- TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 2.02500  
Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000

RESISTENZA ROCCIA

Coesione picco [MPa] ..... .30000  
Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .25000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

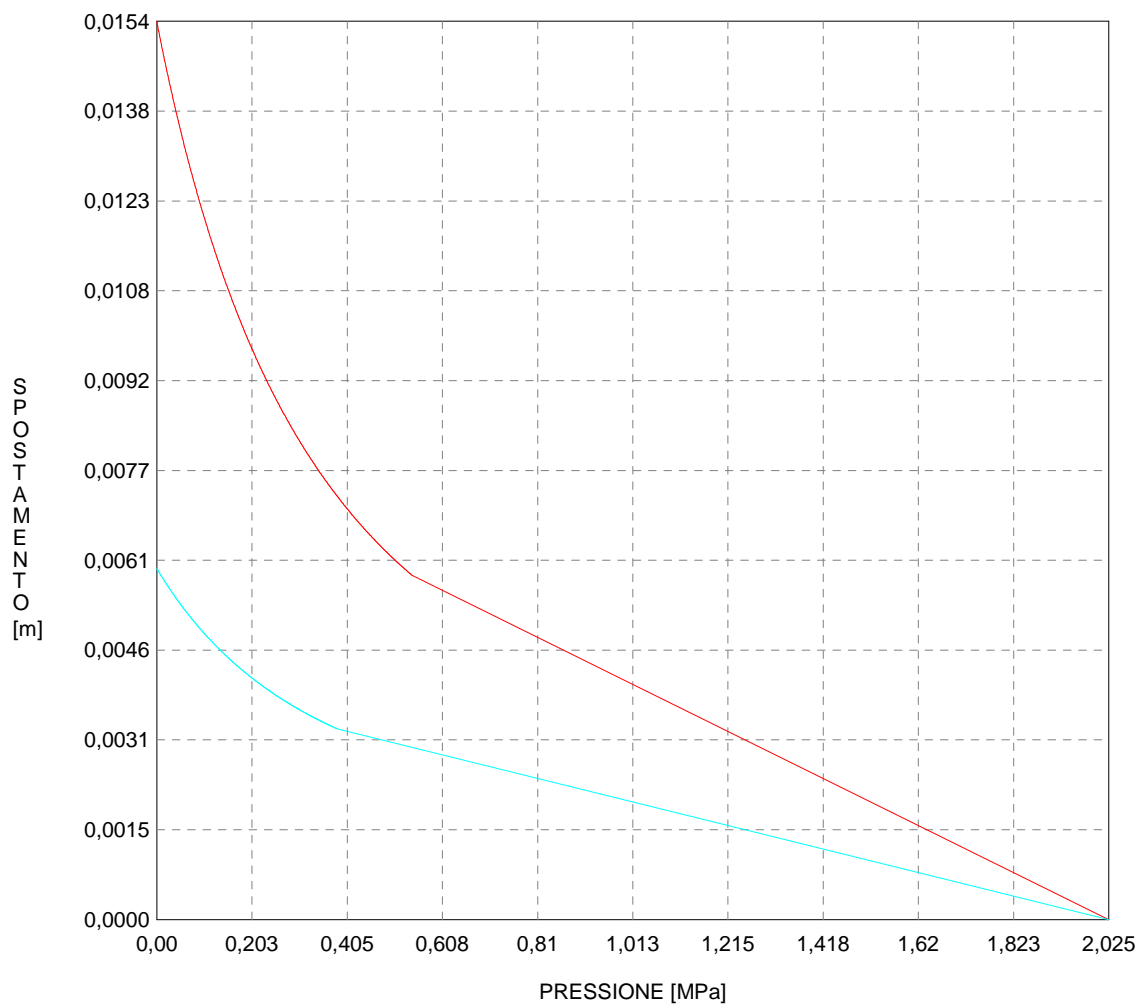
Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .015360  
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 8.027538  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .006005  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .003173  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .004454  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 6.270704

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .015360  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 8.027538



GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
#####         ##   ##   ##   ##
#####         #####
#####

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
C=100m  
Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
Tensione originaria [MPa] ..... 2.70000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... .35000  
Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .32000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000

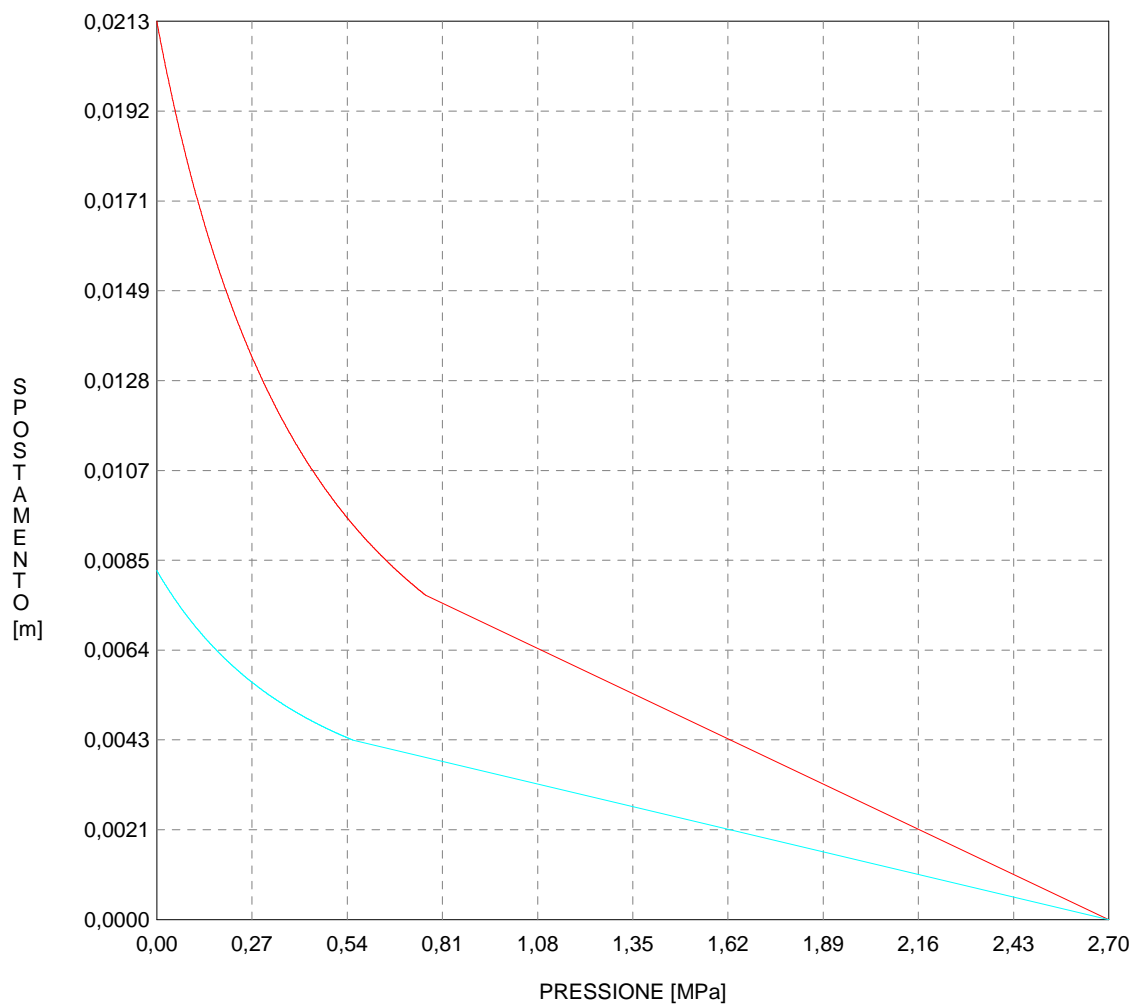
R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .021315  
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 8.244302  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .008286  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .003775  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .006181  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 6.364608

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .021315  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 8.244302

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####
#####   ##   ##   ##   ##
#####   #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
 C=200m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 5.40000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .55000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 36.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .47500  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 29.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .057927  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 9.723316  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .021075  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .005764  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .016799  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 6.891178

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .057927  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 9.723316

```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
 C=400m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 10.80000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .85000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 30.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .75000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 27.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

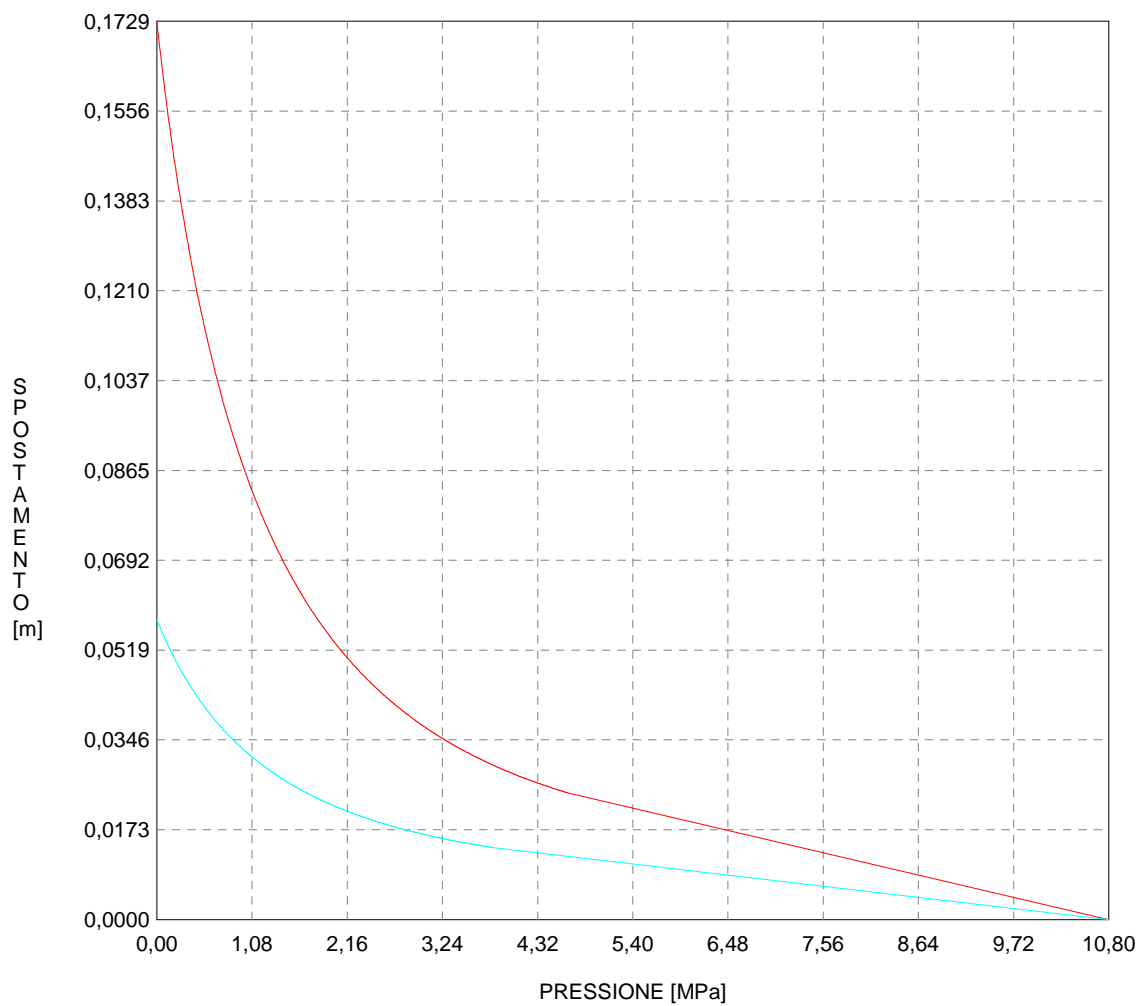
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .172905  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 12.623345  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .057789  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .017204  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .050142  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 7.845743

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .172905  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 12.623345

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR2a\_150m  
DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
Tensione originaria [MPa] ..... 4.05000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... .45000  
Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .40000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .036900  
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 8.847562  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .013924  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .005084  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .010701  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 6.586997

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .036900  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 8.847562

Diametro della galleria: 10,7 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 4,05 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

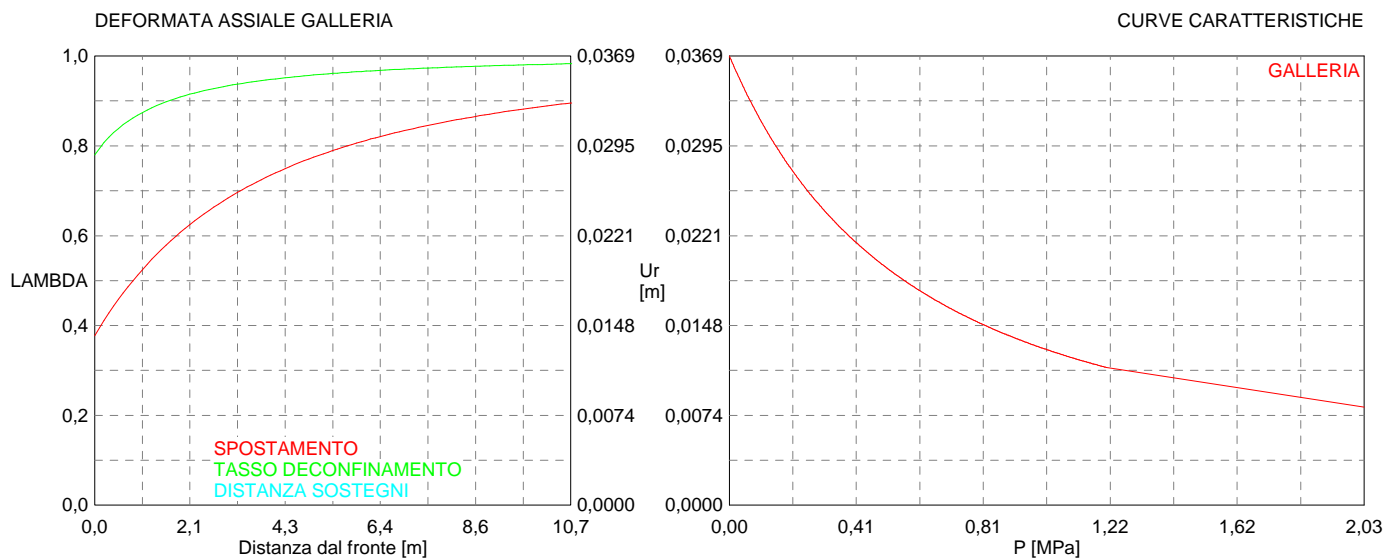
PHI picco: 38 °

C picco: 0,45 MPa

PHI residuo: 30 °

C residua: 0,4 MPa

PSI: 0 °





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR2a\_300m  
 DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 8.10000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .72500  
 Angolo attrito picco [°] ..... 33.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .62500  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 29.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .100321  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 10.770695  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .035585  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .009982  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .029093  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 7.262839

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .100321  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 10.770695

Diametro della galleria: 10,7 m  
 Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot  
 Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

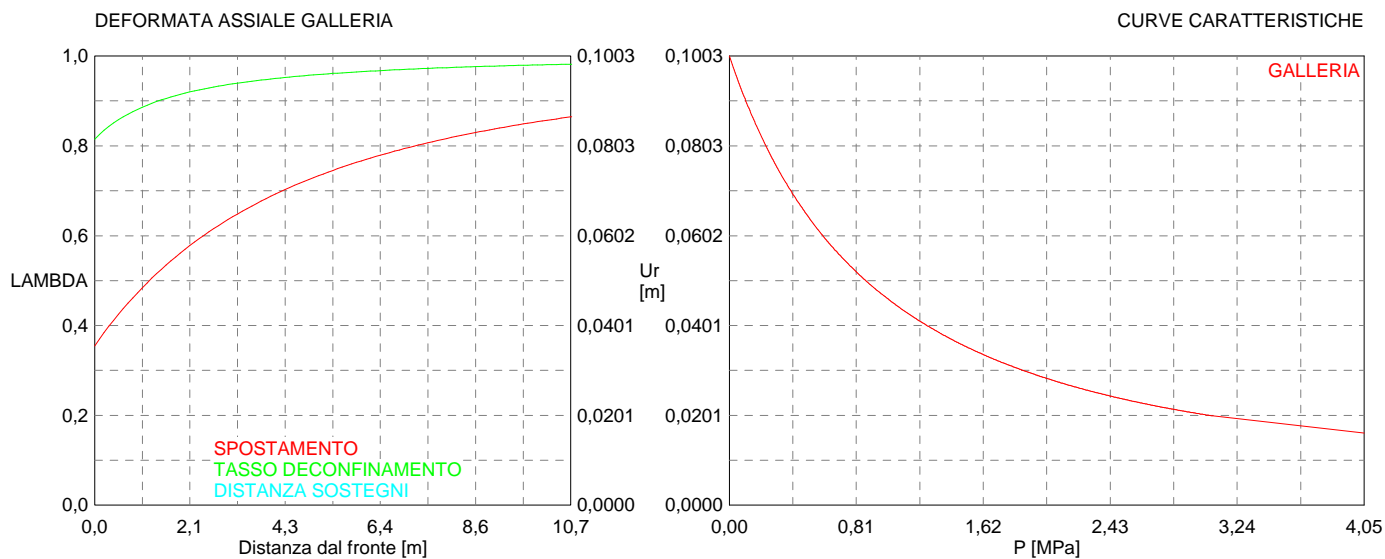
**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 8,1 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 33 °  
 C picco: 0,725 MPa  
 PHI residuo: 29 °  
 C residua: 0,625 MPa  
 PSI: 0 °



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR2a\_500m  
DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 13.50000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000

RESISTENZA ROCCIA

Coesione picco [MPa] ..... 1.00000  
Angolo attrito picco [°] ..... 29.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .85000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 27.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .240313  
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 13.472093  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .078681  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .023911  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .069691  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 8.108918

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .240313  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 13.472093

Diametro della galleria: 10,7 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 13,5 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

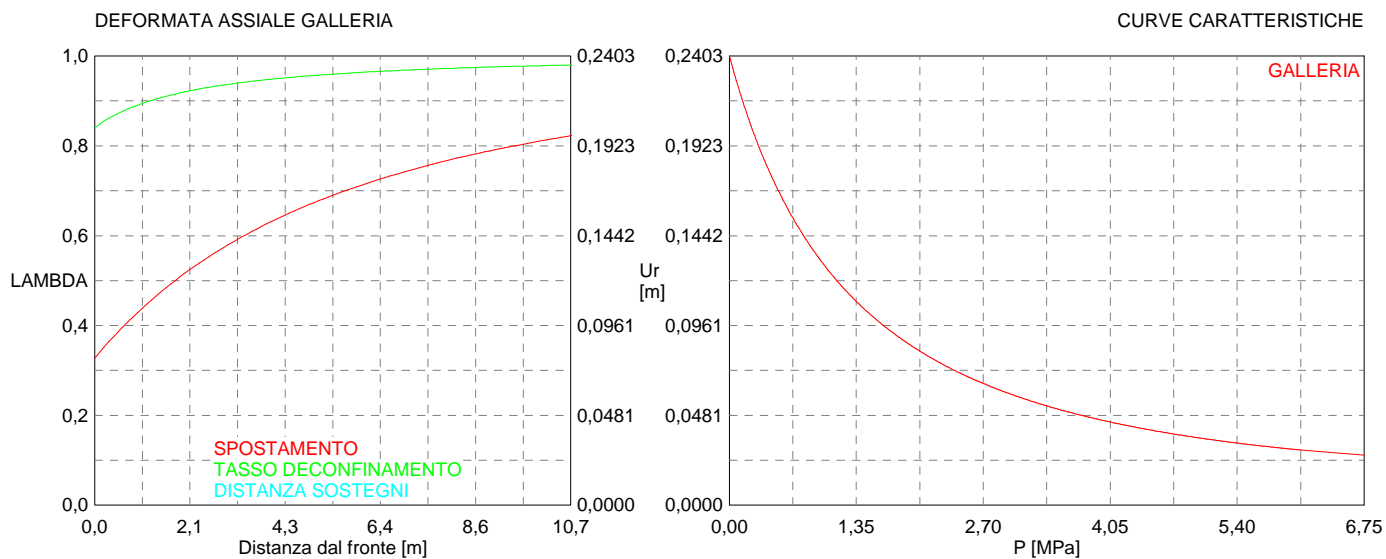
PHI picco: 29 °

C picco: 1 MPa

PHI residuo: 27 °

C residua: 0,85 MPa

PSI: 0 °



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR2b  
C=50m  
Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
Tensione originaria [MPa] ..... 1.35000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1250.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... .19000  
Angolo attrito picco [°] ..... 33.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .15000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 26.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

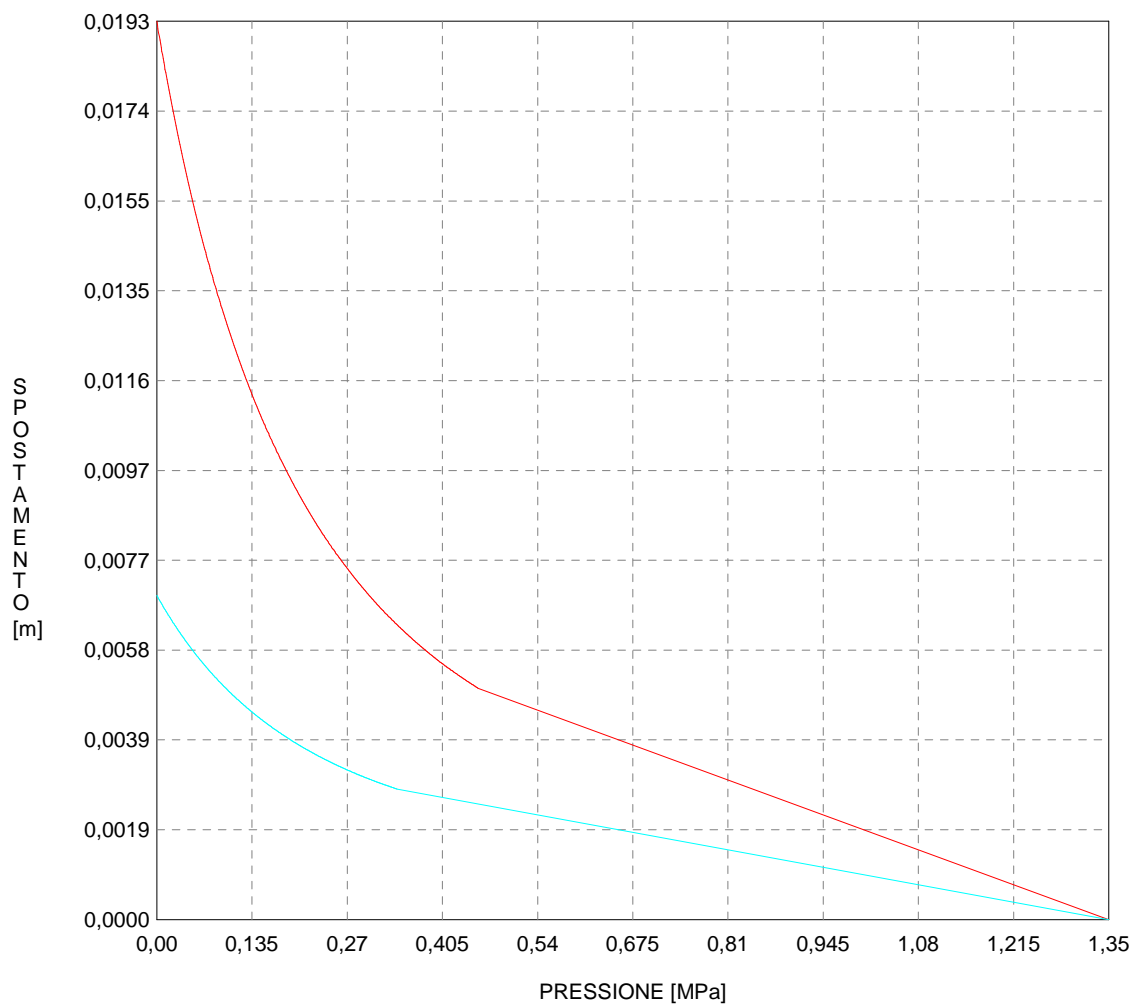
Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .019314  
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 9.574479  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .006973  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .003305  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .005601  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 6.792406

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .019314  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 9.574479

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR2b  
 C=75m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 2.02500  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1250.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .25000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 33.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .20000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 26.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

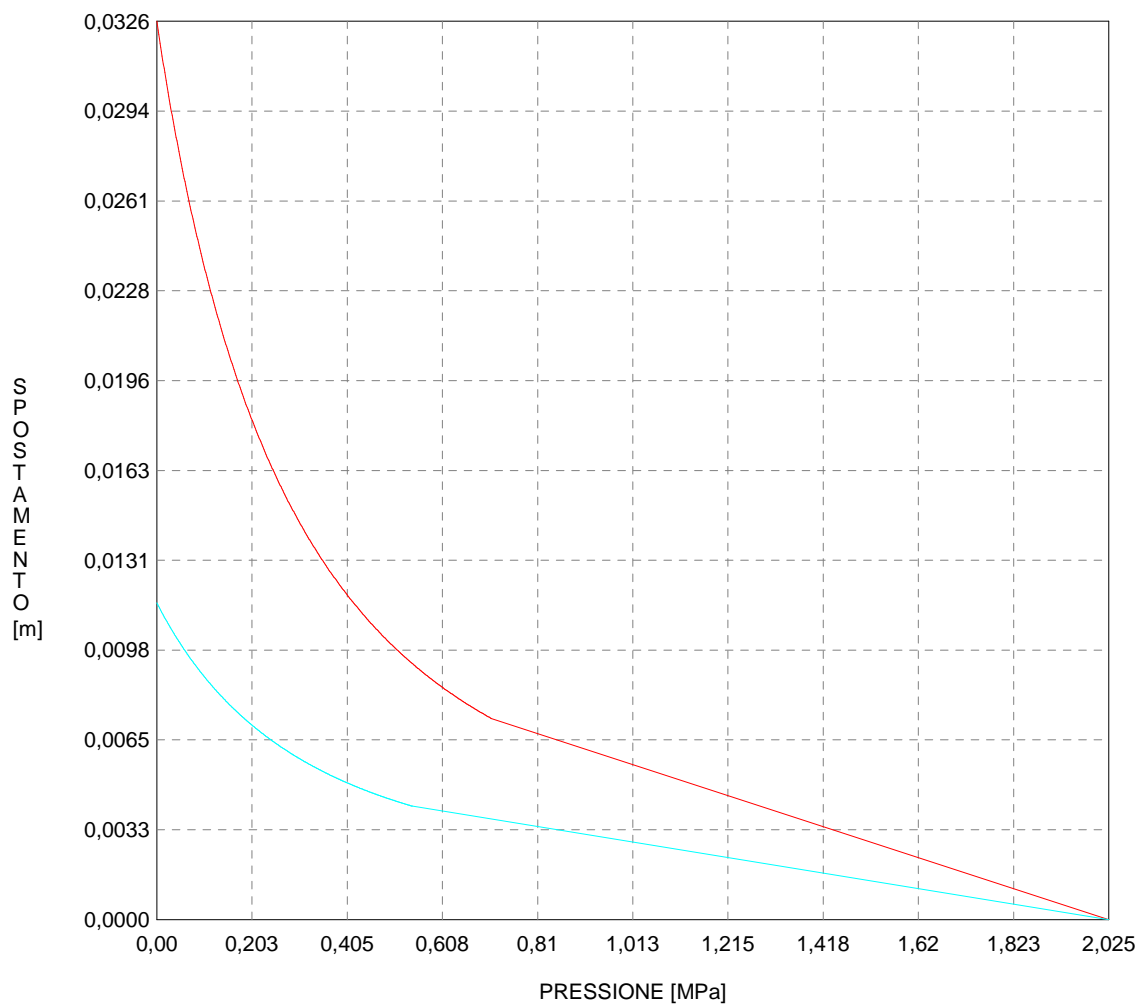
Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .032642  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 10.197794  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .011514  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .004480  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .009466  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 7.011129

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .032642  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 10.197794

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE

GALLERIA  
FRONTE SFERICO





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR2b  
 C=100m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 2.70000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1250.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .30000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 33.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .25000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 26.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

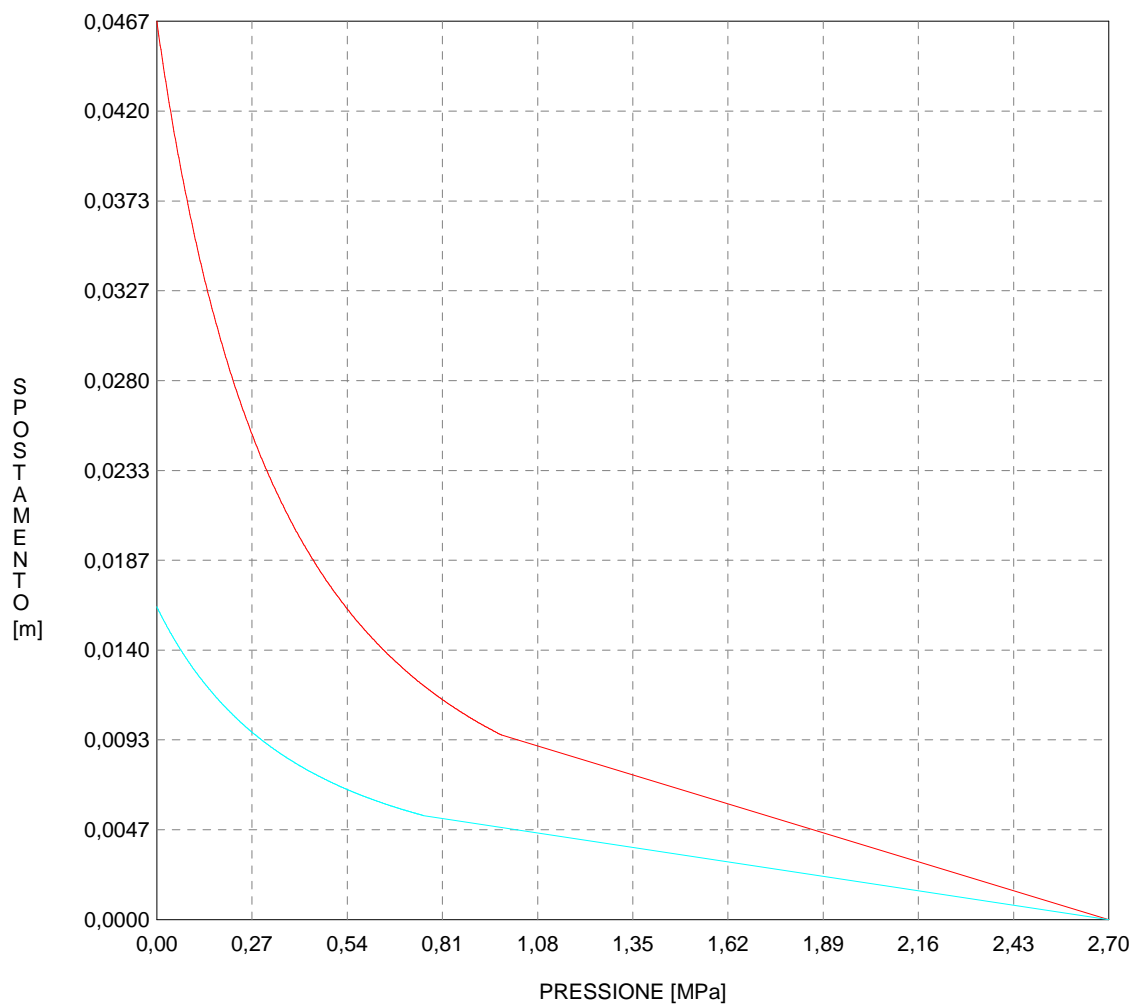
Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .046651  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 10.599935  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .016249  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .004973  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .013529  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 7.152832

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .046651  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 10.599935

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR2b  
C=200m  
Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	5.40000
Modulo di Young [MPa] .....	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.46500
Angolo attrito picco [°] .....	31.00000
Coesione residua [MPa] .....	.39500
Angolo attrito residuo [MPa] .....	25.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

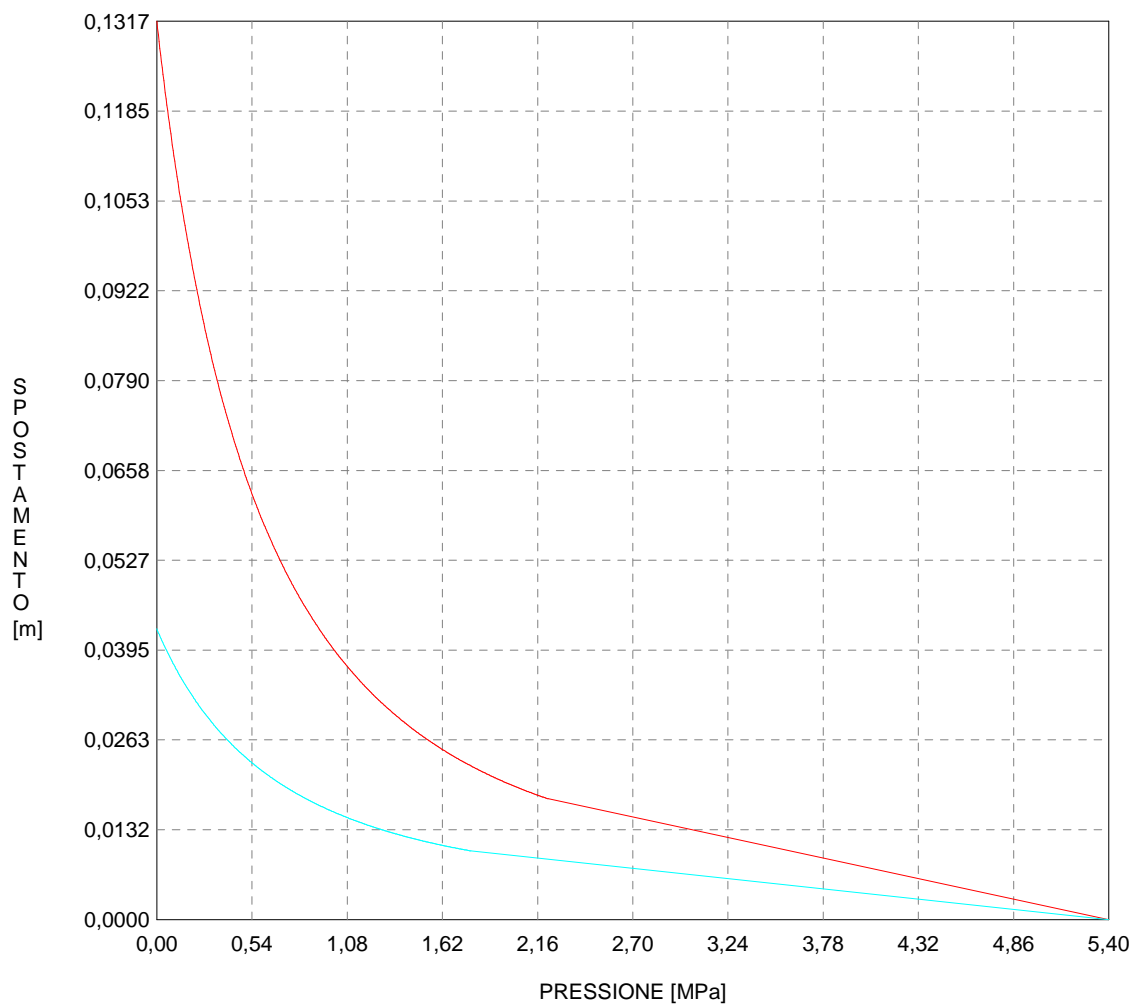
R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.131659
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	12.885206
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.042645
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.013100
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.038181
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	7.876392

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.131659
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	12.885206

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR2b  
 C=400m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 10.80000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1250.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .70000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 27.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .60000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 24.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

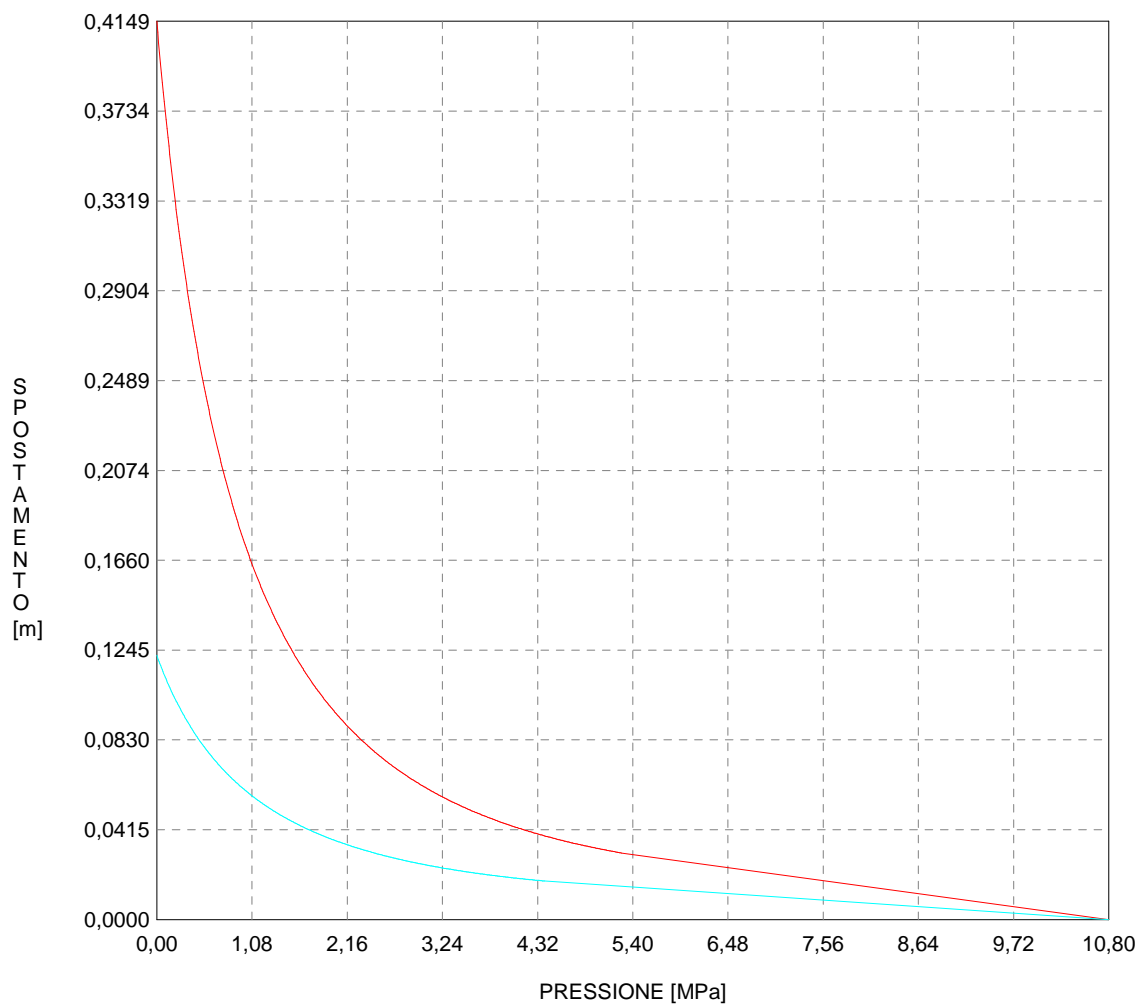
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .414876  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 17.082382  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .122084  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .041280  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .120314  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 9.079037

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .414876  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 17.082382

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR2b\_150m  
DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	4.05000
Modulo di Young [MPa] .....	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.39000
Angolo attrito picco [°] .....	33.00000
Coesione residua [MPa] .....	.34000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	26.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.077719
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	11.217104
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.026540
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.007733
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.022538
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	7.362218

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.077719
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	11.217104

Diametro della galleria: 10,7 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 4,05 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

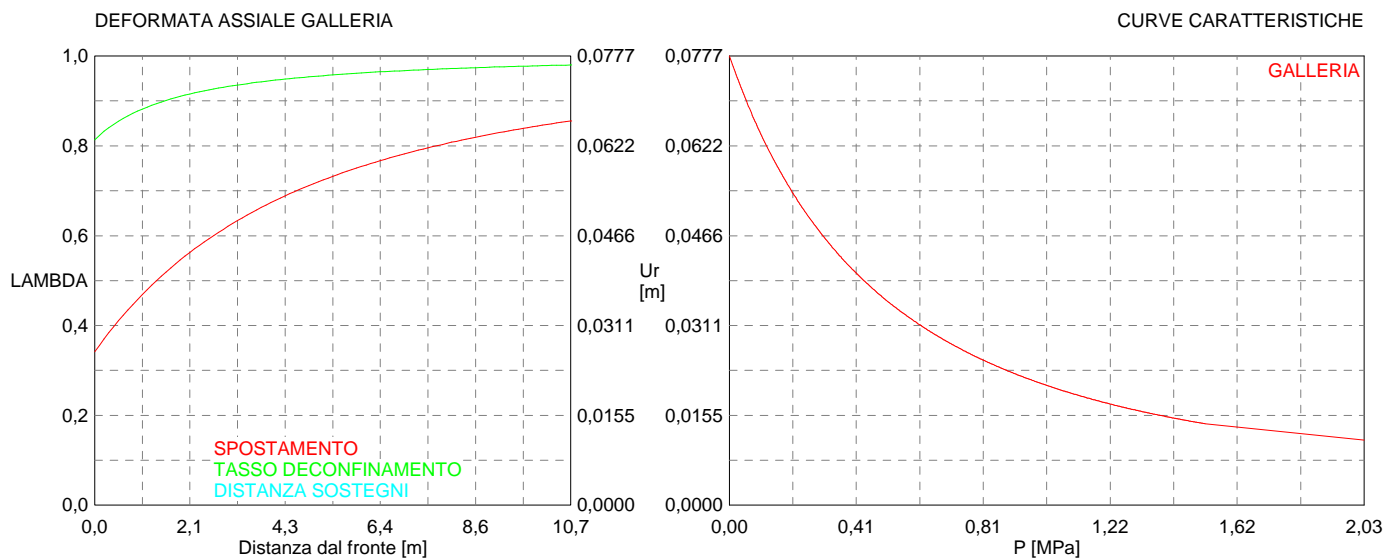
PHI picco: 33 °

C picco: 0,39 MPa

PHI residuo: 26 °

C residua: 0,34 MPa

PSI: 0 °





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR2b\_300m  
DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	8.10000
Modulo di Young [MPa] .....	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.59000
Angolo attrito picco [°] .....	29.00000
Coesione residua [MPa] .....	.50000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	25.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.244819
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	14.743818
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.076089
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.024359
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.070998
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	8.439199

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.244819
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	14.743818

Diametro della galleria: 10,7 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 8,1 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

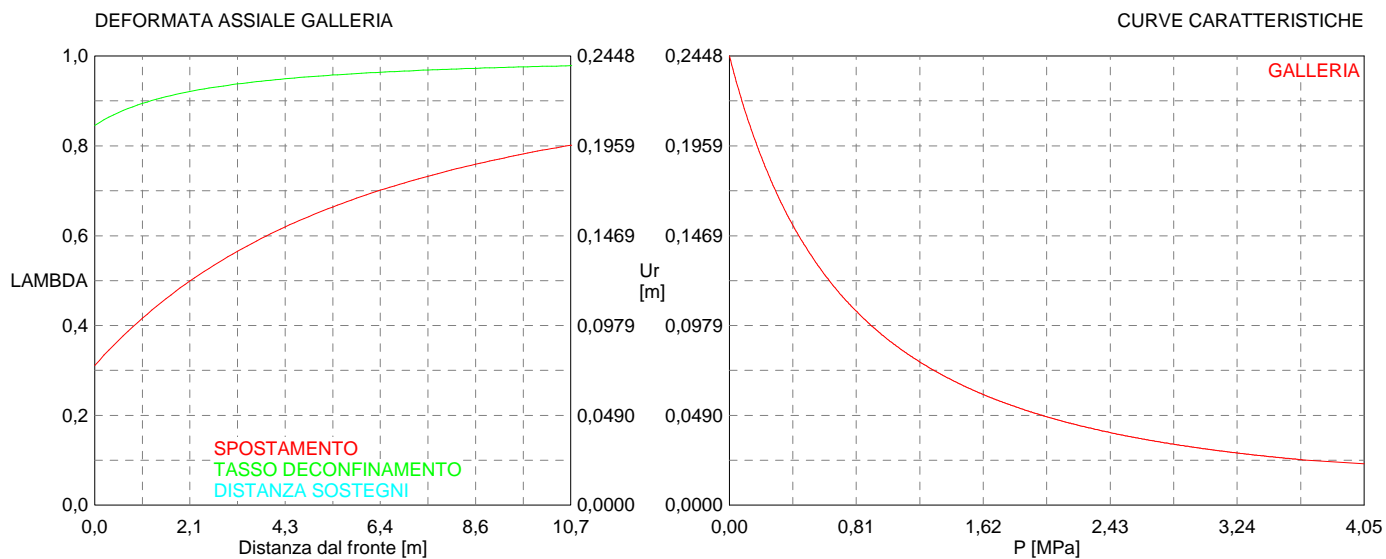
PHI picco: 29 °

C picco: 0,59 MPa

PHI residuo: 25 °

C residua: 0,5 MPa

PSI: 0 °



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR2b\_500m  
DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
Tensione originaria [MPa] ..... 13.50000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1250.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... .80000  
Angolo attrito picco [°] ..... 25.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .70000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 22.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .725449  
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 20.777495  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .196124  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .072182  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .210380  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 9.980074

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .725449  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 20.777495

Diametro della galleria: 10,7 m  
 Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot  
 Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

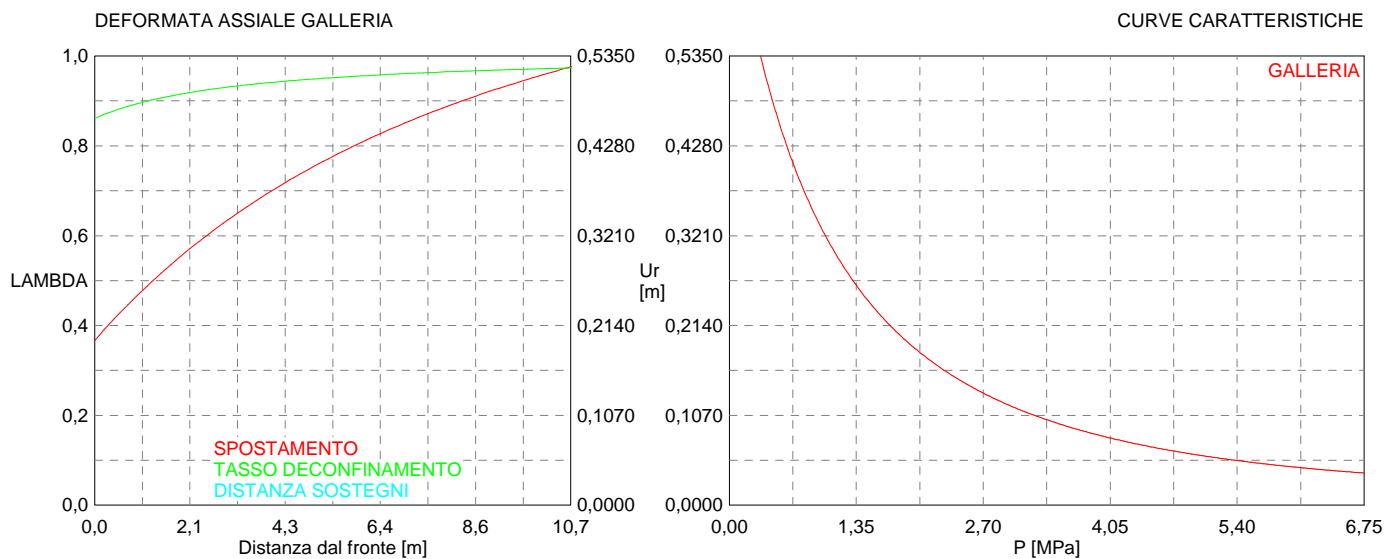
**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 13,5 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 25 °  
 C picco: 0,8 MPa  
 PHI residuo: 22 °  
 C residua: 0,7 MPa  
 PSI: 0 °



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR3a  
 C=50m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 1.30000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1100.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .15000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 30.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .13000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 24.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

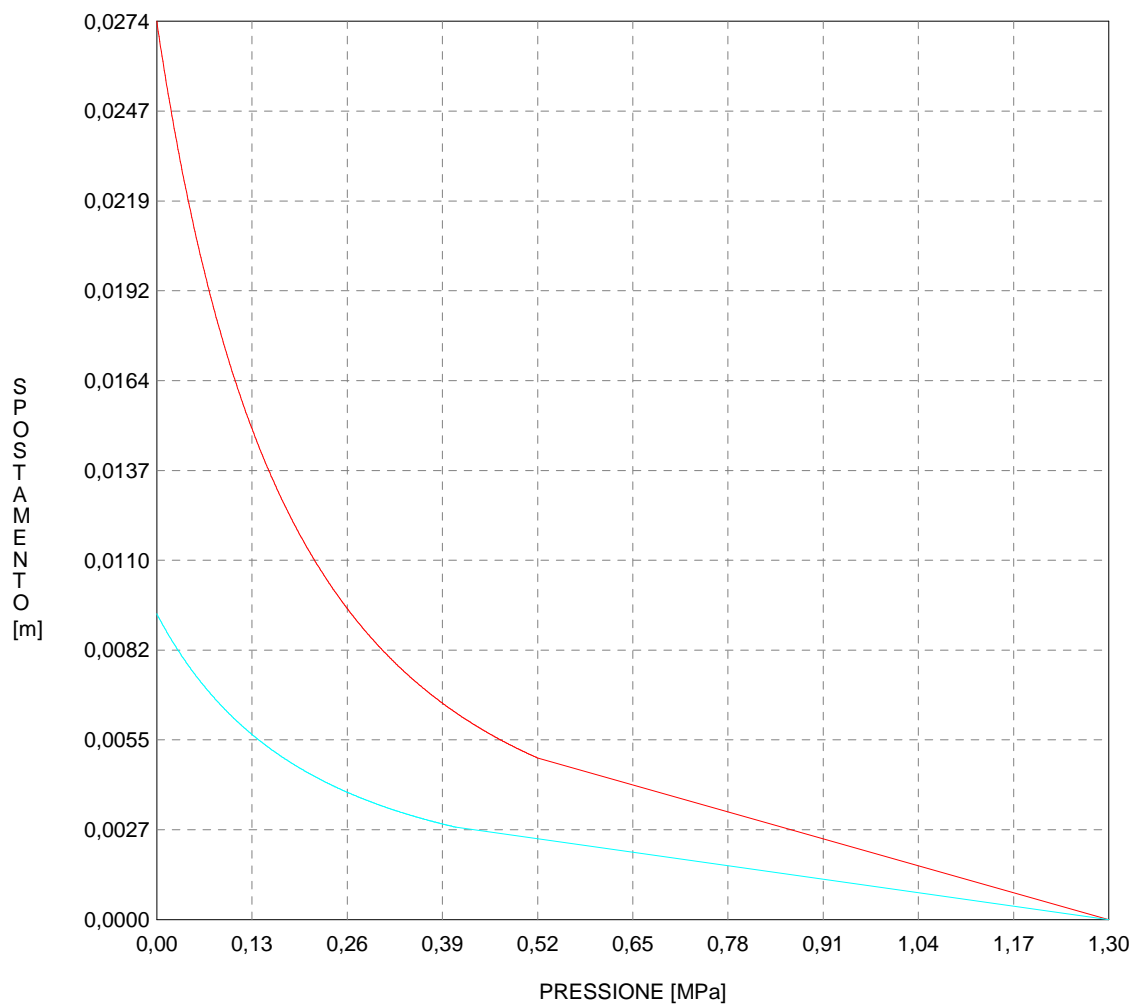
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .027405  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 11.280696  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .009330  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .002727  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .007947  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 7.361650

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .027405  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 11.280696

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR3a  
 C=75m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 1.95000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1100.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .20000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 30.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .17000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 24.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

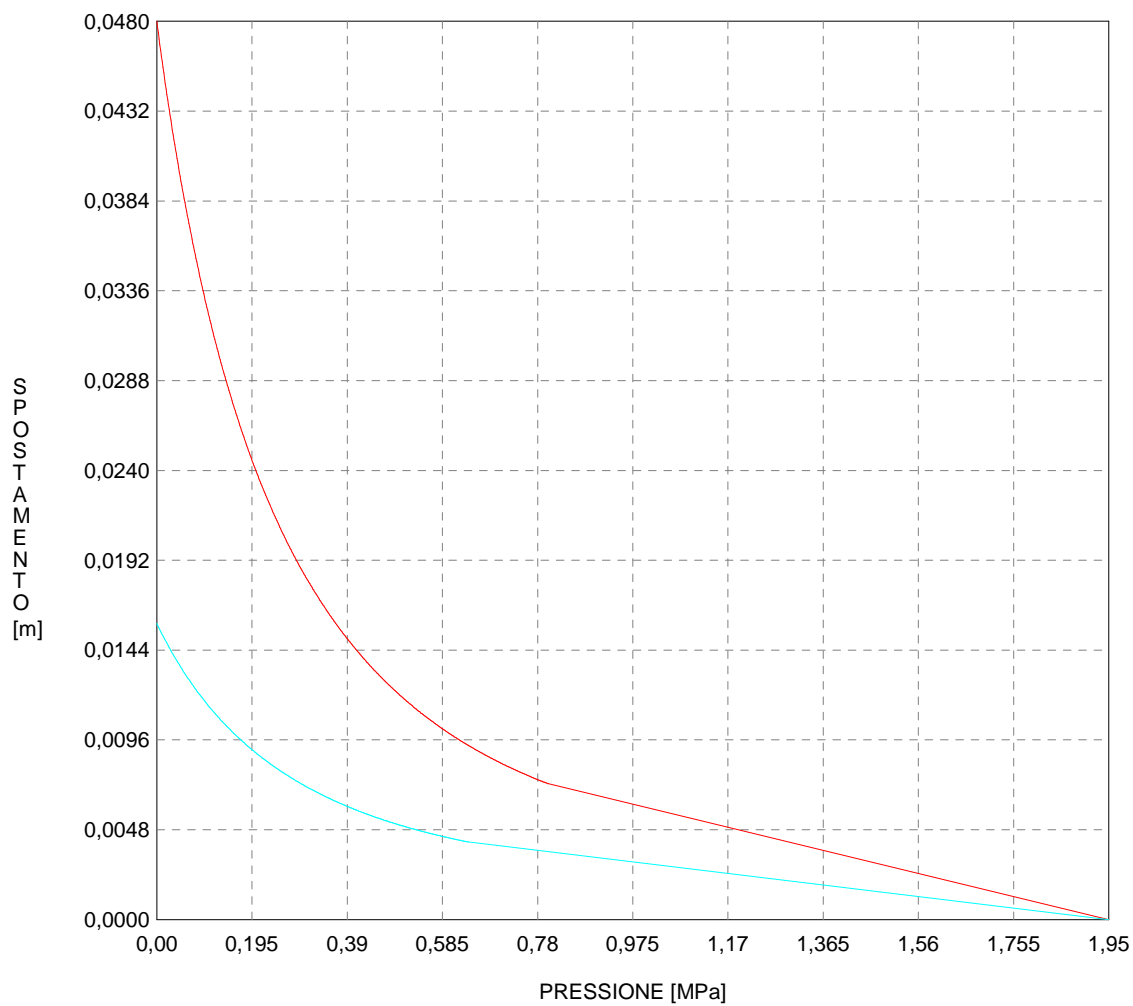
Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .048001  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 12.209320  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .015831  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .004776  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .013920  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 7.654175

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .048001  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 12.209320

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE

GALLERIA  
FRONTE SFERICO





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR3a  
 C=100m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	2.60000
Modulo di Young [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.24000
Angolo attrito picco [°] .....	30.00000
Coesione residua [MPa] .....	.21000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	24.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

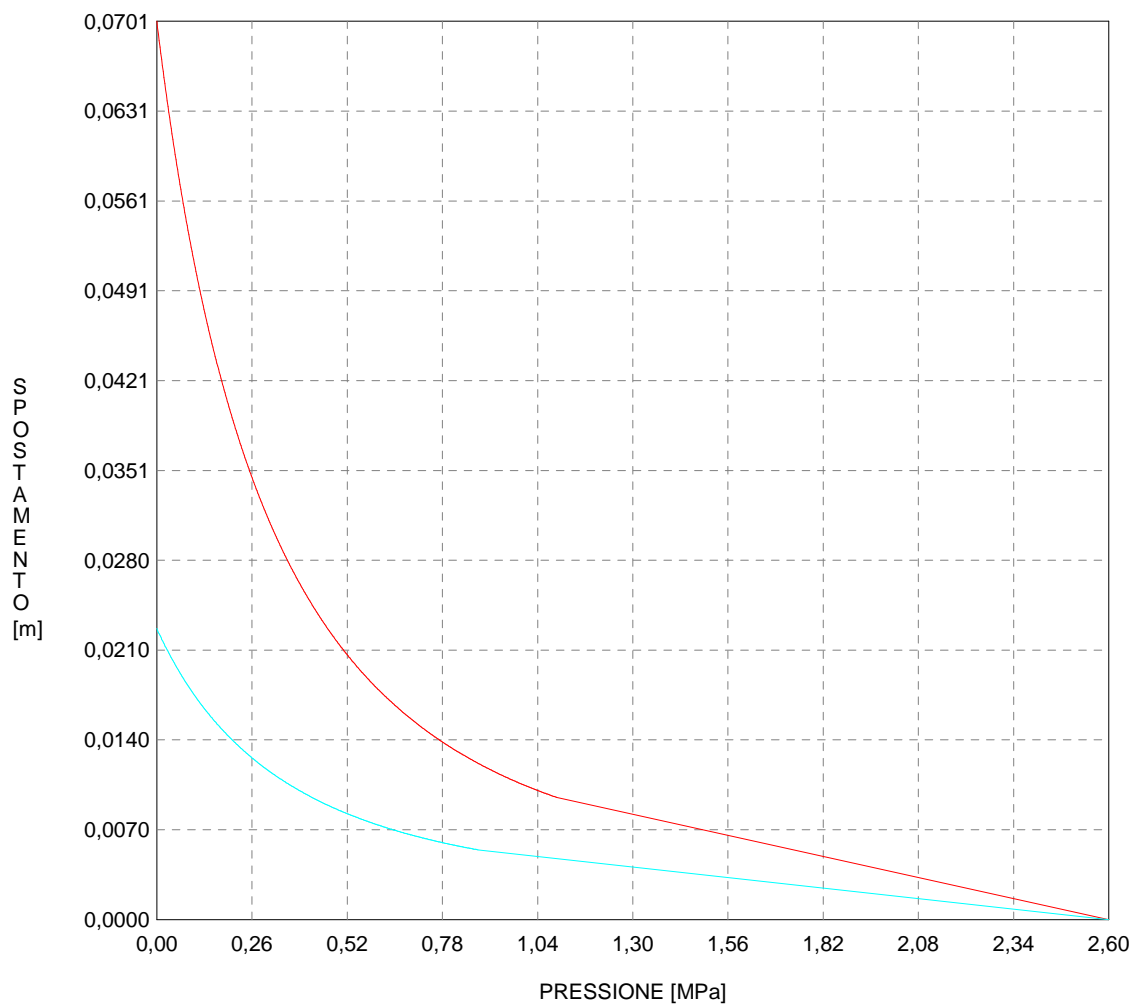
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.070101
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	12.823009
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.022710
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.006975
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.020329
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	7.846966

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.070101
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	12.823009

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR3a  
C=200m  
Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	5.20000
Modulo di Young [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.38000
Angolo attrito picco [°] .....	29.00000
Coesione residua [MPa] .....	.32000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	23.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

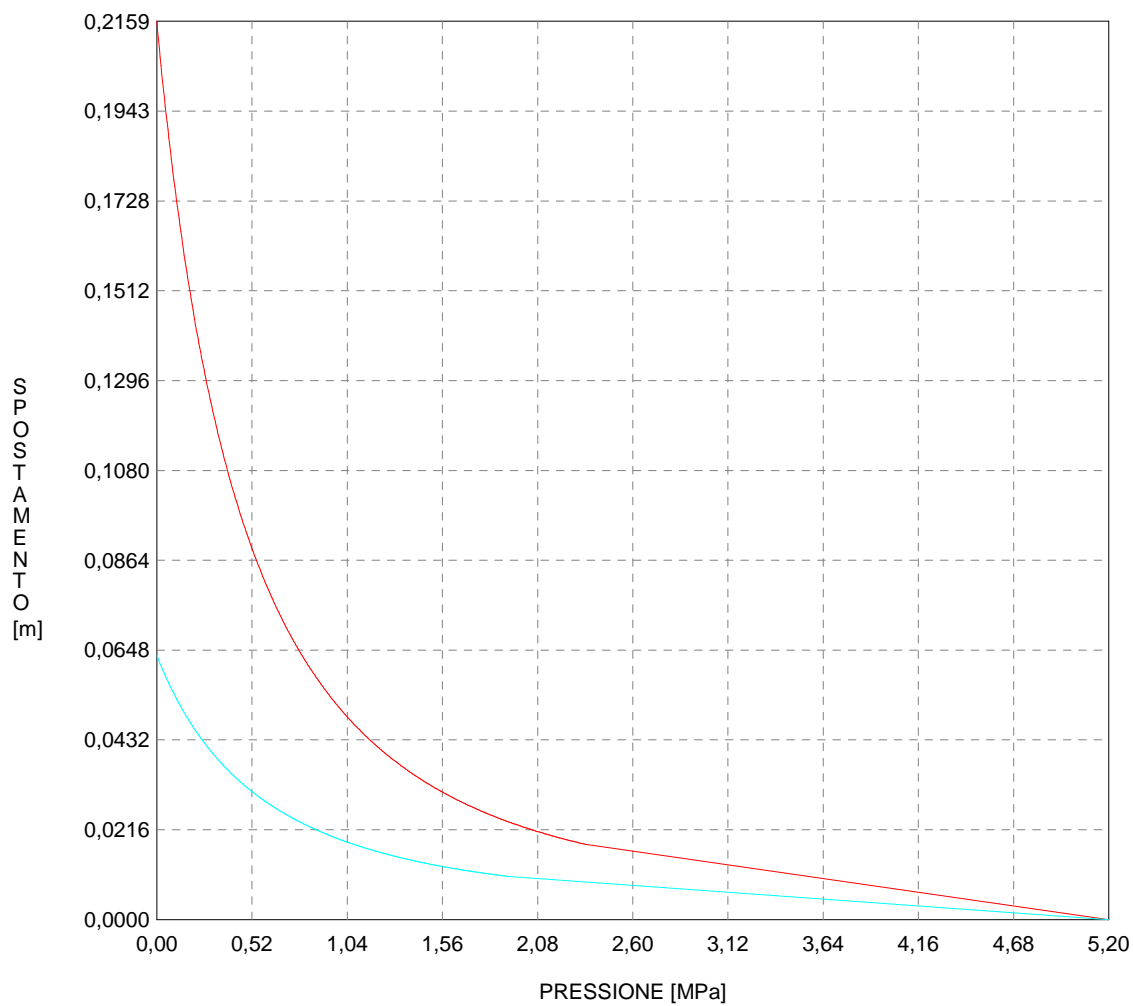
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.215942
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	16.112589
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.063560
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.021486
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.062623
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	8.770013

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.215942
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	16.112589

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR3a  
C=400m  
Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	10.40000
Modulo di Young [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.58000
Angolo attrito picco [°] .....	24.00000
Coesione residua [MPa] .....	.50000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	21.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

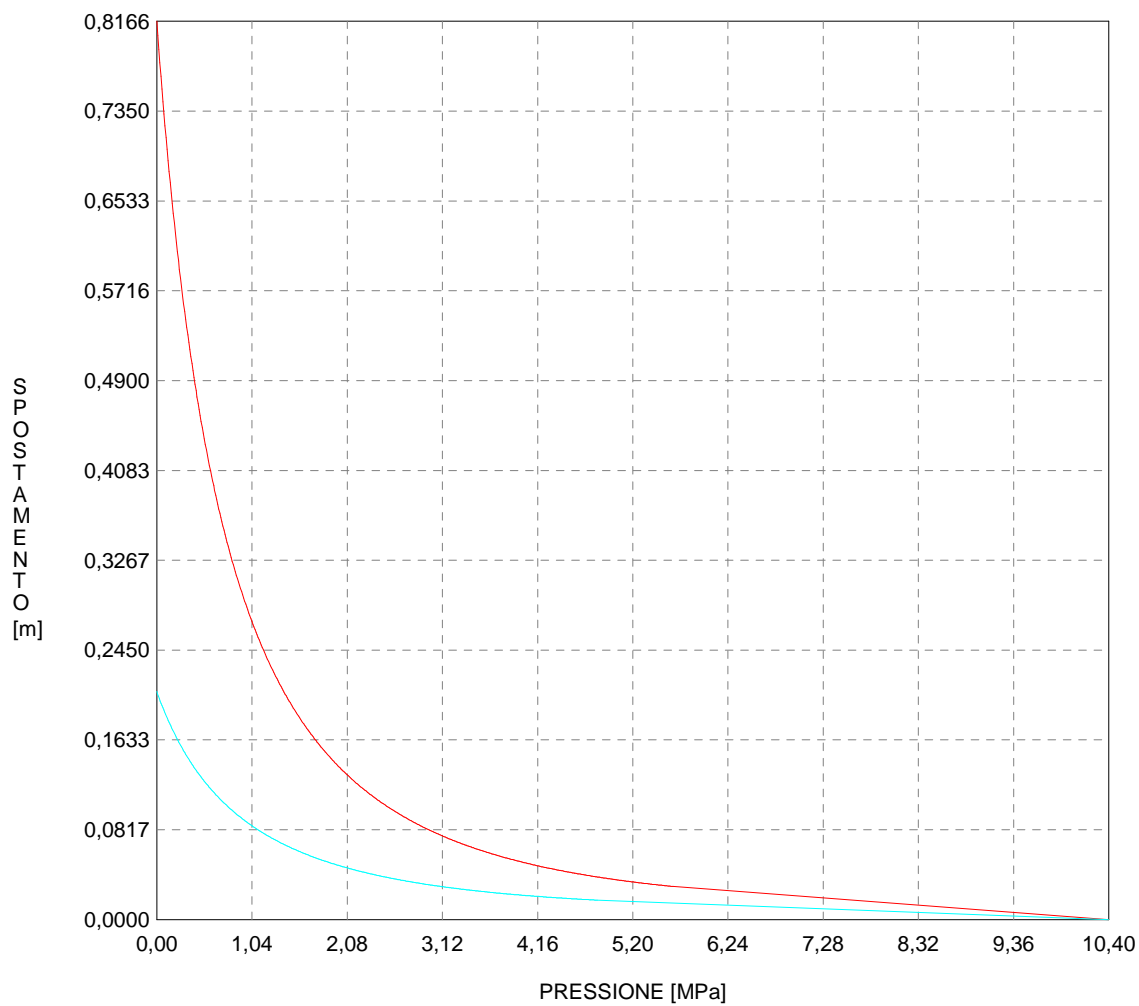
R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.816628
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	23.929511
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.207378
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.081254
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.236822
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	10.688766

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.816628
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	23.929511

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR3a\_150m  
DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	3.90000
Modulo di Young [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.32000
Angolo attrito picco [°] .....	30.00000
Coesione residua [MPa] .....	.27000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	24.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.126124
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	14.051246
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.039348
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.012549
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.036576
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	8.207772

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.126124
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	14.051246

Diametro della galleria: 10,7 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1100 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 3,9 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

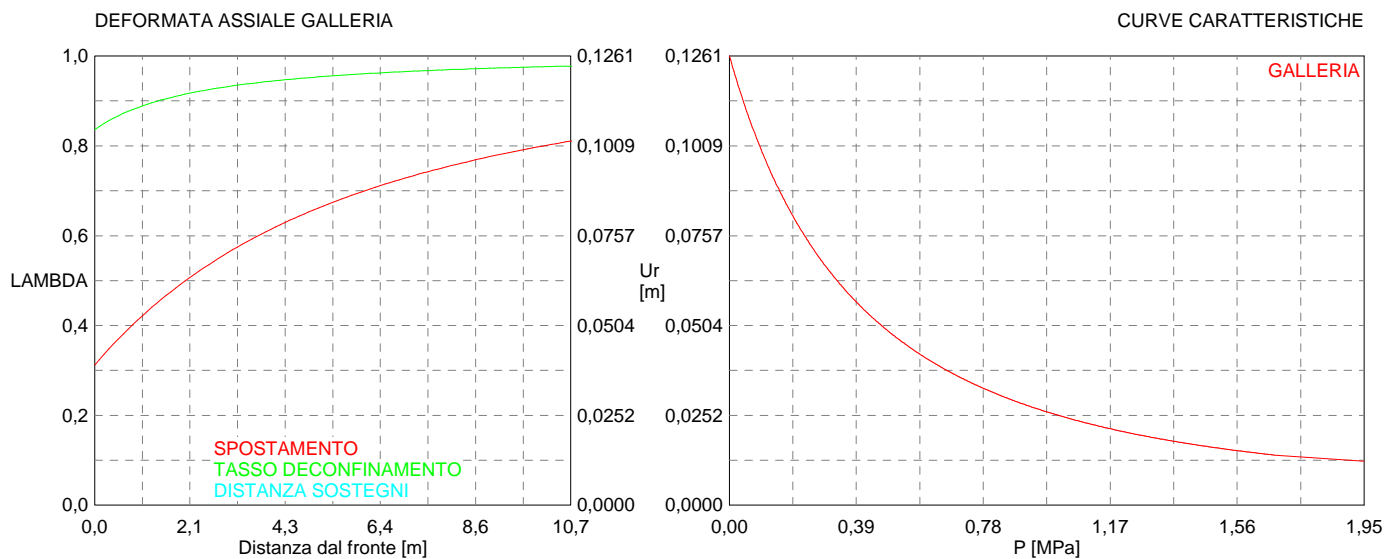
PHI picco: 30 °

C picco: 0,32 MPa

PHI residuo: 24 °

C residua: 0,27 MPa

PSI: 0 °





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR3a\_300m  
 DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 7.80000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1100.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .49000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 26.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .41000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 23.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .410962  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 18.995139  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .115439  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .040891  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .119179  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 9.554603

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .410962  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 18.995139

Diametro della galleria: 10,7 m  
 Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot  
 Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

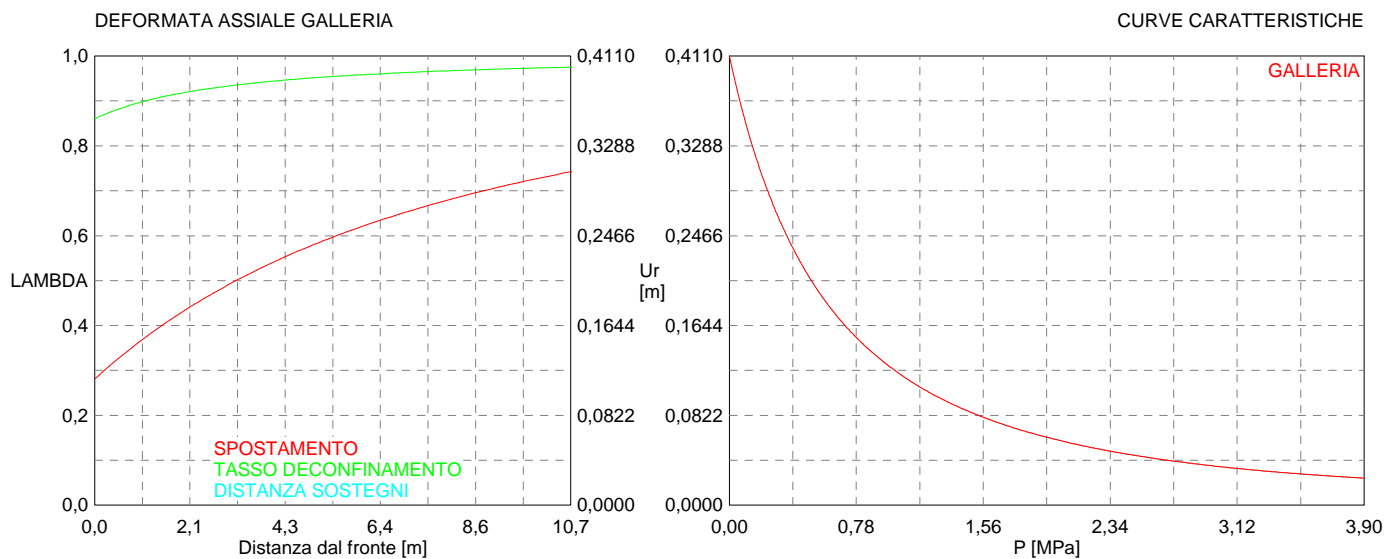
**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1100 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 7,8 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 26 °  
 C picco: 0,49 MPa  
 PHI residuo: 23 °  
 C residua: 0,41 MPa  
 PSI: 0 °



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR3a\_500m  
DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
Tensione originaria [MPa] ..... 13.00000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1100.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... .68000  
Angolo attrito picco [°] ..... 22.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .58000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 19.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... 1.601255  
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 30.994548  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .361427  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .159325  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .464364  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 12.115984

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... 1.601255  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 30.994548

Diametro della galleria: 10,7 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1100 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 13 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

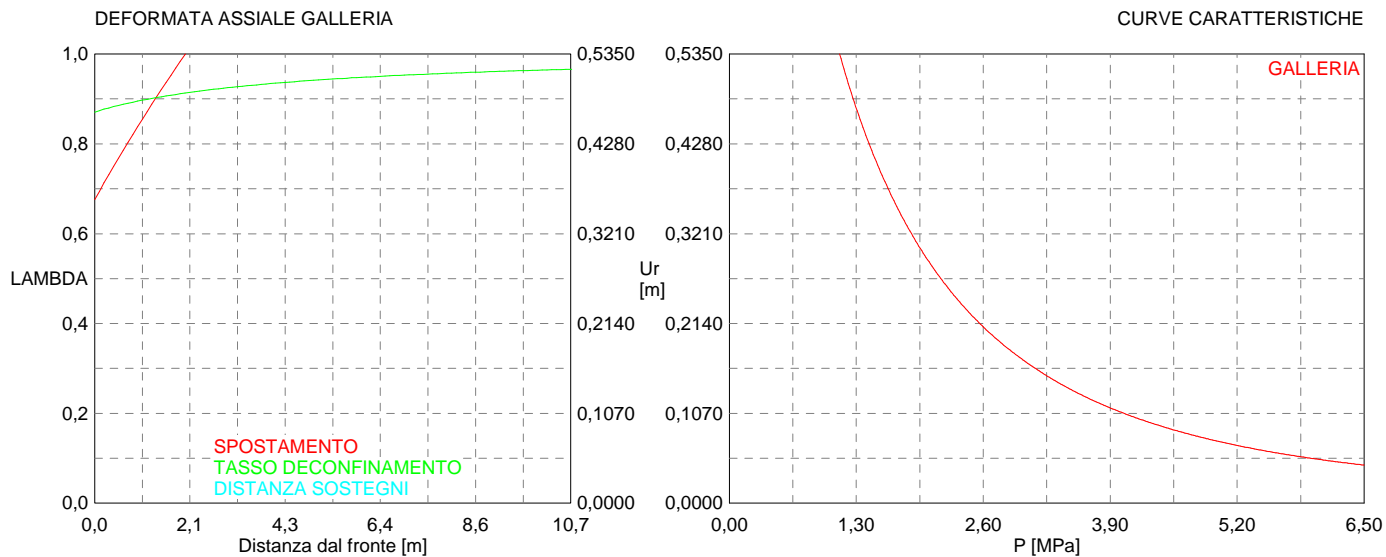
PHI picco: 22 °

C picco: 0,68 MPa

PHI residuo: 19 °

C residua: 0,58 MPa

PSI: 0 °



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR3b  
 C=50m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 1.30000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 900.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .12000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 28.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .10000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 22.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

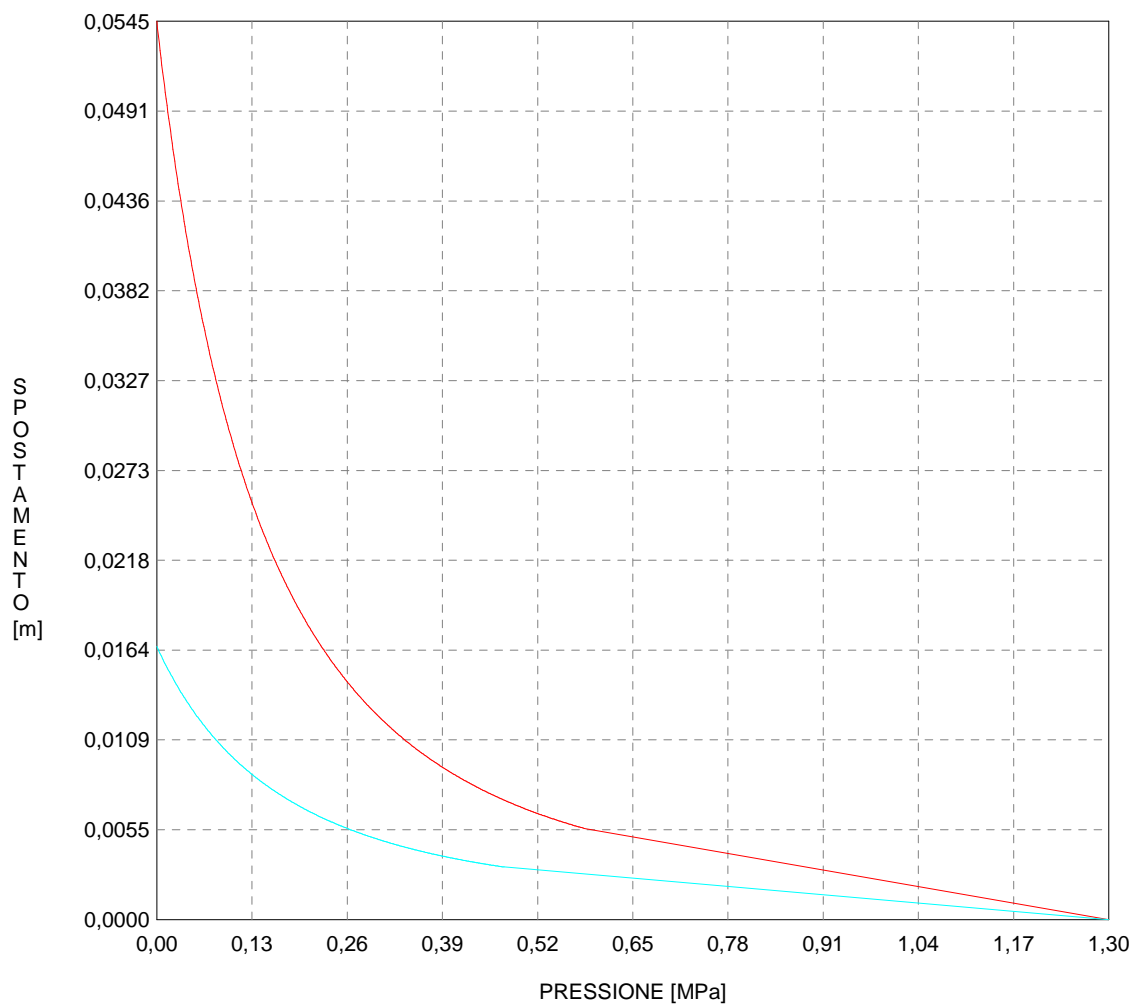
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .054545  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 14.707471  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .016593  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .005427  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .015818  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 8.362490

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .054545  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 14.707471

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR3b  
 C=75m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 1.95000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 900.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .16000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 28.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .14000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 22.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

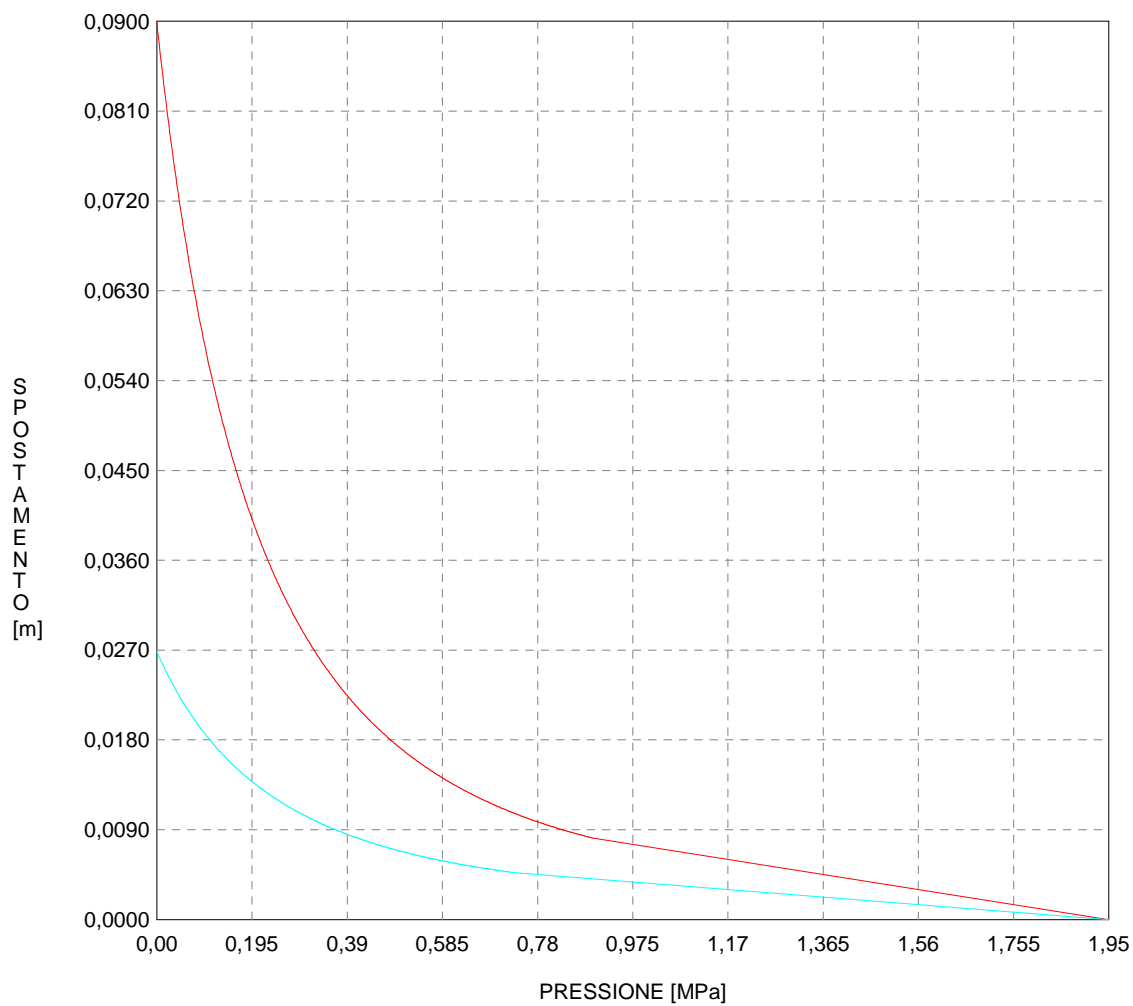
Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .090002  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 15.505347  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .026864  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .008955  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .026101  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 8.592202

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .090002  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 15.505347

CURVE CARATTERISTICHE ANALISI BASE

GALLERIA  
FRONTE SFERICO





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR3b  
 C=100m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 2.60000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 900.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .20000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 28.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .17000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 22.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

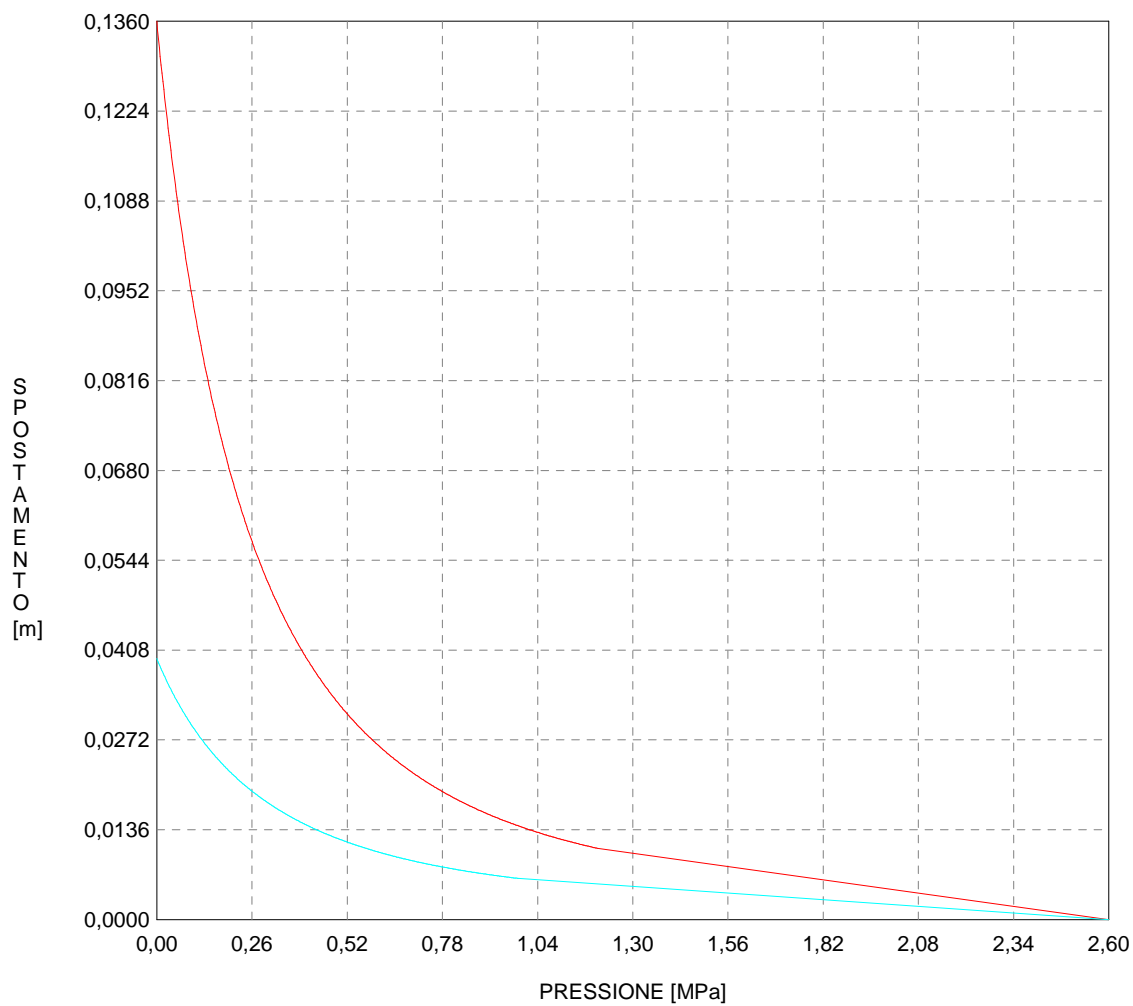
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .135997  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 16.514420  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .039516  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .013532  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .039439  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 8.862026

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .135997  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 16.514420

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR3b  
 C=200m  
 Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 5.20000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 900.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .30000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 25.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .25000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 21.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000

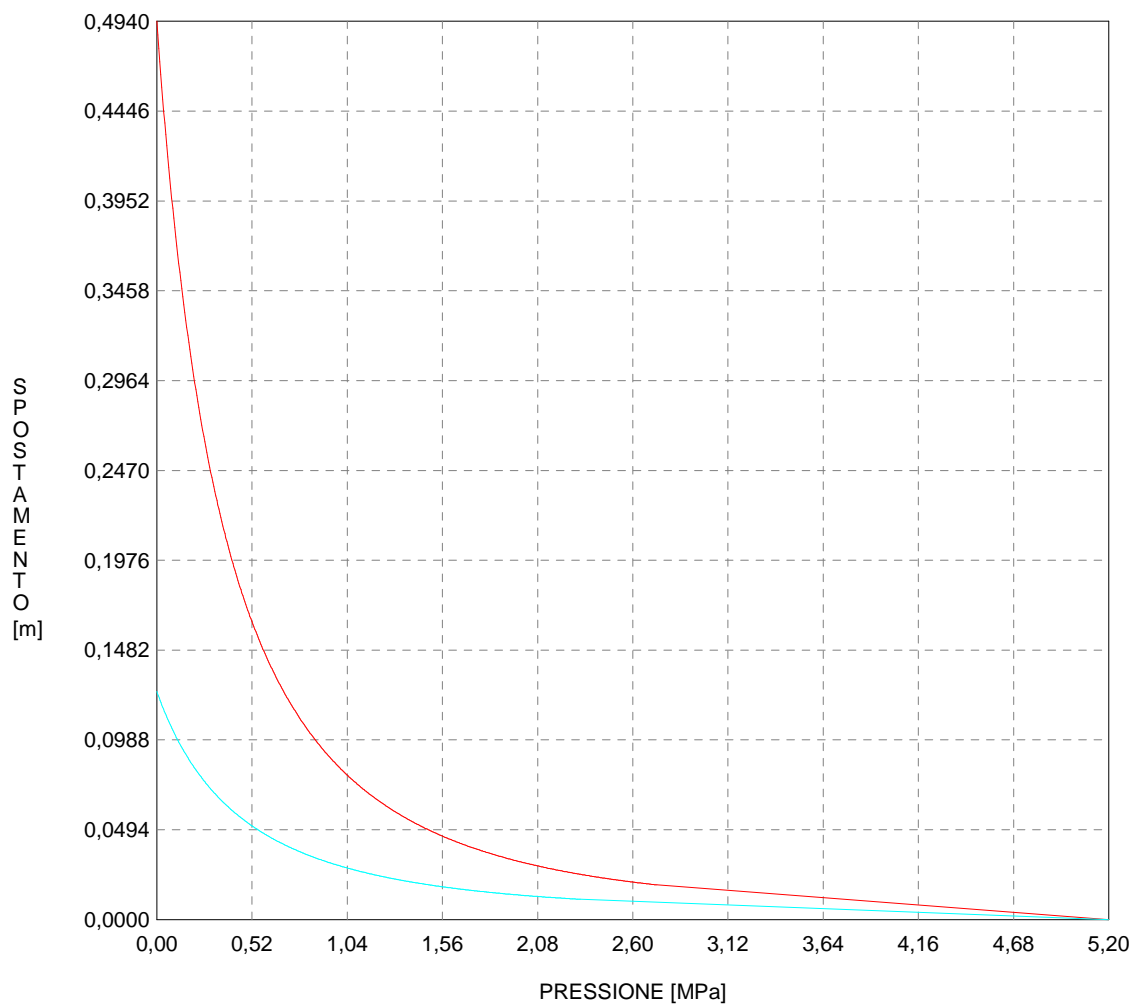
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
 Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... .493998  
 Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 23.376138  
 Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .125539  
 Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .049153  
 Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .143259  
 Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 10.544054

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .493998  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 23.376138

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

GR3b  
C=400m  
Diagnosi

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
Tensione originaria [MPa] ..... 10.40000  
Modulo di Young [MPa] ..... 900.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... .45000  
Angolo attrito picco [°] ..... 21.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .40000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 17.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000

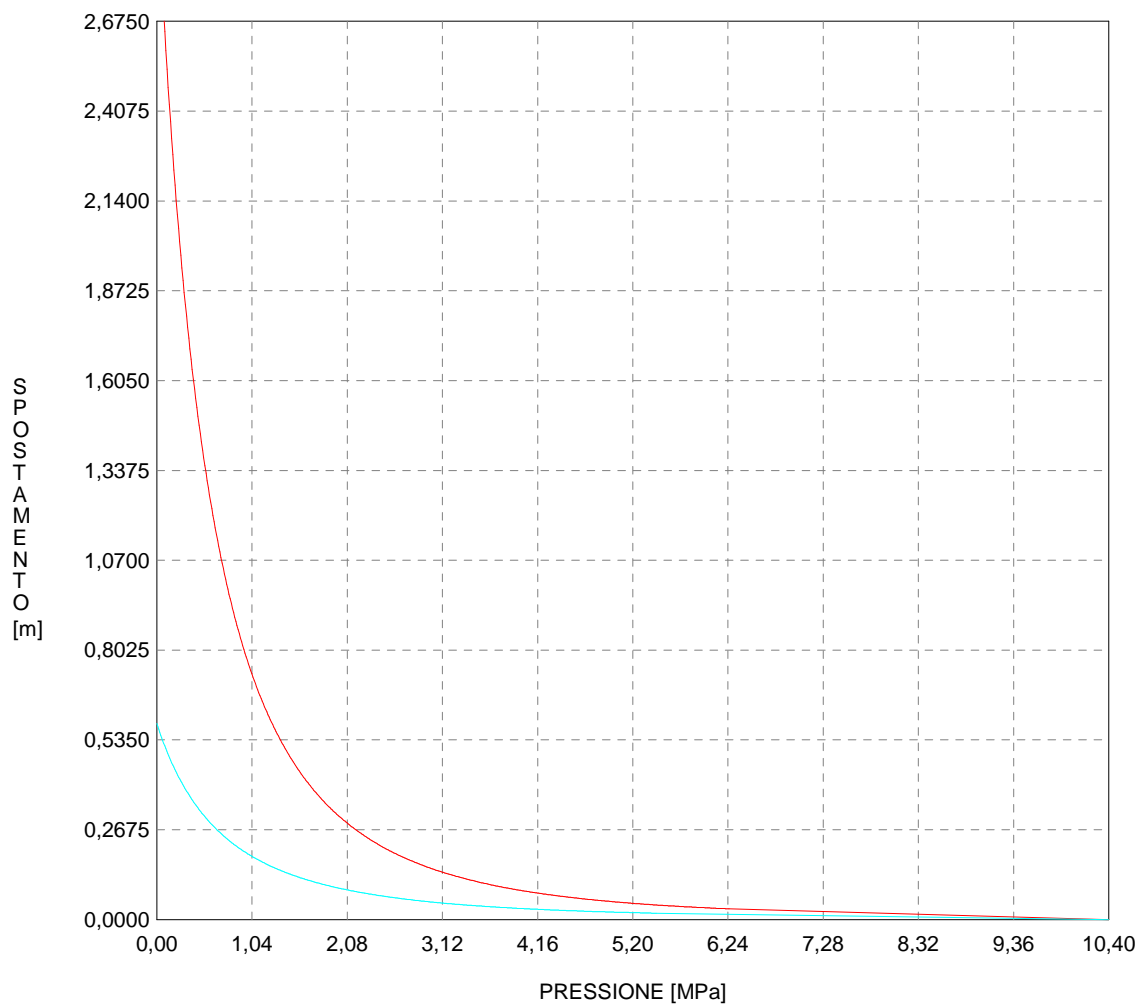
R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] .. .000000  
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] .... 3.100328  
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] ..... 44.702527  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .584362  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .308483  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .899095  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 14.462860

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... 3.100328  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 44.702527

GALLERIA  
FRONTE SFERICO



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR3b\_150m  
DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	3.90000
Modulo di Young [MPa] .....	900.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.25000
Angolo attrito picco [°] .....	27.00000
Coesione residua [MPa] .....	.20000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	22.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	.289137
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	19.993856
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.078014
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.028769
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.083850
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	9.752865

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.289137
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	19.993856

Diametro della galleria: 10,7 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 900 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 3,9 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

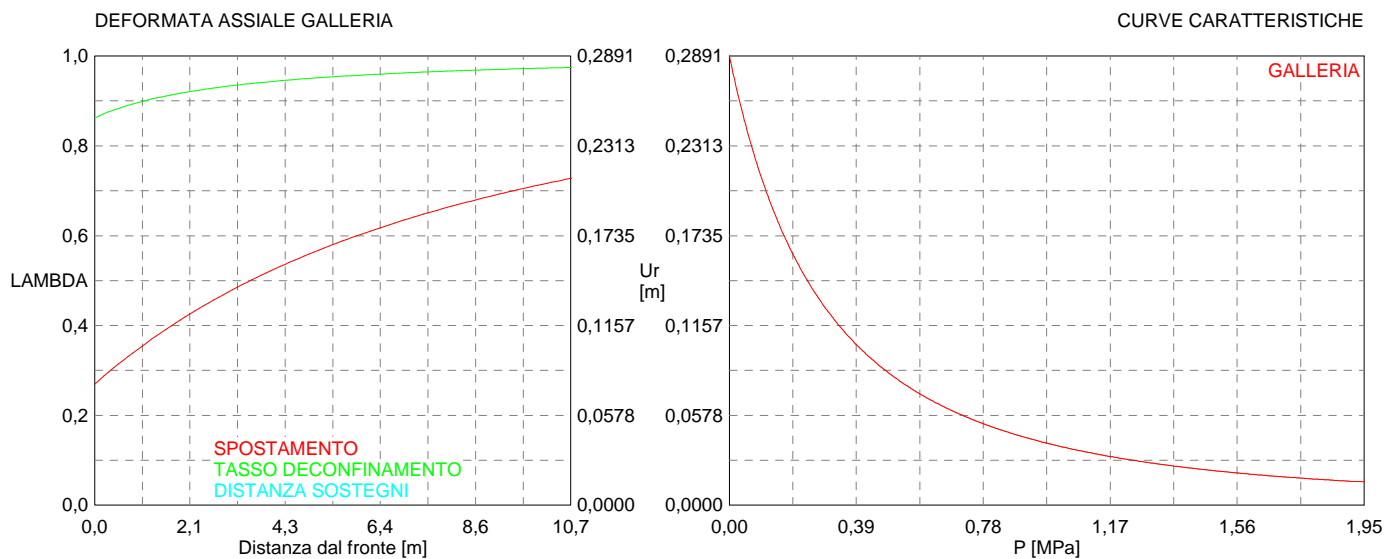
PHI picco: 27 °

C picco: 0,25 MPa

PHI residuo: 22 °

C residua: 0,2 MPa

PSI: 0 °





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR3b\_300m  
DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	7.80000
Modulo di Young [MPa] .....	900.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.39000
Angolo attrito picco [°] .....	23.00000
Coesione residua [MPa] .....	.33000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	19.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.000000
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	1.275643
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	31.770645
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.282025
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.126926
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.369936
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	12.242480

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	1.275643
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	31.770645

Diametro della galleria: 10,7 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 900 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 7,8 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

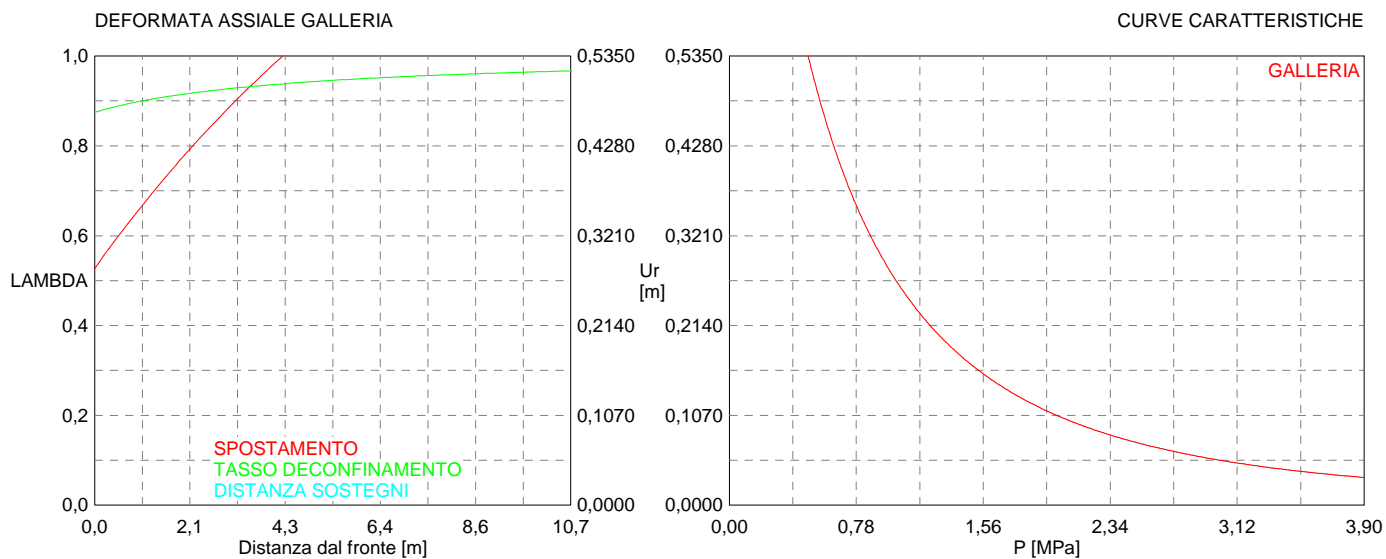
PHI picco: 23 °

C picco: 0,39 MPa

PHI residuo: 19 °

C residua: 0,33 MPa

PSI: 0 °



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE ANALITICO

VERSIONE 4 (2003)

Ap\_GR3b\_500m  
 DIAGNOSI

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 1  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.35000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	13.00000
Modulo di Young [MPa] .....	900.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.54000
Angolo attrito picco [°] .....	19.00000
Coesione residua [MPa] .....	.45000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	16.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo galleria non sostenuta [MPa] ..	.099283
Spostamento radiale galleria non sostenuta [m] ....	5.378289
Raggio plastico galleria non sostenuta [m] .....	54.974798
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	1.049498
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.535140
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	1.559704
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	16.686619
Galleria non sostenuta instabile	

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.099283
Spot. radiale galleria fine calcolo [m] .....	5.378289
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	54.974798
Galleria non sostenuta instabile	

Diametro della galleria: 10,7 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - metodo Panet-Guenot

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI CHIUSE

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 900 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 13 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

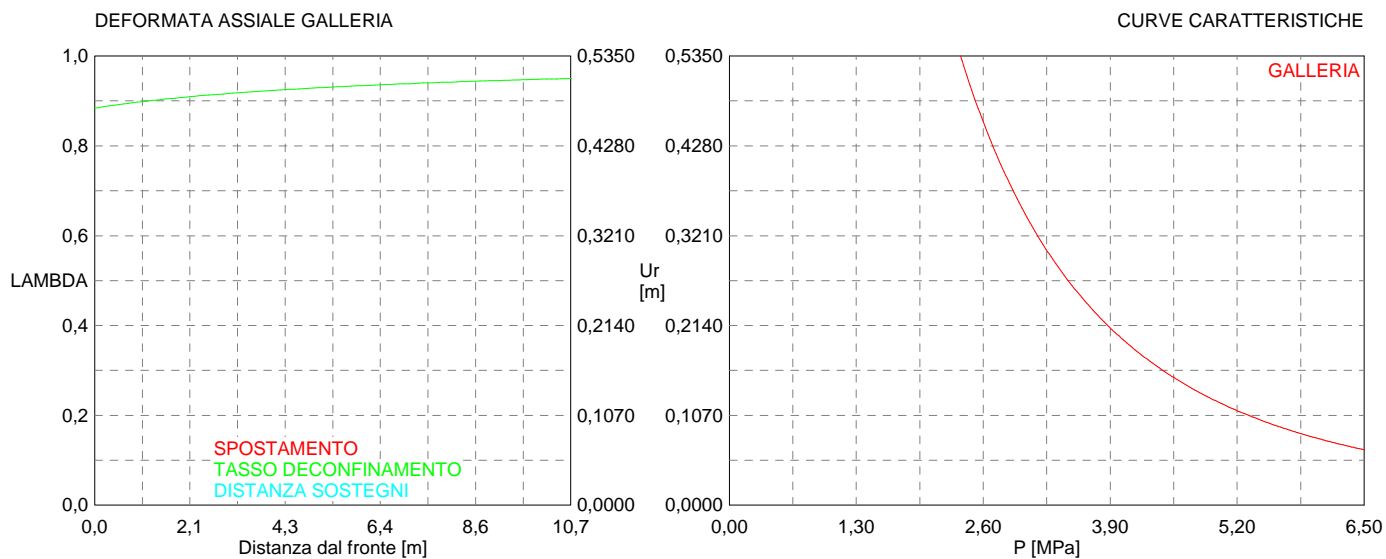
PHI picco: 19 °

C picco: 0,54 MPa

PHI residuo: 16 °

C residua: 0,45 MPa

PSI: 0 °



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR1  
 C=50m  
 BOL\_TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.05000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
 Tensione originaria [MPa] ..... 1.35000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.05000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.05000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .42000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 40.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .36000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 32.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----  
 Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 2.10000  
 Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
 Forma del presinvestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .20000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00456  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .16000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .08000  
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00001870  
 Passo centine [m] ..... 1.40000  
 Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----  
 Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 160.00000  
 Spessore CLS [m] ..... .60000  
 Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
 Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
 Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
 Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
 [0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
 [1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]  
 Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .00000  
 Spostamento radiale galleria [m] ..... .001701

Raggio plastico galleria [m] .....	5.459815
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.000823
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.000543
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.000493
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.113837

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00129
LAMBDA :	.78941

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.00160
LAMBDA :	.96139

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00143
LAMBDA :	.87491

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00134
LAMBDA :	.82204

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00133
LAMBDA :	.81274

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00170
LAMBDA :	.99943

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.00170
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00169
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00168
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00168
LAMBDA :	1.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.001701
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	5.459815

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	5.44656
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.00556
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.00169
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00143
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00026
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.874907
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	.12359
Tensione centine [MPa] .....	1.18533
Coefficiente di sicurezza spritz .....	155.35322
Coefficiente di sicurezza centine .....	160.29300
Pressione rottura spritz [MPa] .....	.86411
Pressione rottura centine [MPa] .....	.89158
Rigidezza spritz [MPa] .....	93.49887
Rigidezza centinatura [MPa] .....	14.89901

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	5.44656
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.00365
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.00169
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00169
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00000
Tensione CLS [MPa] .....	.03149

Coefficiente di sicurezza CLS .....	238.19408
Pressione rottura CLS [MPa] .....	.87044
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	4414.81228
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,1 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 5400 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 1,35 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 40 °  
C picco: 0,42 MPa  
PHI residuo: 32 °  
C residua: 0,36 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .2 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00456 m2 passo 1,4 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0003 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

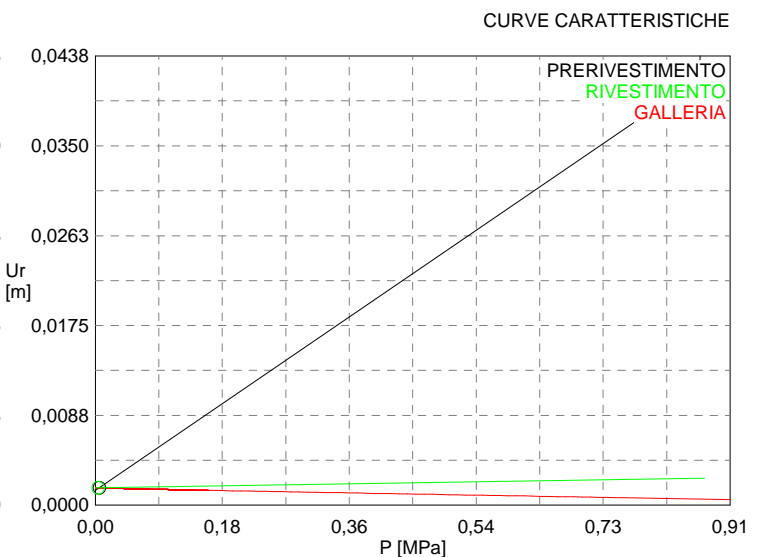
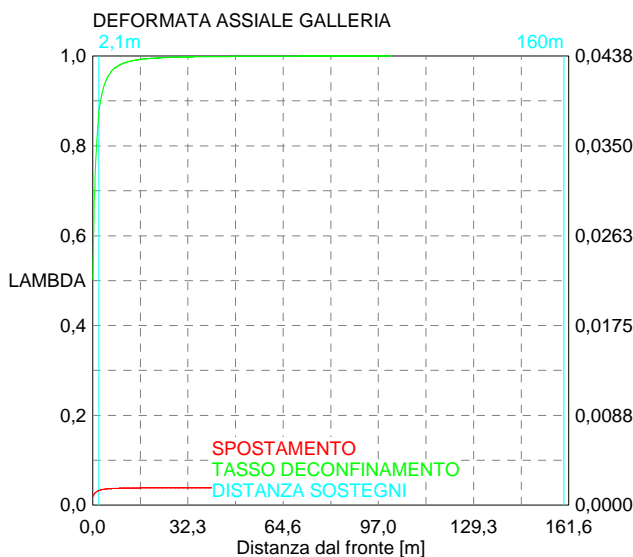
Spritz-beton 0,1 MPa Centine 1,2 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,6 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,0 m

Tensione CLS 0, MPa





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##  ##  ##
#####      #####
#####

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR1  
C=75m  
BOL\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.05000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 2.02500  
Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.05000  
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.05000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... .52000  
Angolo attrito picco [°] ..... 40.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .45000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 32.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 2.10000  
Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
Forma del presinvestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
SPRITZ-BETON E CENTINE  
Spessore spritz [m] ..... .20000  
Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
Sezione centina [m2] ..... .00456  
Altezza sezione centina [m2] ..... .16000  
Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .08000  
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00001870  
Passo centine [m] ..... 1.40000  
Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 160.00000  
Spessore CLS [m] ..... .60000  
Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]  
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .00000  
Spostamento radiale galleria [m] ..... .002666

Raggio plastico galleria [m] .....	5.680778
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.001258
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.000798
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.000773
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.215710

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.00199
LAMBDA :	.81202
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.00249
LAMBDA :	.96681
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.00223
LAMBDA :	.89893
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.00208
LAMBDA :	.84978
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.00208
LAMBDA :	.84682

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.00266
LAMBDA :	.99949
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.00267
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.00264
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.00263
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.00263
LAMBDA :	1.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.002666
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	5.680778

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	5.66652
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.00888
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.00264
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00223
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00041
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.898934
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	.19737
Tensione centine [MPa] .....	1.89297
Coefficiente di sicurezza spritz .....	97.27798
Coefficiente di sicurezza centine .....	100.37114
Pressione rottura spritz [MPa] .....	.86411
Pressione rottura centine [MPa] .....	.89158
Rigidezza spritz [MPa] .....	93.49887
Rigidezza centinatura [MPa] .....	14.89901

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	5.66652
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.00634
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.00265
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00264
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00001
Tensione CLS [MPa] .....	.05467

Coefficiente di sicurezza CLS .....	137.19077
Pressione rottura CLS [MPa] .....	.87044
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	4414.81228
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,1 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 5400 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 2,025 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 40 °  
C picco: 0,52 MPa  
PHI residuo: 32 °  
C residua: 0,45 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .2 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00456 m2 passo 1,4 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0004 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

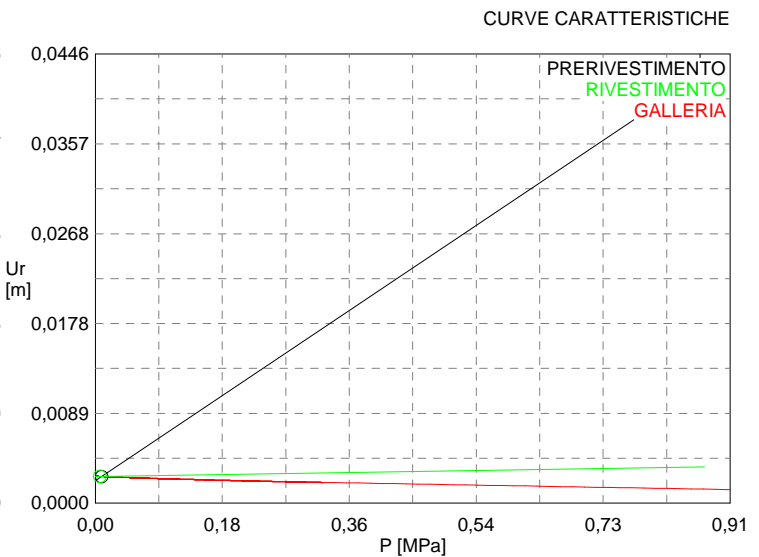
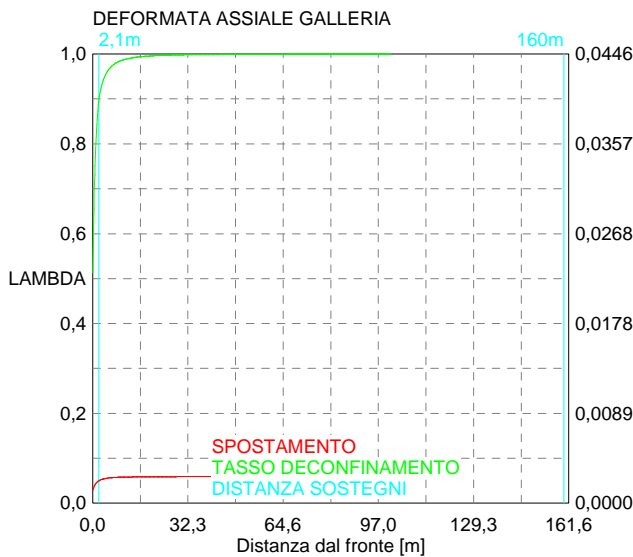
Spritz-beton 0,2 MPa Centine 1,9 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,6 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00001 m

Tensione CLS 0,1 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR1  
 C=100m  
 BOL\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.05000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 2.70000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.05000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.05000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .61000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 40.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .54000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 32.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 2.10000  
 Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
 Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .20000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00456  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .16000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .08000  
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00001870  
 Passo centine [m] ..... 1.40000  
 Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 160.00000  
 Spessore CLS [m] ..... .60000  
 Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
 Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
 Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
 Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
 [0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
 [1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]  
 Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale galleria [m] ..... .003689

Raggio plastico galleria [m] .....	5.840973
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.001713
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.001046
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.001070
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.288570

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.00273
LAMBDA :	.83285
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.00344
LAMBDA :	.96939
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.00307
LAMBDA :	.91131
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.00286
LAMBDA :	.86742
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.00287
LAMBDA :	.86915

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.00368
LAMBDA :	.99953
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.00369
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.00365
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.00363
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.00363
LAMBDA :	1.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.003689
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	5.840973

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	5.82617
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.01242
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.00365
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00307
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00058
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.911314
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	.27590
Tensione centine [MPa] .....	2.64611
Coefficiente di sicurezza spritz .....	69.59085
Coefficiente di sicurezza centine .....	71.80364
Pressione rottura spritz [MPa] .....	.86411
Pressione rottura centine [MPa] .....	.89158
Rigidezza spritz [MPa] .....	93.49887
Rigidezza centinatura [MPa] .....	14.89901

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	5.82617
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.00931
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.00366
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00365
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00001
Tensione CLS [MPa] .....	.08020

Coefficiente di sicurezza CLS .....	93.51213
Pressione rottura CLS [MPa] .....	.87044
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	4414.81228
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,1 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 5400 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 2,7 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 40 °  
C picco: 0,61 MPa  
PHI residuo: 32 °  
C residua: 0,54 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .2 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00456 m2 passo 1,4 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0006 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

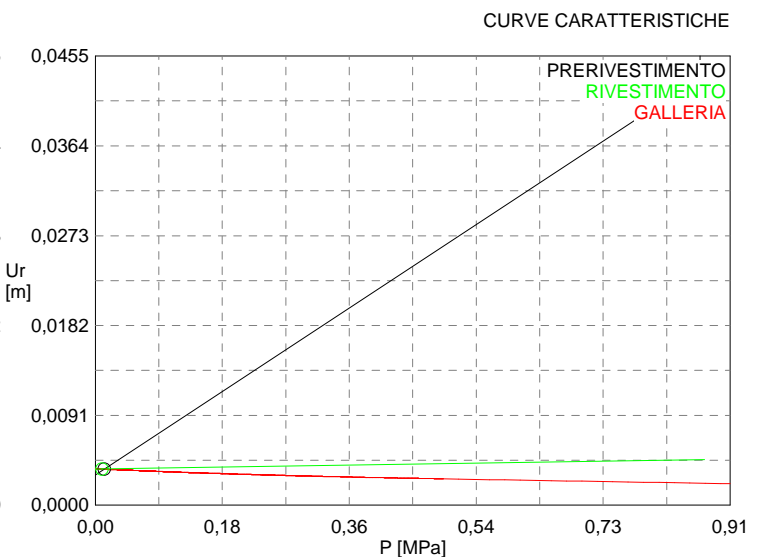
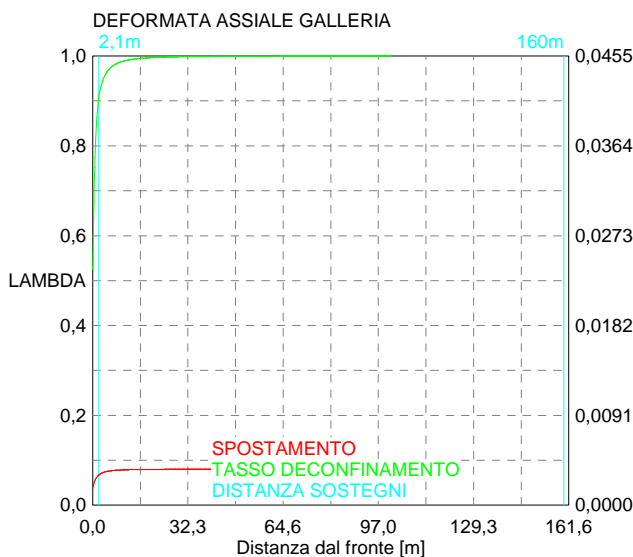
Spritz-beton 0,3 MPa Centine 2,6 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,6 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00001 m

Tensione CLS 0,1 MPa





```

#####
#####
###
###
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
#####   ##   ##   ##   ##
#####   #####   #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR1  
 C=200m  
 BOL\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.05000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 5.40000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.05000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.05000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .91000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 39.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .82000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 31.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 2.10000  
 Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
 Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .20000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00456  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .16000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .08000  
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00001870  
 Passo centine [m] ..... 1.40000  
 Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 160.00000  
 Spessore CLS [m] ..... .60000  
 Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
 Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
 Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
 Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
 [0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
 [1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]  
 Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .00000  
 Spostamento radiale galleria [m] ..... .008345

Raggio plastico galleria [m] .....	6.336682
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.003718
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.001966
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.002420
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.505528

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00598
LAMBDA :	.87308

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.00765
LAMBDA :	.97315

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00683
LAMBDA :	.93197

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00626
LAMBDA :	.89466

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00640
LAMBDA :	.90519

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00833
LAMBDA :	.99959

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.00835
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00819
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00813
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00815
LAMBDA :	1.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.008345
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	6.336682

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.28858
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.02929
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.00819
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00683
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00136
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.931968
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	.65087
Tensione centine [MPa] .....	6.24239
Coefficiente di sicurezza spritz .....	29.49908
Coefficiente di sicurezza centine .....	30.43707
Pressione rottura spritz [MPa] .....	.86411
Pressione rottura centine [MPa] .....	.89158
Rigidezza spritz [MPa] .....	93.49887
Rigidezza centinatura [MPa] .....	14.89901

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.30458
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.02412
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.00822
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00819
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00003
Tensione CLS [MPa] .....	.20778

Coefficiente di sicurezza CLS .....	36.09549
Pressione rottura CLS [MPa] .....	.87044
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	4414.81228
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,1 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 5400 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 5,4 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 39 °  
C picco: 0,91 MPa  
PHI residuo: 31 °  
C residua: 0,82 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .2 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00456 m2 passo 1,4 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0014 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

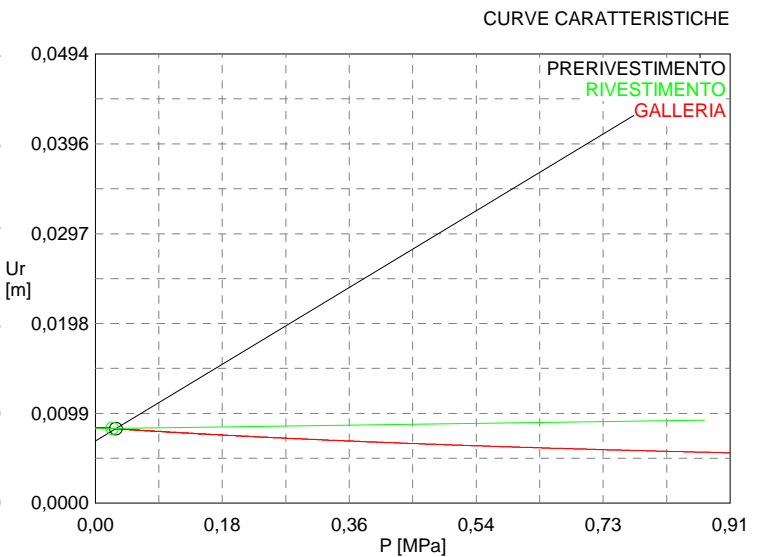
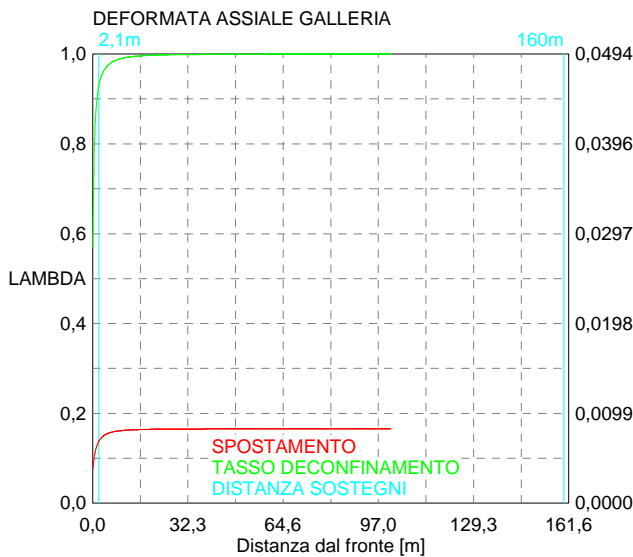
Spritz-beton 0,7 MPa Centine 6,2 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,6 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00003 m

Tensione CLS 0,2 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
#####   ##   ##   ##   ##
#####   #####   #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR1  
C=400m  
B0\_1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.20000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] .....	10.80000
Modulo di Young [MPa] .....	5400.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.20000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.20000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	1.45000
Angolo attrito picco [°] .....	38.00000
Coesione residua [MPa] .....	1.30000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	30.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	1.80000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.25000
Modulo Young spritz [MPa] .....	20000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00653
Altezza sezione centina [m2] .....	.18000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.09000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00003831
Passo centine [m] .....	1.20000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	19.20000
Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	160.00000
Spessore CLS [m] .....	.70000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.019532

Raggio plastico galleria [m] .....	7.053627
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.008410
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.003618
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.005664
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.879046

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.01293
LAMBDA :	.87449

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.01707
LAMBDA :	.96655

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.01500
LAMBDA :	.92820

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.01305
LAMBDA :	.87820

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.01388
LAMBDA :	.90171

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.01950
LAMBDA :	.99962

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.01953
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.01877
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.01846
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.01859
LAMBDA :	1.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.019532
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	7.053627

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.93171
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.10031
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.01877
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01500
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00377
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.928203
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	1.76461
Tensione centine [MPa] .....	16.74406
Coefficiente di sicurezza spritz .....	10.88056
Coefficiente di sicurezza centine .....	11.34731
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.09139
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.13821
Rigidezza spritz [MPa] .....	114.22743
Rigidezza centinatura [MPa] .....	24.15505

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.94904
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.08858
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.01885
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01877
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00009
Tensione CLS [MPa] .....	.67401

Coefficiente di sicurezza CLS .....	11.12742
Pressione rottura CLS [MPa] .....	.98561
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5113.76307
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,4 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 5400 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 10,8 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

#### RESISTENZA

PHI picco: 38 °  
C picco: 1,45 MPa  
PHI residuo: 30 °  
C residua: 1,3 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .25 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,006525 m2 passo 1,2 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0038 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

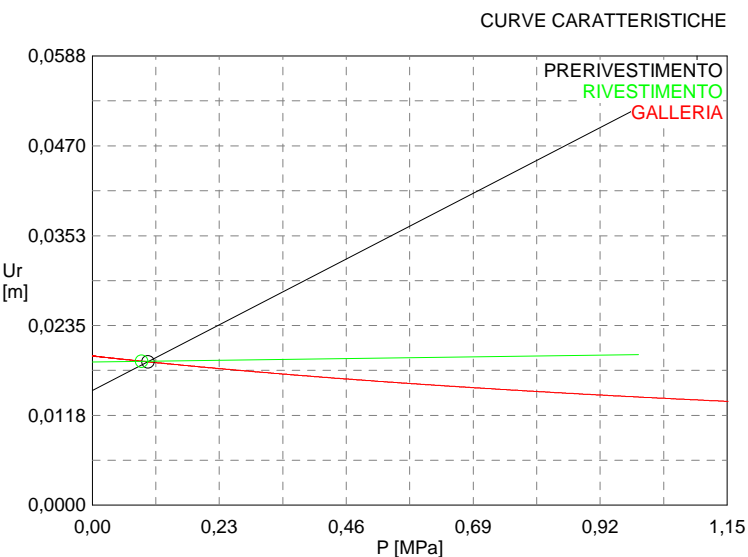
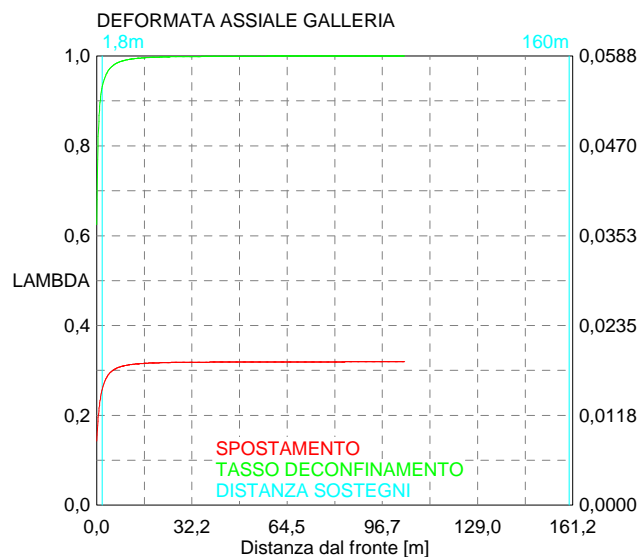
Spritz-beton 1,8 MPa Centine 16,7 MPa

### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,7 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00009 m

Tensione CLS 0,7 MPa





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

BOL\_GR1\_150m  
 TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.05000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 4.05000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.05000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.05000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .77000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 40.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .69000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 32.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 2.10000  
 Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
 Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .20000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00456  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .16000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .08000  
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00001870  
 Passo centine [m] ..... 1.40000  
 Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 160.00000  
 Spessore CLS [m] ..... .60000  
 Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
 Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
 Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
 Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
 [0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
 [1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]  
 Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .00000  
 Spostamento radiale galleria [m] ..... .005865

Raggio plastico galleria [m] .....	6.083841
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.002669
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.001520
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.001701
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.394164

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00427
LAMBDA :	.85664

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.00542
LAMBDA :	.97196

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00485
LAMBDA :	.92461

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00449
LAMBDA :	.88523

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00454
LAMBDA :	.89202

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00586
LAMBDA :	.99958

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.00587
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00578
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00575
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00575
LAMBDA :	1.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.005865
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	6.083841

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.03749
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.01998
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.00578
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00485
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00093
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.924605
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	.44397
Tensione centine [MPa] .....	4.25809
Coefficiente di sicurezza spritz .....	43.24584
Coefficiente di sicurezza centine .....	44.62094
Pressione rottura spritz [MPa] .....	.86411
Pressione rottura centine [MPa] .....	.89158
Rigidezza spritz [MPa] .....	93.49887
Rigidezza centinatura [MPa] .....	14.89901

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.05290
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.01581
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.00580
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00578
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00002
Tensione CLS [MPa] .....	.13619

Coefficiente di sicurezza CLS .....	55.07137
Pressione rottura CLS [MPa] .....	.87044
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	4414.81228
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,1 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 5400 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 4,05 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 40 °  
C picco: 0,77 MPa  
PHI residuo: 32 °  
C residua: 0,69 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .2 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00456 m2 passo 1,4 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0009 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

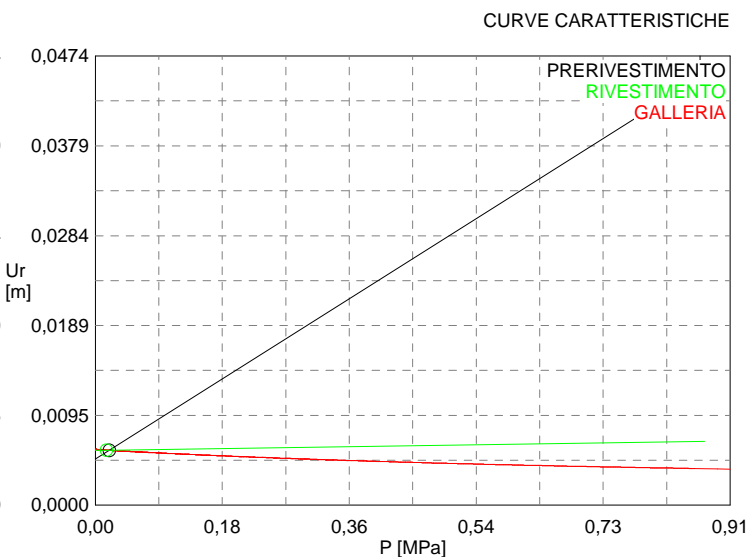
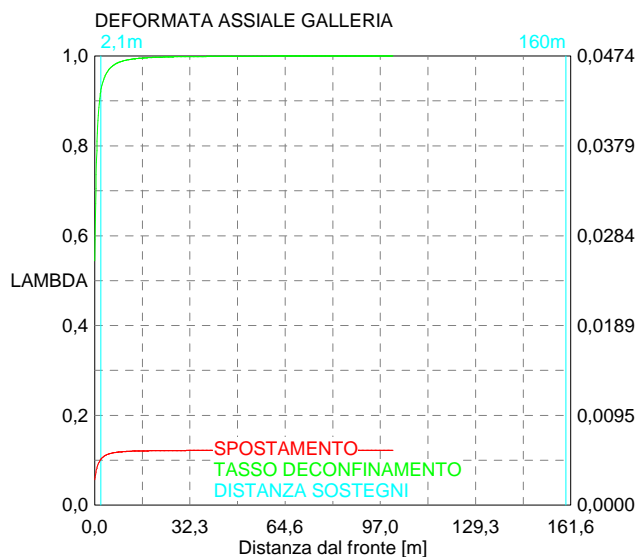
Spritz-beton 0,4 MPa Centine 4,3 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,6 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00002 m

Tensione CLS 0,1 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

BOL\_GR1\_300m  
 TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.05000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 8.10000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.05000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.05000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... 1.17500  
 Angolo attrito picco [°] ..... 39.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... 1.06000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 31.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 2.10000  
 Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
 Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .20000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00456  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .16000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .08000  
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00001870  
 Passo centine [m] ..... 1.40000  
 Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 160.00000  
 Spessore CLS [m] ..... .60000  
 Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
 Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
 Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
 Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
 [0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
 [1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]  
 Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .00000  
 Spostamento radiale galleria [m] ..... .013368

Raggio plastico galleria [m] .....	6.581558
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.005856
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.002765
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.003877
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.605928

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.00944
LAMBDA :	.88665
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01215
LAMBDA :	.97438
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01087
LAMBDA :	.93971
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.00984
LAMBDA :	.90347
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01021
LAMBDA :	.91759

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01335
LAMBDA :	.99962
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01337
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01306
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01294
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01298
LAMBDA :	1.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.013368
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	6.581558

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.51557
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.04721
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.01306
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01087
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00220
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.939707
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	1.04894
Tensione centine [MPa] .....	10.06029
Coefficiente di sicurezza spritz .....	18.30411
Coefficiente di sicurezza centine .....	18.88613
Pressione rottura spritz [MPa] .....	.86411
Pressione rottura centine [MPa] .....	.89158
Rigidezza spritz [MPa] .....	93.49887
Rigidezza centinatura [MPa] .....	14.89901

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.53202
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.04020
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.01311
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01306
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00004
Tensione CLS [MPa] .....	.34637

Coefficiente di sicurezza CLS .....	21.65344
Pressione rottura CLS [MPa] .....	.87044
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	4414.81228
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,1 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 5400 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 8,1 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 39 °  
C picco: 1,175 MPa  
PHI residuo: 31 °  
C residua: 1,06 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .2 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00456 m2 passo 1,4 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0022 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

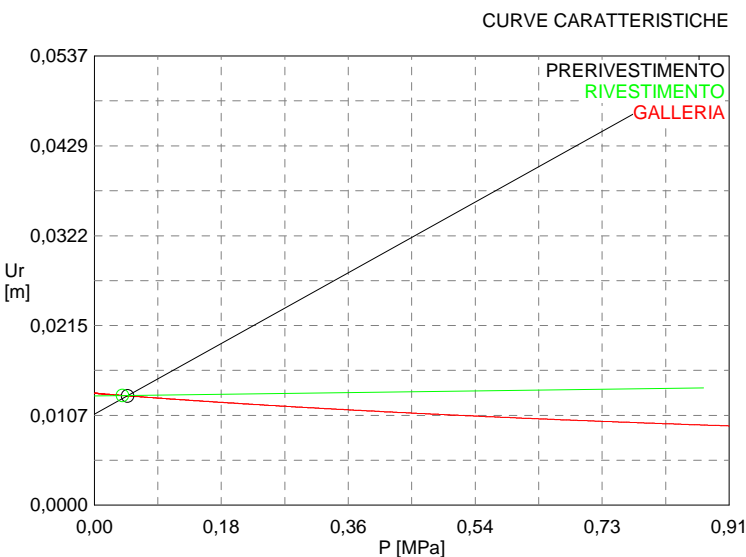
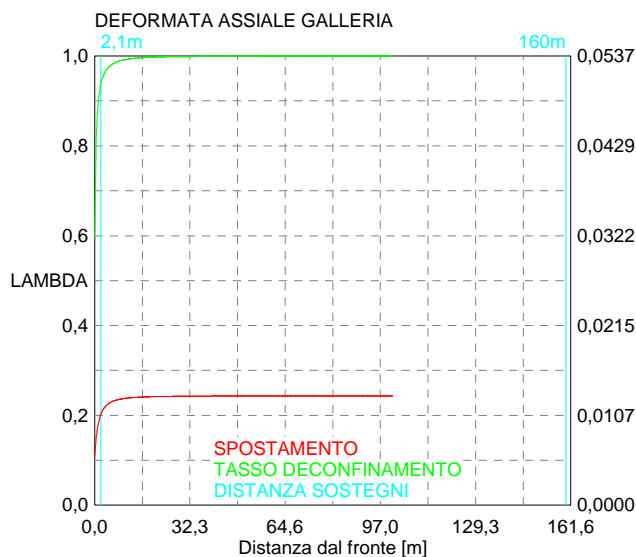
Spritz-beton 1,0 MPa Centine 10,1 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,6 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00004 m

Tensione CLS 0,3 MPa





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### #####
#####

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

B01sb\_GR1\_300m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.20000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
Tensione originaria [MPa] ..... 8.10000  
Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.20000  
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.20000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... 1.17500  
Angolo attrito picco [°] ..... 39.00000  
Coesione residua [MPa] ..... 1.06000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 31.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----  
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 1.80000  
Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
SPRITZ-BETON E CENTINE  
Spessore spritz [m] ..... .25000  
Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
Sezione centina [m2] ..... .00653  
Altezza sezione centina [m2] ..... .18000  
Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .09000  
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00003831  
Passo centine [m] ..... 1.20000  
Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----  
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 160.00000  
Spessore CLS [m] ..... .70000  
Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]  
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .00000  
Spostamento radiale galleria [m] ..... .013766

Raggio plastico galleria [m] .....	6.777050
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.006030
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.002847
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.003992
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.772441

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.00926
LAMBDA :	.86503
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01216
LAMBDA :	.96609
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01070
LAMBDA :	.92427
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.00945
LAMBDA :	.87434
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.00990
LAMBDA :	.89427

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01374
LAMBDA :	.99962
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01377
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01331
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01314
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01320
LAMBDA :	1.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.013766
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	6.777050

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.69219
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.06937
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.01331
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01070
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00261
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.924268
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	1.22045
Tensione centine [MPa] .....	11.58058
Coefficiente di sicurezza spritz .....	15.73192
Coefficiente di sicurezza centine .....	16.40677
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.09139
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.13821
Rigidezza spritz [MPa] .....	114.22743
Rigidezza centinatura [MPa] .....	24.15505

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.69219
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.06014
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.01337
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01331
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00006
Tensione CLS [MPa] .....	.45764

Coefficiente di sicurezza CLS .....	16.38848
Pressione rottura CLS [MPa] .....	.98561
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5113.76307
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,4 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

#### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 5400 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 8,1 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

##### RESISTENZA

PHI picco: 39 °  
C picco: 1,175 MPa  
PHI residuo: 31 °  
C residua: 1,06 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

##### RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .25 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,006525 m<sup>2</sup> passo 1,2 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0026 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

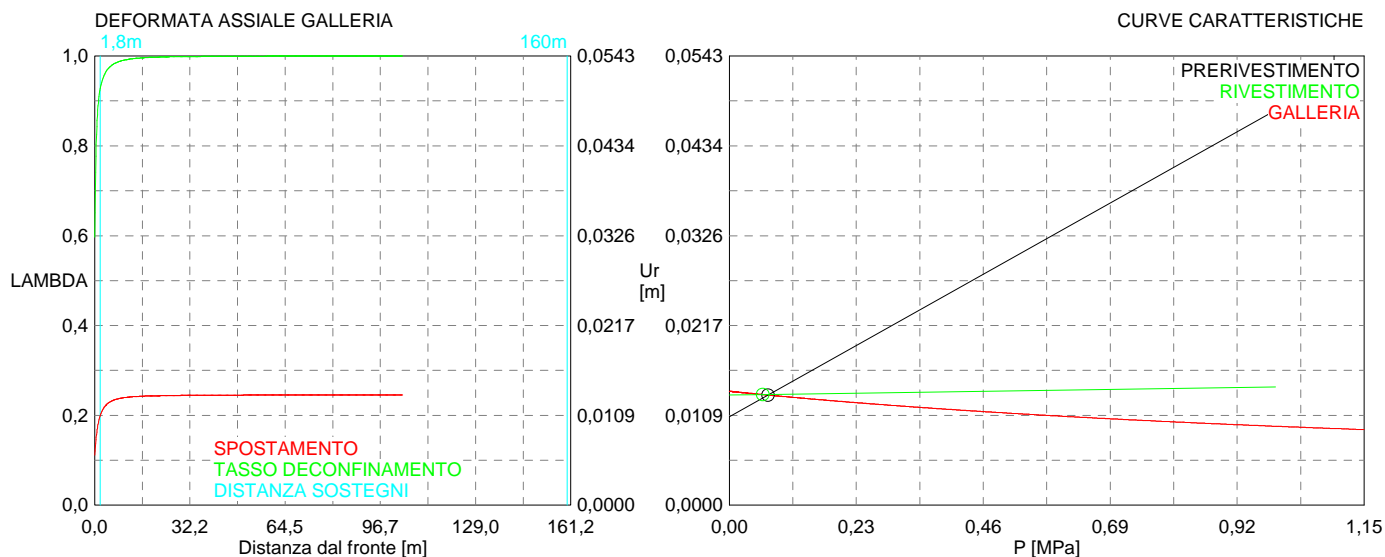
Spritz-beton 1,2 MPa Centine 11,6 MPa

#### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,7 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00006 m

Tensione CLS 0,5 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

Bolsb\_GR1\_500m  
 TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.20000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 13.50000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 5400.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.20000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.20000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... 1.55000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... 1.40000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 1.80000  
 Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
 Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .25000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00653  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .18000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .09000  
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00003831  
 Passo centine [m] ..... 1.20000  
 Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 160.00000  
 Spessore CLS [m] ..... .70000  
 Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
 Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
 Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
 Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
 [0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
 [1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]  
 Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O A N A L I S I F R O N T E D I S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .000000  
 Spostamento radiale galleria [m] ..... .026463

Raggio plastico galleria [m] .....	7.355226
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.011195
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.003881
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.007674
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.005605

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.01723
LAMBDA :	.88764

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.02279
LAMBDA :	.96797

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.02009
LAMBDA :	.93551

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.01706
LAMBDA :	.88406

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.01863
LAMBDA :	.91323

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.02642
LAMBDA :	.99965

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.02646
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.02518
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.02460
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.02490
LAMBDA :	1.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.026463
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	7.355226

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.19461
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.13532
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.02518
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02009
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00508
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.935510
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	2.38060
Tensione centine [MPa] .....	22.58900
Coefficiente di sicurezza spritz .....	8.06520
Coefficiente di sicurezza centine .....	8.41117
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.09139
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.13821
Rigidezza spritz [MPa] .....	114.22743
Rigidezza centinatura [MPa] .....	24.15505

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.21235
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.12224
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.02529
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02518
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00012
Tensione CLS [MPa] .....	.93019

Coefficiente di sicurezza CLS .....	8.06289
Pressione rottura CLS [MPa] .....	.98561
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5113.76307
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,4 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

#### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 5400 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 13,5 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

##### RESISTENZA

PHI picco: 38 °  
C picco: 1,55 MPa  
PHI residuo: 30 °  
C residua: 1,4 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

##### RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .25 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,006525 m<sup>2</sup> passo 1,2 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0051 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

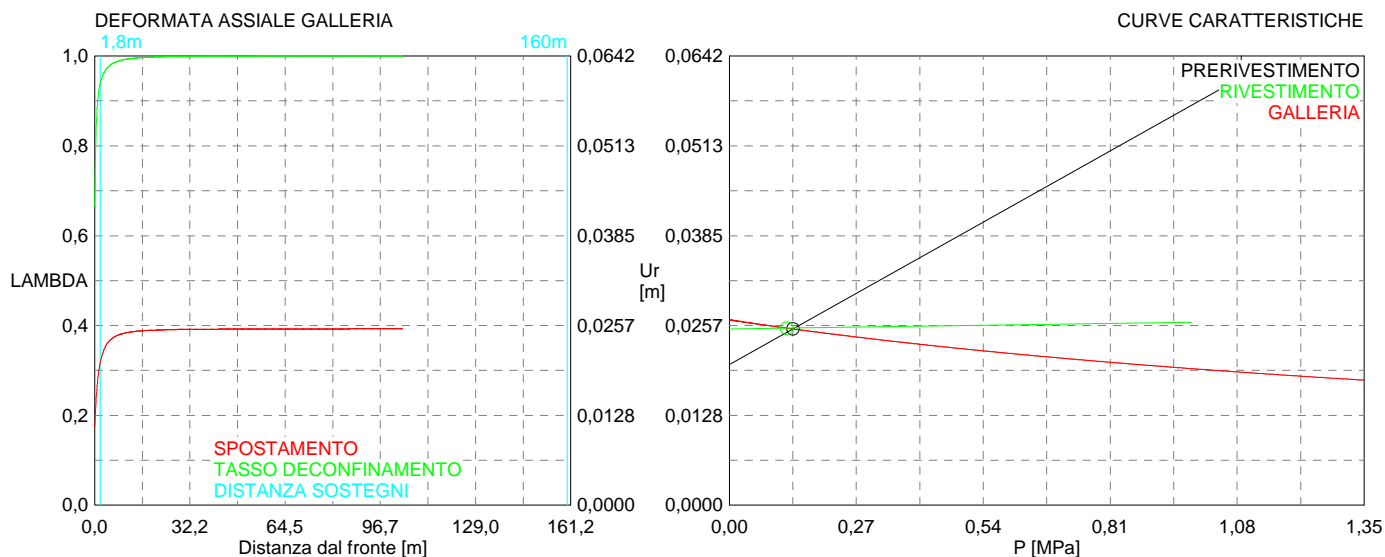
Spritz-beton 2,4 MPa Centine 22,6 MPa

#### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,7 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00012 m

Tensione CLS 0,9 MPa





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
C=50m  
B1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----  
Tensione originaria [MPa] ..... 1.35000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... .23000  
Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .20000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----  
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----  
Modulo di Young [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza a trazione [MPa] ..... 190.00000  
Tensione tesatura iniziale [MPa] ..... .00000  
Lunghezza [m] ..... 6.00000  
Sezione reagente [m2] ..... .00045  
Spaziatura circonferenziale [°] ..... 21.00000  
Spaziatura longitudinale [MPa] ..... 1.20000  
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] ..... .15000  
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] ..... 28.00000  
Perimetro sezione sfilamento [m] ..... .07500  
Opzione dispositivo di ripartizione ..... 1  
[0 dispositivo di ripartizione assente]  
Distanza dal fronte attivazione barre [m] ..... 5.34000  
SPRITZ-BETON E CENTINE  
Spessore spritz [m] ..... .30000  
Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
Sezione centina [m2] ..... .00770  
Altezza sezione centina [m2] ..... .22000  
Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .11000  
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00006120  
Passo centine [m] ..... 1.20000  
Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	160.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.006824
Raggio plastico galleria [m] .....	6.751751
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.003061
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.001614
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.002005
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.853975

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00369
LAMBDA :	.69200

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.00473
LAMBDA :	.85327

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00404
LAMBDA :	.75708

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00298
LAMBDA :	.55835

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00326
LAMBDA :	.61191

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00690
LAMBDA :	.99958

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.00691
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00600
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00571
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00579
LAMBDA :	1.00000

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00588
LAMBDA :	.94793

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.00683
LAMBDA :	.99639

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00572
LAMBDA :	.96552

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00532
---------	--------

LAMBDA : .93732

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .00543

LAMBDA : .94492

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.006824
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	6.751751
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.006913
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	6.803241

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.41217
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.05989
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.00601
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00404
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00197
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.757084

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00619
Convergenza radiale barre [m] .....	.00064
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.965522
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	.90890
Tensione centine [MPa] .....	8.53642
Coefficiente di sicurezza spritz .....	21.12441
Coefficiente di sicurezza centine .....	22.25759
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.26504
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.33290
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	27.75749

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.43321
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.05610
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.00606
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00601
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00005
Tensione CLS [MPa] .....	.38391
Coefficiente di sicurezza CLS .....	19.53606
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 1,35 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 38 °  
C picco: 0,23 MPa  
PHI residuo: 30 °  
C residua: 0,2 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,0077 m2 passo 1,2 m resistenza 190 MPa  
Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00045 m2 lunghezza 6 m incidenza 0,43 chiodi/m2

Spostamento radiale anello chiuso ,002 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 0,9 MPa Centine 8,5 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

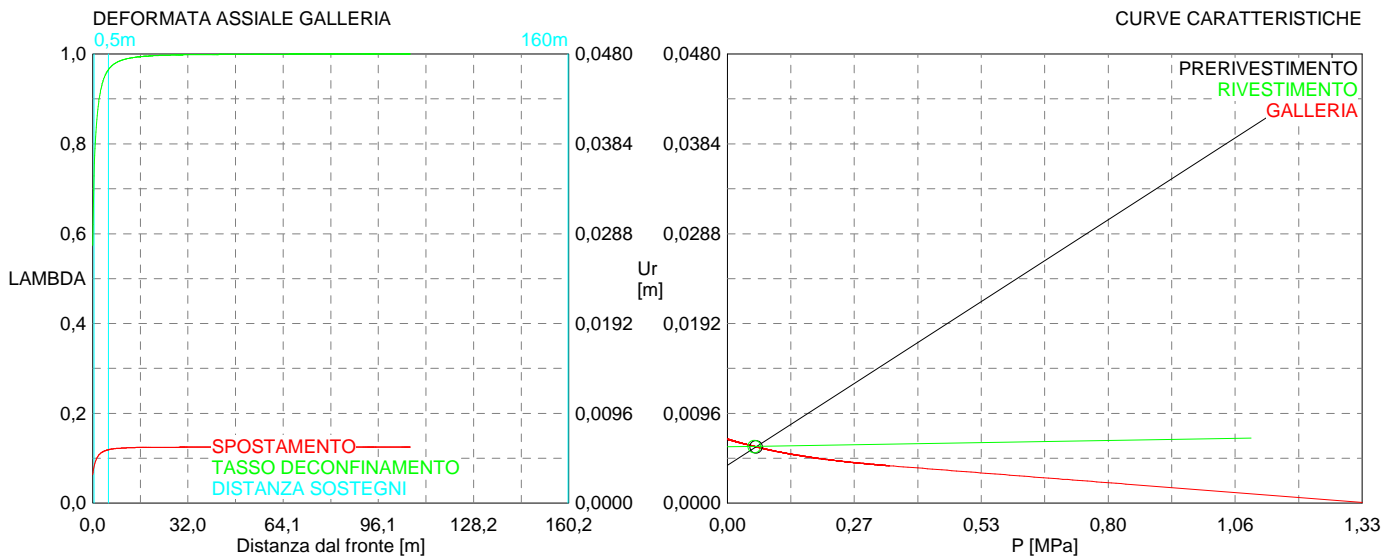
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00005 m

Tensione CLS 0,4 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
 C=50m  
 B2\_1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 1.35000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000

RESISTENZA ROCCIA

Coesione picco [MPa] ..... .23000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .20000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

FRONTE DI SCAVO RINFORZATO

Consolidamento generico del fronte  
 Incremento coesione picco [MPa] ..... .48000  
 Pressione sul fronte di scavo [MPa] ..... .00000  
 Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato  
 Coesione picco [MPa] ..... .71000  
 Coesione residua [MPa] ..... .20000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
 Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
 Forma del presinvestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .30000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00781  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .20000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .10000  
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00005696  
 Passo centine [m] ..... 1.00000  
 Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 100.00000  
 Spessore CLS [m] ..... .80000  
 Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
 Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
 Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
 Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
 [0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
 [1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]

Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale galleria [m] ..... .006913  
Raggio plastico galleria [m] ..... 6.803241  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .002676  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .002005  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .002005  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 5.340000

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .00337  
LAMBDA : .63156

Trasformazione Omotetica

U [m] : .00473  
LAMBDA : .85327

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .00375  
LAMBDA : .70343

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .00326  
LAMBDA : .61123

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .00326  
LAMBDA : .61123

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .00690  
LAMBDA : .99948

Trasformazione Omotetica

U [m] : .00691  
LAMBDA : 1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .00590  
LAMBDA : .99997

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .00576  
LAMBDA : .99996

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .00576  
LAMBDA : .99996

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spot. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .006913  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 6.803241

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 6.36795  
Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... .06800  
Spostamento punto di equilibrio [m] ..... .00591  
Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .00375  
Convergenza radiale prerivestimento [m] ..... .00216  
Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .703431  
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)  
Tensione spritz [MPa] ..... .99455  
Tensione centine [MPa] ..... 9.34082  
Coefficiente di sicurezza spritz ..... 19.30524  
Coefficiente di sicurezza centine ..... 20.34083  
Pressione rottura spritz [MPa] ..... 1.31199  
Pressione rottura centine [MPa] ..... 1.38237  
Rigidezza spritz [MPa] ..... 134.29478  
Rigidezza centinatura [MPa] ..... 33.77185

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.38420
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.06353
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.00597
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00591
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00006
Tensione CLS [MPa] .....	.43476
Coefficiente di sicurezza CLS .....	17.25082
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999971

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 1,35 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

#### RESISTENZA

PHI picco: 38 °  
C picco: 0,23 MPa  
PHI residuo: 30 °  
C residua: 0,2 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,48 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,007807 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0022 m

#### TENSIONI ANELLO CHIUSO

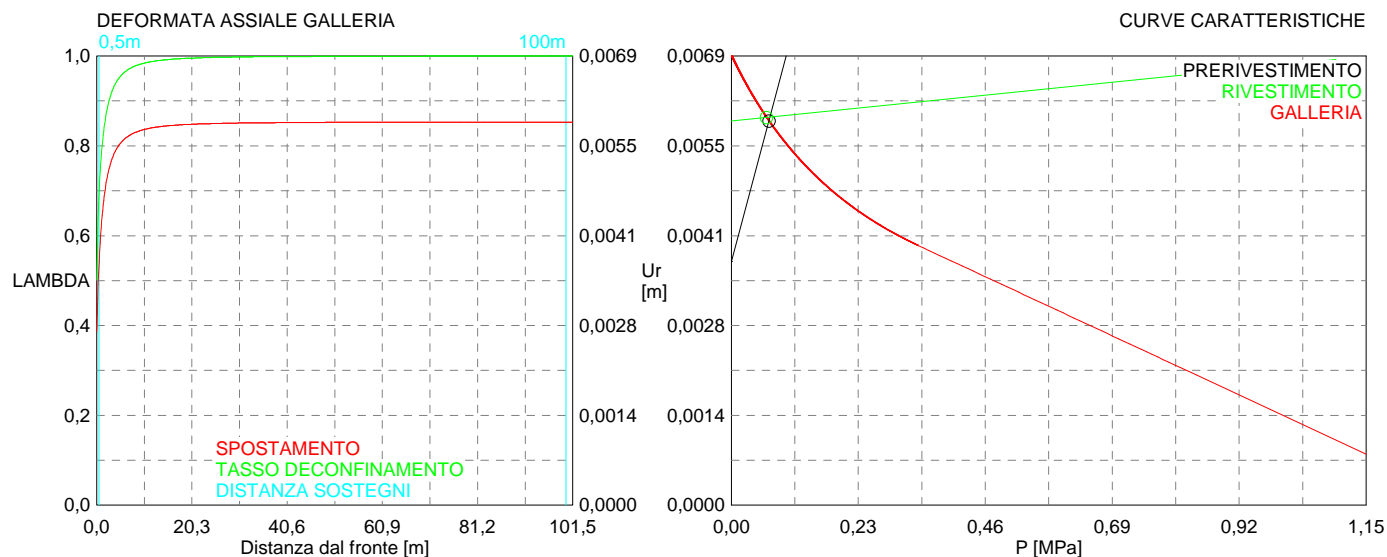
Spritz-beton 1,0 MPa Centine 9,3 MPa

### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00006 m

Tensione CLS 0,4 MPa





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
 C=75m  
 B1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 2.02500  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .30000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .25000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
 Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
 Forma del presinvestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Modulo di Young [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza a trazione [MPa] ..... 190.00000  
 Tensione tesatura iniziale [MPa] ..... .00000  
 Lunghezza [m] ..... 6.00000  
 Sezione reagente [m2] ..... .00045  
 Spaziatura circonferenziale [°] ..... 21.00000  
 Spaziatura longitudinale [MPa] ..... 1.20000  
 Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] ..... .15000  
 Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] ..... 28.00000  
 Perimetro sezione sfilamento [m] ..... .07500  
 Opzione dispositivo di ripartizione ..... 1  
 [0 dispositivo di ripartizione assente]  
 Distanza dal fronte attivazione barre [m] ..... 5.34000  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .30000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00770  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .22000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .11000  
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00006120  
 Passo centine [m] ..... 1.20000  
 Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.010889
Raggio plastico galleria [m] .....	7.012174
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.004817
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.002285
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ..	.003207
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.961203

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00581
LAMBDA :	.72570

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.00743
LAMBDA :	.86710

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00633
LAMBDA :	.78366

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00446
LAMBDA :	.55682

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00514
LAMBDA :	.64186

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00933
LAMBDA :	.95235

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.01090
LAMBDA :	.99625

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00893
LAMBDA :	.96929

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00819
LAMBDA :	.93710

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00845
LAMBDA :	.94917

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.010889
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	7.012174
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	.011060
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	7.047439

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.58241
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.09281
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.00939
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00633
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00306
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.783663

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00987
Convergenza radiale barre [m] .....	.00102
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.969295
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	1.40856
Tensione centine [MPa] .....	13.22920

Coefficiente di sicurezza spritz .....	13.63097
Coefficiente di sicurezza centine .....	14.36217
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.26504
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.33290
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	27.75749

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 2,025 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 38 °  
C picco: 0,3 MPa  
PHI residuo: 30 °  
C residua: 0,25 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

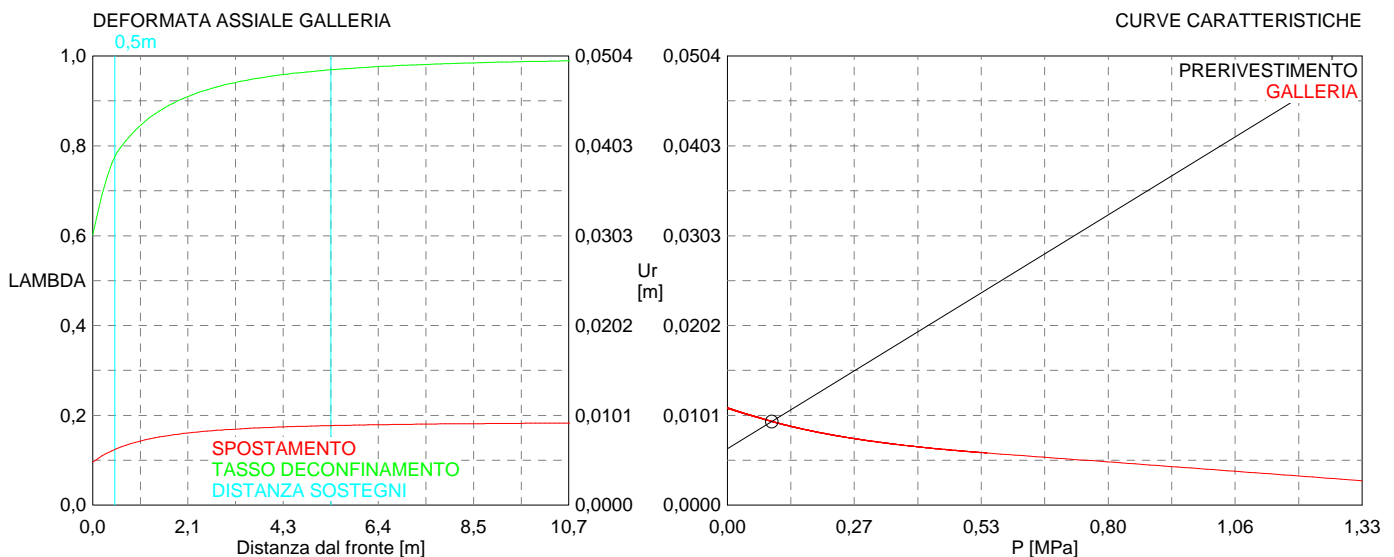
**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,0077 m2 passo 1,2 m resistenza 190 MPa  
Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00045 m2 lunghezza 6 m incidenza 0,43 chiodi/m2

Spostamento radiale anello chiuso ,0031 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 1,4 MPa Centine 13,2 MPa  
Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0  
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0



```

#####
#####
###
###
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
#####   ##   ##   ##   ##
#####   #####   #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
 C=75m  
 B2\_1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 2.02500  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000

RESISTENZA ROCCIA

Coesione picco [MPa] ..... .30000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .25000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

FRONTE DI SCAVO RINFORZATO

Consolidamento generico del fronte  
 Incremento coesione picco [MPa] ..... .48000  
 Pressione sul fronte di scavo [MPa] ..... .00000  
 Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato  
 Coesione picco [MPa] ..... .78000  
 Coesione residua [MPa] ..... .25000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
 Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
 Forma del presinvestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .30000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00781  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .20000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .10000  
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00005696  
 Passo centine [m] ..... 1.00000  
 Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 100.00000  
 Spessore CLS [m] ..... .80000  
 Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
 Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
 Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
 Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
 [0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
 [1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]

Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale galleria [m] ..... .011060  
Raggio plastico galleria [m] ..... 7.047439  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .004014  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .003690  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .003207  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 5.340000

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .00513  
LAMBDA : .64128

Trasformazione Omotetica

U [m] : .00743  
LAMBDA : .86710

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .00573  
LAMBDA : .71573

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .00549  
LAMBDA : .68564

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .00513  
LAMBDA : .64098

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .01104  
LAMBDA : .99950

Trasformazione Omotetica

U [m] : .01106  
LAMBDA : 1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .00914  
LAMBDA : .99997

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .00906  
LAMBDA : .99997

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .00896  
LAMBDA : .99996

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spot. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .011060  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 7.047439

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 6.51571  
Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... .10827  
Spostamento punto di equilibrio [m] ..... .00917  
Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .00573  
Convergenza radiale prerivestimento [m] ..... .00344  
Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .715731  
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)  
Tensione spritz [MPa] ..... 1.58362  
Tensione centine [MPa] ..... 14.87339  
Coefficiente di sicurezza spritz ..... 12.12412  
Coefficiente di sicurezza centine ..... 12.77449  
Pressione rottura spritz [MPa] ..... 1.31199  
Pressione rottura centine [MPa] ..... 1.38237  
Rigidezza spritz [MPa] ..... 134.29478  
Rigidezza centinatura [MPa] ..... 33.77185

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.54898
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.10202
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.00925
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00917
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00009
Tensione CLS [MPa] .....	.69816
Coefficiente di sicurezza CLS .....	10.74256
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999972

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 2,025 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 38 °  
C picco: 0,3 MPa  
PHI residuo: 30 °  
C residua: 0,25 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,48 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,007807 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0034 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

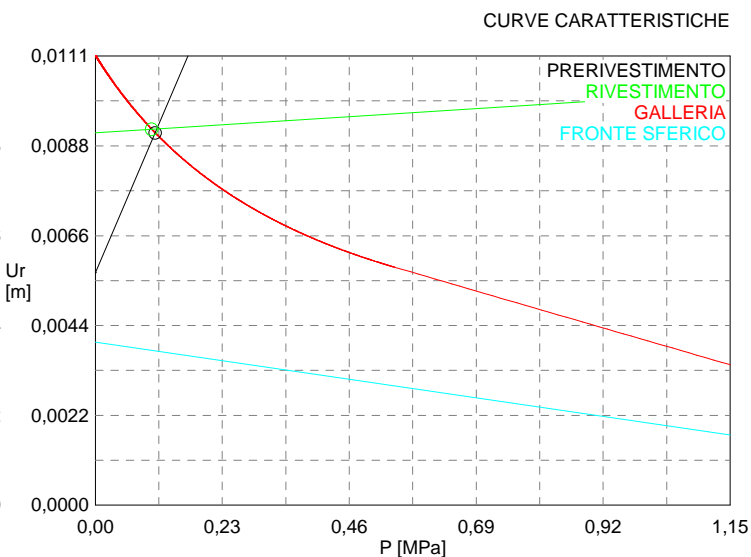
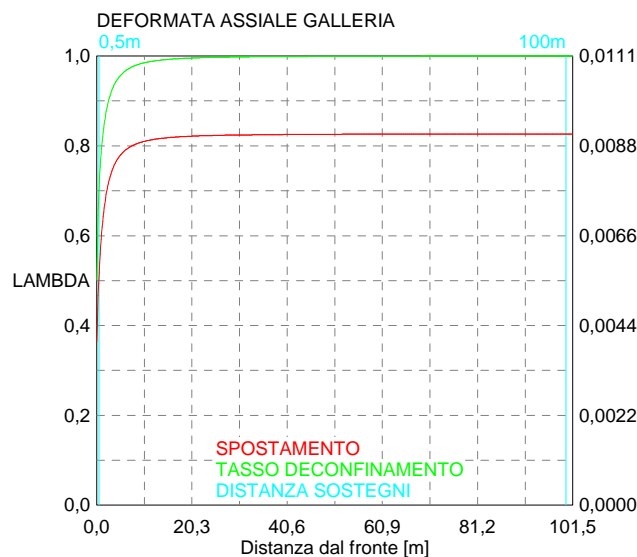
Spritz-beton 1,6 MPa Centine 14,9 MPa

### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00009 m

Tensione CLS 0,7 MPa





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##  ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
 C=100m  
 B1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 2.70000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000  
 RESISTENZA ROCCIA  
 Coesione picco [MPa] ..... .35000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .32000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
 Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
 Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Modulo di Young [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza a trazione [MPa] ..... 190.00000  
 Tensione tesatura iniziale [MPa] ..... .00000  
 Lunghezza [m] ..... 6.00000  
 Sezione reagente [m2] ..... .00045  
 Spaziatura circonferenziale [°] ..... 21.00000  
 Spaziatura longitudinale [MPa] ..... 1.20000  
 Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] ..... .15000  
 Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] ..... 28.00000  
 Perimetro sezione sfilamento [m] ..... .07500  
 Opzione dispositivo di ripartizione ..... 1  
 [0 dispositivo di ripartizione assente]  
 Distanza dal fronte attivazione barre [m] ..... 5.34000  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .30000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00770  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .22000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .11000  
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00006120  
 Passo centine [m] ..... 1.20000  
 Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	160.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.015460
Raggio plastico galleria [m] .....	7.243532
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.006754
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.002789
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.004567
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.063022

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00814
LAMBDA :	.75813

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.01040
LAMBDA :	.87815

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00883
LAMBDA :	.80432

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00586
LAMBDA :	.54970

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00719
LAMBDA :	.67383

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.01572
LAMBDA :	.99963

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.01575
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.01299
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.01203
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.01244
LAMBDA :	1.00000

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.01318
LAMBDA :	.95605

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.01547
LAMBDA :	.99608

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.01240
LAMBDA :	.97223

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.01115
---------	--------

LAMBDA : .93609

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .01170

LAMBDA : .95371

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.015460
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	7.243532
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.015748
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	7.297617

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.75175
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.12739
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.01303
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00883
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00420
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.804318

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01400
Convergenza radiale barre [m] .....	.00146
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.972226
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	1.93353
Tensione centine [MPa] .....	18.15972
Coefficiente di sicurezza spritz .....	9.93004
Coefficiente di sicurezza centine .....	10.46272
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.26504
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.33290
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	27.75749

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.76888
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.12131
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.01313
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01303
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00011
Tensione CLS [MPa] .....	.83016
Coefficiente di sicurezza CLS .....	9.03442
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 2,7 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 38 °  
C picco: 0,35 MPa  
PHI residuo: 30 °  
C residua: 0,32 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,0077 m2 passo 1,2 m resistenza 190 MPa  
Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00045 m2 lunghezza 6 m incidenza 0,43 chiodi/m2

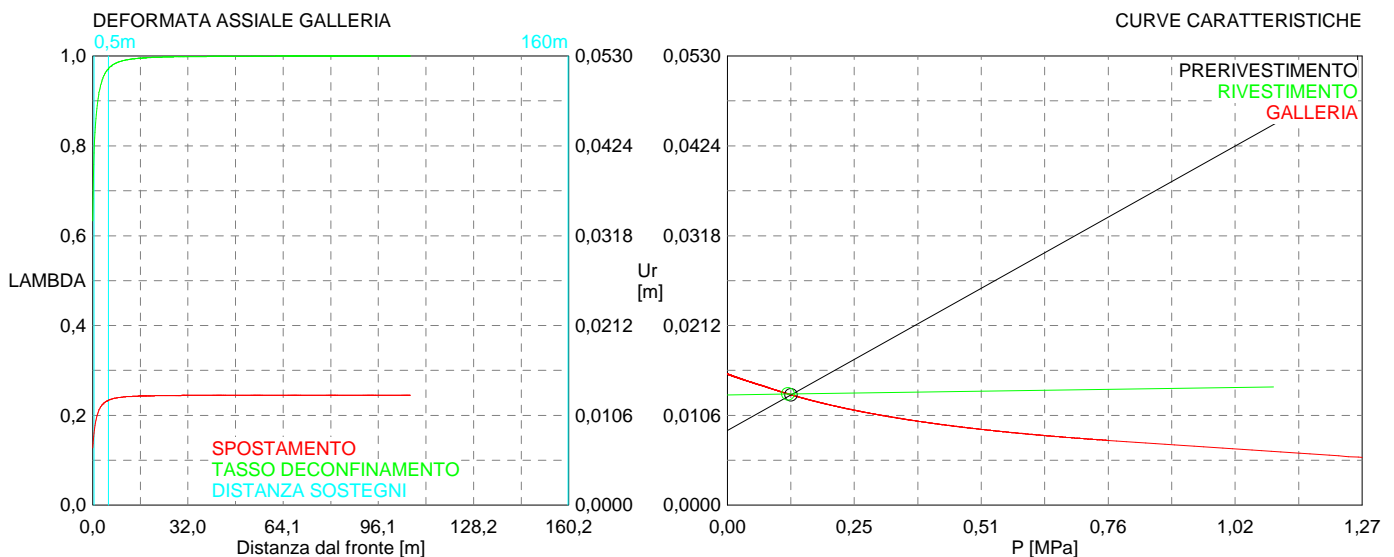
Spostamento radiale anello chiuso ,0042 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 1,9 MPa Centine 18,2 MPa  
Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0  
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00011 m  
Tensione CLS 0,8 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
C=100m  
B2\_1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 2.70000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000

RESISTENZA ROCCIA

Coesione picco [MPa] ..... .35000  
Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .32000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

FRONTE DI SCAVO RINFORZATO

Consolidamento generico del fronte  
Incremento coesione picco [MPa] ..... .48000  
Pressione sul fronte di scavo [MPa] ..... .00000  
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato  
Coesione picco [MPa] ..... .83000  
Coesione residua [MPa] ..... .32000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
Forma del presinvestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
SPRITZ-BETON E CENTINE  
Spessore spritz [m] ..... .30000  
Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
Sezione centina [m2] ..... .00781  
Altezza sezione centina [m2] ..... .20000  
Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .10000  
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00005696  
Passo centine [m] ..... 1.00000  
Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 100.00000  
Spessore CLS [m] ..... .80000  
Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]

Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale galleria [m] ..... .015748  
Raggio plastico galleria [m] ..... 7.297617  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .005395  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .004937  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .004567  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 5.443562

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .00699  
LAMBDA : .65493

Trasformazione Omotetica

U [m] : .01040  
LAMBDA : .87815

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .00780  
LAMBDA : .73043

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .00746  
LAMBDA : .69876

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .00718  
LAMBDA : .67278

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .01571  
LAMBDA : .99952

Trasformazione Omotetica

U [m] : .01575  
LAMBDA : 1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .01258  
LAMBDA : .99997

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .01247  
LAMBDA : .99997

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .01238  
LAMBDA : .99997

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spot. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .015748  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 7.297617

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 6.66663  
Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... .15194  
Spostamento punto di equilibrio [m] ..... .01262  
Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .00780  
Convergenza radiale prerivestimento [m] ..... .00483  
Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .730429  
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)  
Tensione spritz [MPa] ..... 2.22250  
Tensione centine [MPa] ..... 20.87378  
Coefficiente di sicurezza spritz ..... 8.63891  
Coefficiente di sicurezza centine ..... 9.10233  
Pressione rottura spritz [MPa] ..... 1.31199  
Pressione rottura centine [MPa] ..... 1.38237  
Rigidezza spritz [MPa] ..... 134.29478  
Rigidezza centinatura [MPa] ..... 33.77185

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.68358
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.14417
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.01275
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01262
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00012
Tensione CLS [MPa] .....	.98654
Coefficiente di sicurezza CLS .....	7.60233
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999974

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 2,7 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

#### RESISTENZA

PHI picco: 38 °  
C picco: 0,35 MPa  
PHI residuo: 30 °  
C residua: 0,32 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,48 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,007807 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0048 m

#### TENSIONI ANELLO CHIUSO

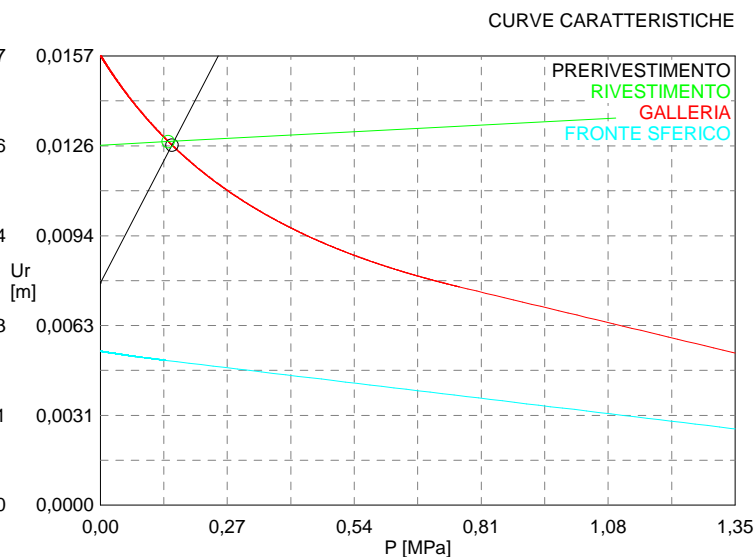
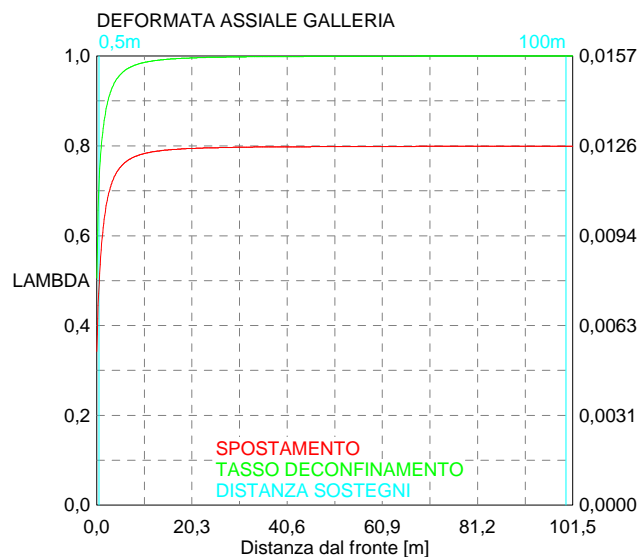
Spritz-beton 2,2 MPa Centine 20,9 MPa

### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00012 m

Tensione CLS 1, MPa





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
C=200m  
B1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 5.40000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... .55000  
Angolo attrito picco [°] ..... 36.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .47500  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 29.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Modulo di Young [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza a trazione [MPa] ..... 190.00000  
Tensione tesatura iniziale [MPa] ..... .00000  
Lunghezza [m] ..... 6.00000  
Sezione reagente [m2] ..... .00045  
Spaziatura circonferenziale [°] ..... 21.00000  
Spaziatura longitudinale [MPa] ..... 1.20000  
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] ..... .15000  
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] ..... 28.00000  
Perimetro sezione sfilamento [m] ..... .07500  
Opzione dispositivo di ripartizione ..... 1  
[0 dispositivo di ripartizione assente]  
Distanza dal fronte attivazione barre [m] ..... 5.34000  
SPRITZ-BETON E CENTINE  
Spessore spritz [m] ..... .30000  
Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
Sezione centina [m2] ..... .00770  
Altezza sezione centina [m2] ..... .22000  
Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .11000  
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00006120  
Passo centine [m] ..... 1.20000  
Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	160.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.037450
Raggio plastico galleria [m] .....	8.098361
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.015736
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.003830
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.011162
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.409841

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.01889
LAMBDA :	.81304

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.02410
LAMBDA :	.89598

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.02015
LAMBDA :	.83776

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.01094
LAMBDA :	.51247

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.01658
LAMBDA :	.75496

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.03841
LAMBDA :	.99964

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.03849
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.02938
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.02577
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.02790
LAMBDA :	1.00000

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.03127
LAMBDA :	.96073

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.03739
LAMBDA :	.99507

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.02802
LAMBDA :	.97607

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.02358
---------	--------

LAMBDA : .92810

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .02623

LAMBDA : .96386

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.037450
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	8.098361
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.038489
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	8.194301

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.31570
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.28268
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.02947
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02015
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00932
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.837762

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.03372
Convergenza radiale barre [m] .....	.00373
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.976073
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	4.29042
Tensione centine [MPa] .....	40.29573
Coefficiente di sicurezza spritz .....	4.47508
Coefficiente di sicurezza centine .....	4.71514
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.26504
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.33290
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	27.75749

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.35195
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.27290
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.02971
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02947
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00024
Tensione CLS [MPa] .....	1.86749
Coefficiente di sicurezza CLS .....	4.01608
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 5,4 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 36 °  
C picco: 0,55 MPa  
PHI residuo: 29 °  
C residua: 0,475 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,0077 m2 passo 1,2 m resistenza 190 MPa  
Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00045 m2 lunghezza 6 m incidenza 0,43 chiodi/m2

Spostamento radiale anello chiuso ,0093 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 4,3 MPa Centine 40,3 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

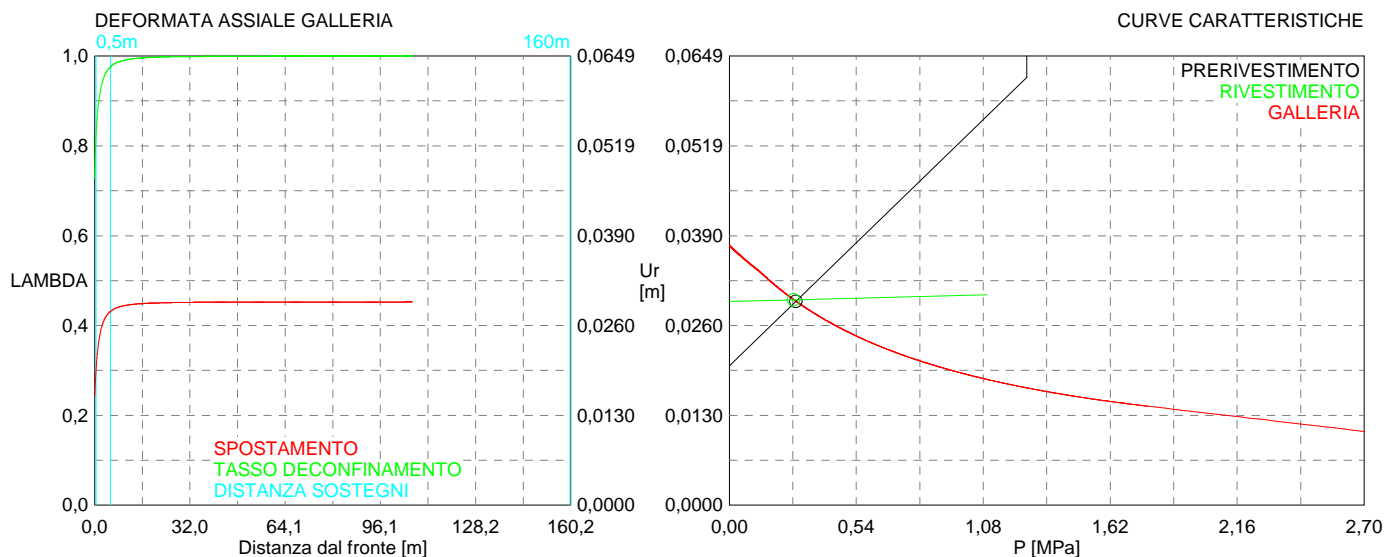
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00024 m

Tensione CLS 1,9 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
C=200m  
B2\_1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.35000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 5.40000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.35000  
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.35000

RESISTENZA ROCCIA

Coesione picco [MPa] ..... .55000  
Angolo attrito picco [°] ..... 36.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .47500  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 29.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

FRONTE DI SCAVO RINFORZATO

Consolidamento generico del fronte  
Incremento coesione picco [MPa] ..... .46000  
Pressione sul fronte di scavo [MPa] ..... .00000  
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato  
Coesione picco [MPa] ..... 1.01000  
Coesione residua [MPa] ..... .47500

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
Forma del presinvestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
SPRITZ-BETON E CENTINE  
Spessore spritz [m] ..... .30000  
Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
Sezione centina [m2] ..... .00781  
Altezza sezione centina [m2] ..... .20000  
Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .10000  
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00005696  
Passo centine [m] ..... 1.00000  
Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 100.00000  
Spessore CLS [m] ..... .80000  
Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]

Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale galleria [m] ..... .038561  
Raggio plastico galleria [m] ..... 8.209646  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .012206  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .009339  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .011183  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 5.864938

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .01586  
LAMBDA : .73119

Trasformazione Omotetica

U [m] : .02416  
LAMBDA : .89612

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .01737  
LAMBDA : .77631

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .01515  
LAMBDA : .70521

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .01658  
LAMBDA : .75395

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .03845  
LAMBDA : .99952

Trasformazione Omotetica

U [m] : .03856  
LAMBDA : 1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .02810  
LAMBDA : .99998

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .02721  
LAMBDA : .99997

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .02778  
LAMBDA : .99997

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spot. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .038561  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 8.209646

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 7.20317  
Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... .33998  
Spostamento punto di equilibrio [m] ..... .02821  
Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .01737  
Convergenza radiale prerivestimento [m] ..... .01084  
Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .776315  
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)  
Tensione spritz [MPa] ..... 4.98251  
Tensione centine [MPa] ..... 46.80204  
Coefficiente di sicurezza spritz ..... 3.85348  
Coefficiente di sicurezza centine ..... 4.05965  
Pressione rottura spritz [MPa] ..... 1.30963  
Pressione rottura centine [MPa] ..... 1.37970  
Rigidezza spritz [MPa] ..... 134.03318  
Rigidezza centinatura [MPa] ..... 33.70873

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.22111
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.32703
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.02850
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02821
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00028
Tensione CLS [MPa] .....	2.24199
Coefficiente di sicurezza CLS .....	3.34524
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09401
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5801.58254
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999976

Diametro della galleria: 10,7 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 5,4 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

#### RESISTENZA

PHI picco: 36 °  
C picco: 0,55 MPa  
PHI residuo: 29 °  
C residua: 0,475 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,46 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,007807 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0108 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

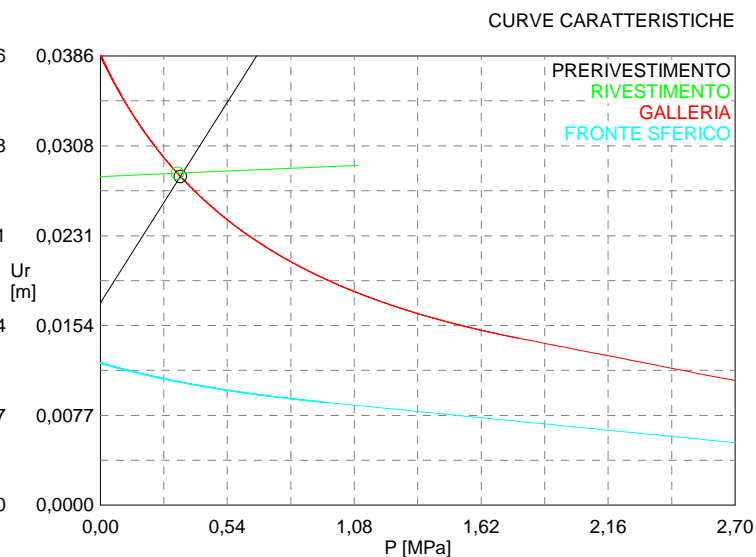
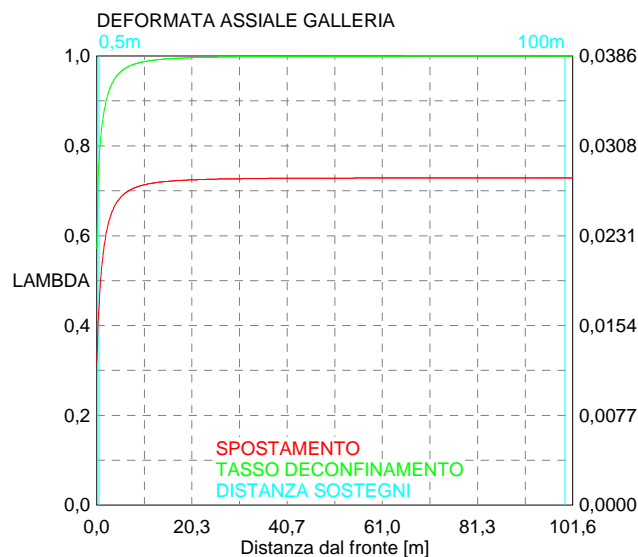
Spritz-beton 5,0 MPa Centine 46,8 MPa

### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00028 m

Tensione CLS 2,2 MPa





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
C=400m  
B1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 10.80000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . . . . .0.00000  
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. . . .0.00000  
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. . . .0.00000  
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. . . .0.00000  
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... .85000  
Angolo attrito picco [°] ..... 30.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .75000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 27.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Modulo di Young [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza a trazione [MPa] ..... 190.00000  
Tensione tesatura iniziale [MPa] ..... .00000  
Lunghezza [m] ..... 6.00000  
Sezione reagente [m2] ..... .00045  
Spaziatura circonferenziale [°] ..... 21.00000  
Spaziatura longitudinale [MPa] ..... 1.20000  
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] ..... .15000  
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] ..... 28.00000  
Perimetro sezione sfilamento [m] ..... .07500  
Opzione dispositivo di ripartizione ..... 1  
[0 dispositivo di ripartizione assente]  
Distanza dal fronte attivazione barre [m] ..... 5.34000  
SPRITZ-BETON E CENTINE  
Spessore spritz [m] ..... .30000  
Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
Sezione centina [m2] ..... .00770  
Altezza sezione centina [m2] ..... .22000  
Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .11000  
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . . . . .0.0006120  
Passo centine [m] ..... 1.20000  
Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	160.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.121923
Raggio plastico galleria [m] .....	10.824167
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.045603
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.012444
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.036268
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	7.362358

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.05405
LAMBDA :	.85492

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.06883
LAMBDA :	.90703

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.05546
LAMBDA :	.86093

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.02784
LAMBDA :	.63832

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.04758
LAMBDA :	.82295

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.12456
LAMBDA :	.99951

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.12506
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.07899
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.06460
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.07459
LAMBDA :	1.00000

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.09317
LAMBDA :	.95969

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.11606
LAMBDA :	.99069

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.07506
LAMBDA :	.97680

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.05847
---------	--------

LAMBDA : .93967

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .07008

LAMBDA : .97047

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.121923
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	10.824167
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.125061
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	10.991575

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.96032
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.72215
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.07925
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.05546
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.02380
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.860932

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.10466
Convergenza radiale barre [m] .....	.01726
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.976804
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	10.96040
Tensione centine [MPa] .....	102.94026
Coefficiente di sicurezza spritz .....	1.75176
Coefficiente di sicurezza centine .....	1.84573
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.26504
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.33290
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	27.75749

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.98035
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.70764
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.07987
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.07925
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00061
Tensione CLS [MPa] .....	4.84248
Coefficiente di sicurezza CLS .....	1.54879
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 10,8 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 30 °  
C picco: 0,85 MPa  
PHI residuo: 27 °  
C residua: 0,75 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,0077 m2 passo 1,2 m resistenza 190 MPa  
Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00045 m2 lunghezza 6 m incidenza 0,43 chiodi/m2

Spostamento radiale anello chiuso ,0238 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 11,0 MPa Centine 102,9 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

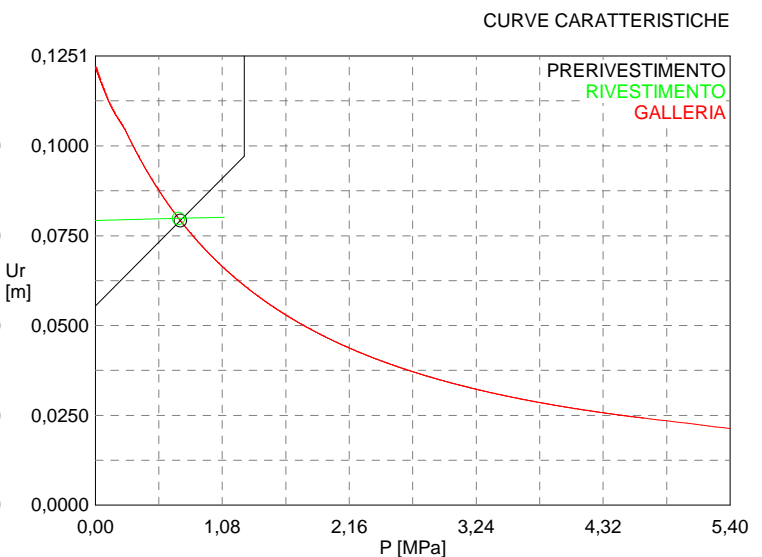
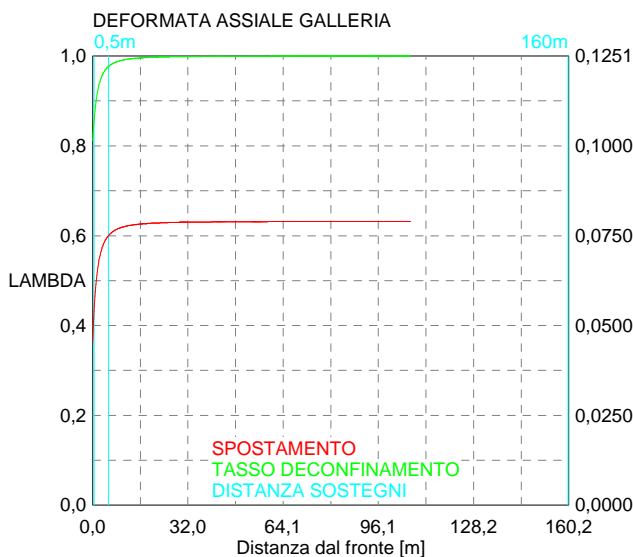
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00061 m

Tensione CLS 4,8 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2a  
 C=400m  
 B2\_1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 10.80000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000

RESISTENZA ROCCIA

Coesione picco [MPa] ..... .85000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 30.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .75000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 27.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

FRONTE DI SCAVO RINFORZATO

Consolidamento generico del fronte  
 Incremento coesione picco [MPa] ..... .40000  
 Pressione sul fronte di scavo [MPa] ..... .00000  
 Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato  
 Coesione picco [MPa] ..... 1.25000  
 Coesione residua [MPa] ..... .75000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
 Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
 Forma del presinvestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .30000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00781  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .20000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .10000  
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00005696  
 Passo centine [m] ..... 1.00000  
 Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 100.00000  
 Spessore CLS [m] ..... .80000  
 Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
 Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
 Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
 Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
 [0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
 [1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]

Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale galleria [m] ..... .125061  
Raggio plastico galleria [m] ..... 10.991575  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .035144  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .012535  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .036268  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 6.776777

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .04471  
LAMBDA : .80607

Trasformazione Omotetica

U [m] : .06883  
LAMBDA : .90703

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .04653  
LAMBDA : .81700

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .02778  
LAMBDA : .63744

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .04747  
LAMBDA : .82238

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .12442  
LAMBDA : .99938

Trasformazione Omotetica

U [m] : .12506  
LAMBDA : 1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .07353  
LAMBDA : .99998

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .06395  
LAMBDA : .99995

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .07405  
LAMBDA : .99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .125061  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 10.991575

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 8.68188  
Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... .85970  
Spostamento punto di equilibrio [m] ..... .07384  
Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .04653  
Convergenza radiale prerivestimento [m] ..... .02731  
Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .817002  
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)  
Tensione spritz [MPa] ..... 12.57759  
Tensione centine [MPa] ..... 118.12900  
Coefficiente di sicurezza spritz ..... 1.52652  
Coefficiente di sicurezza centine ..... 1.60841  
Pressione rottura spritz [MPa] ..... 1.31199  
Pressione rottura centine [MPa] ..... 1.38237  
Rigidezza spritz [MPa] ..... 134.29478  
Rigidezza centinatura [MPa] ..... 33.77185

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----  
Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 8.72143  
Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... .84017  
Spostamento punto di equilibrio [MPa] ..... .07456  
Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .07384  
Convergenza radiale rivestimento [m] ..... .00073  
Tensione CLS [MPa] ..... 5.74938  
Coefficiente di sicurezza CLS ..... 1.30449  
Pressione rottura CLS [MPa] ..... 1.09599  
Rigidezza anello CLS [MPa] ..... 5814.45232  
Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .999977

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 10,8 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 30 °  
C picco: 0,85 MPa  
PHI residuo: 27 °  
C residua: 0,75 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m2 incidenza 0,0 chiodi/m2  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,4 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,007807 m2 passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0273 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

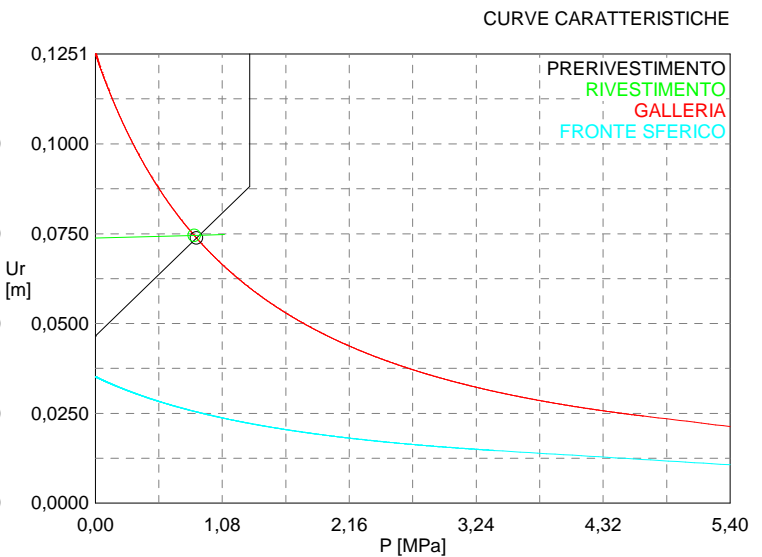
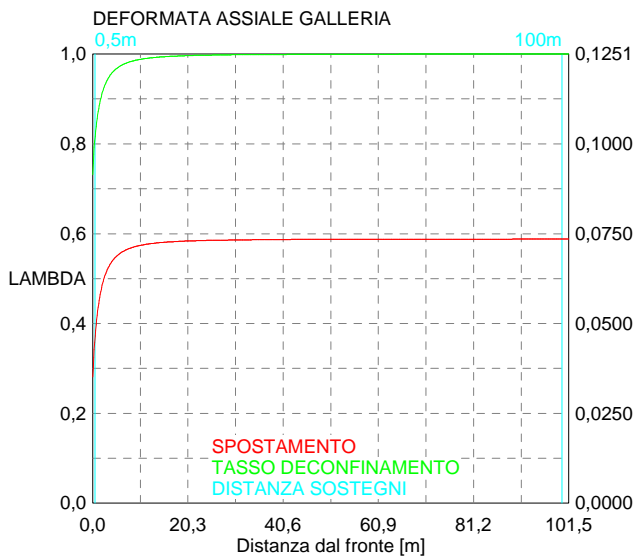
Spritz-beton 12,6 MPa Centine 118,1 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00073 m

Tensione CLS 5,7 MPa





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

B1\_GR2a\_150m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.34000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	4.05000
Modulo di Young [MPa] .....	1750.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.34000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.34000
RESISTENZA ROCCIA -----	
Coesione picco [MPa] .....	.45000
Angolo attrito picco [°] .....	38.00000
Coesione residua [MPa] .....	.40000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	30.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.60000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presivestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----	
Modulo di Young [MPa] .....	210000.00000
Resistenza a trazione [MPa] .....	190.00000
Tensione tesatura iniziale [MPa] .....	.00000
Lunghezza [m] .....	6.00000
Sezione reagente [m2] .....	.00045
Spaziatura circonferenziale [°] .....	21.00000
Spaziatura longitudinale [MPa] .....	1.20000
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] .....	.15000
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] .....	28.00000
Perimetro sezione sfilamento [m] .....	.07500
Opzione dispositivo di ripartizione .....	1
[0 dispositivo di ripartizione assente]	
Distanza dal fronte attivazione barre [m] .....	5.34000
SPRITZ-BETON E CENTINE -----	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	20000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00790
Altezza sezione centina [m2] .....	.22000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.11000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00006120
Passo centine [m] .....	1.20000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	19.20000
Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	160.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.025041
Raggio plastico galleria [m] .....	7.553251
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.010791
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.003527
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.007425
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.193720

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.01336
LAMBDA :	.80247

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.01737
LAMBDA :	.90479

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.01451
LAMBDA :	.83954

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00929
LAMBDA :	.58049

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.01208
LAMBDA :	.74870

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.02555
LAMBDA :	.99965

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.02560
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.02060
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.01871
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.01969
LAMBDA :	1.00000

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.02120
LAMBDA :	.95971

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.02505
LAMBDA :	.99585

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.01968
LAMBDA :	.97554

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.01728
---------	--------

LAMBDA : .93605

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .01853

LAMBDA : .96169

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.025041
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	7.553251
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.025602
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	7.627230

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.96995
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.18781
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.02068
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01451
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00616
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.839541

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02270
Convergenza radiale barre [m] .....	.00234
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.975540
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	2.83781
Tensione centine [MPa] .....	26.65274
Coefficiente di sicurezza spritz .....	6.76579
Coefficiente di sicurezza centine .....	7.12872
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.27067
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.33883
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	28.47846

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.99459
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.18026
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.02083
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02068
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00016
Tensione CLS [MPa] .....	1.23356
Coefficiente di sicurezza CLS .....	6.07997
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 4,05 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 38 °  
C picco: 0,45 MPa  
PHI residuo: 30 °  
C residua: 0,4 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,0079 m2 passo 1,2 m resistenza 190 MPa  
Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00045 m2 lunghezza 6 m incidenza 0,43 chiodi/m2

Spostamento radiale anello chiuso ,0062 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 2,8 MPa Centine 26,7 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

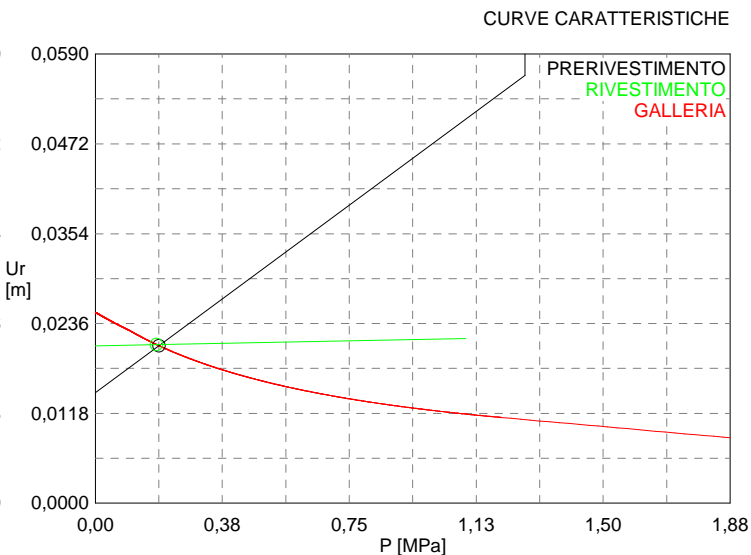
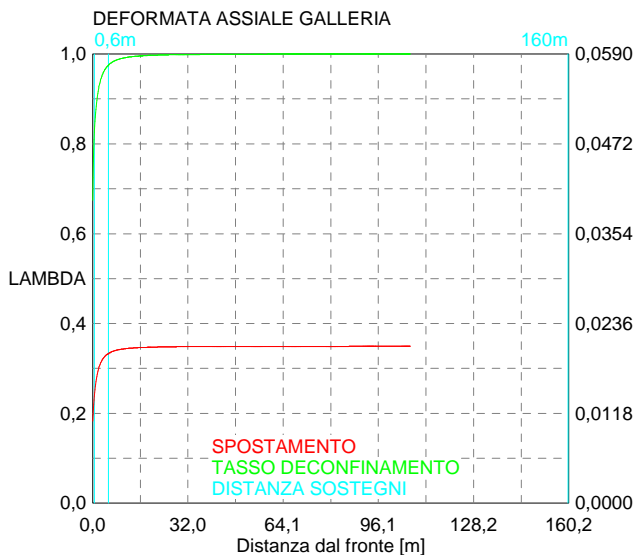
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00016 m

Tensione CLS 1,2 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

B1\_GR2a\_300m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.34000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	8.10000
Modulo di Young [MPa] .....	1750.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.34000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.34000
RESISTENZA ROCCIA -----	
Coesione picco [MPa] .....	.72500
Angolo attrito picco [°] .....	33.00000
Coesione residua [MPa] .....	.62500
Angolo attrito residuo [MPa] .....	29.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.60000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presivestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----	
Modulo di Young [MPa] .....	210000.00000
Resistenza a trazione [MPa] .....	190.00000
Tensione tesatura iniziale [MPa] .....	.00000
Lunghezza [m] .....	6.00000
Sezione reagente [m2] .....	.00045
Spaziatura circonferenziale [°] .....	21.00000
Spaziatura longitudinale [MPa] .....	1.20000
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] .....	.15000
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] .....	28.00000
Perimetro sezione sfilamento [m] .....	.07500
Opzione dispositivo di ripartizione .....	1
[0 dispositivo di ripartizione assente]	
Distanza dal fronte attivazione barre [m] .....	5.34000
SPRITZ-BETON E CENTINE -----	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	20000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00790
Altezza sezione centina [m2] .....	.22000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.11000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00006120
Passo centine [m] .....	1.20000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	19.20000
Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	160.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.069727
Raggio plastico galleria [m] .....	9.222122
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.027818
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.007133
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.020788
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.815391

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.03420
LAMBDA :	.84681

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.04448
LAMBDA :	.91409

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.03600
LAMBDA :	.86135

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.02002
LAMBDA :	.62550

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.03051
LAMBDA :	.81134

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.07148
LAMBDA :	.99959

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.07168
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.05091
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.04351
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.04823
LAMBDA :	1.00000

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.05618
LAMBDA :	.96099

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.06847
LAMBDA :	.99334

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.04841
LAMBDA :	.97681

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.03958
---------	--------

LAMBDA : .93736

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .04526

LAMBDA : .96845

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.069727
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	9.222122
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.071684
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	9.323613

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.06014
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.46014
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.05110
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.03600
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01510
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.861351

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.06160
Convergenza radiale barre [m] .....	.00813
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.976810
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	6.95283
Tensione centine [MPa] .....	65.30108
Coefficiente di sicurezza spritz .....	2.76147
Coefficiente di sicurezza centine .....	2.90960
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.27067
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.33883
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	28.47846

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.07924
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.44813
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.05148
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.05110
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00039
Tensione CLS [MPa] .....	3.06657
Coefficiente di sicurezza CLS .....	2.44573
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 8,1 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 33 °  
C picco: 0,725 MPa  
PHI residuo: 29 °  
C residua: 0,625 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,0079 m2 passo 1,2 m resistenza 190 MPa  
Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00045 m2 lunghezza 6 m incidenza 0,43 chiodi/m2

Spostamento radiale anello chiuso ,0151 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 7,0 MPa Centine 65,3 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

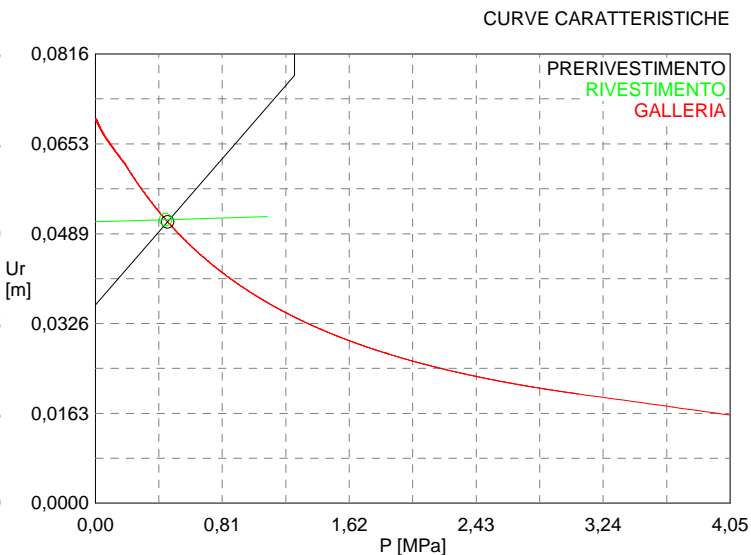
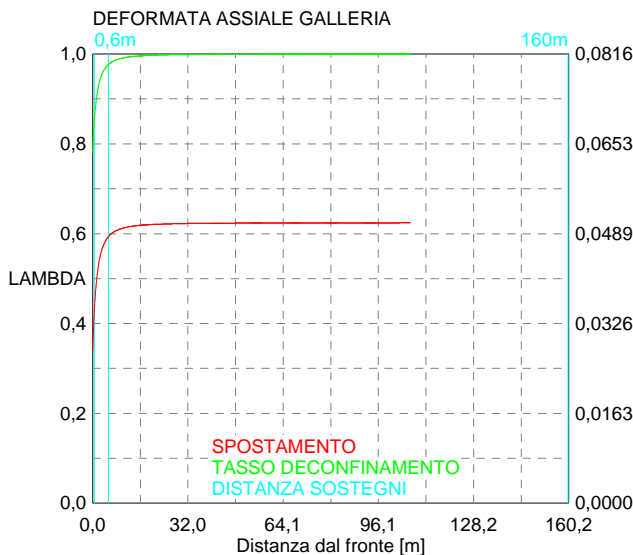
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00039 m

Tensione CLS 3,1 MPa





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

B1\_GR2a\_500m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 13.50000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000  
RESISTENZA ROCCIA  
Coesione picco [MPa] ..... 1.00000  
Angolo attrito picco [°] ..... 29.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .85000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 27.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .60000  
Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Modulo di Young [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza a trazione [MPa] ..... 190.00000  
Tensione tesatura iniziale [MPa] ..... .00000  
Lunghezza [m] ..... 6.00000  
Sezione reagente [m2] ..... .00045  
Spaziatura circonferenziale [°] ..... 21.00000  
Spaziatura longitudinale [MPa] ..... 1.20000  
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] ..... .15000  
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] ..... 28.00000  
Perimetro sezione sfilamento [m] ..... .07500  
Opzione dispositivo di ripartizione ..... 1  
[0 dispositivo di ripartizione assente]  
Distanza dal fronte attivazione barre [m] ..... 5.34000  
SPRITZ-BETON E CENTINE  
Spessore spritz [m] ..... .30000  
Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
Sezione centina [m2] ..... .00790  
Altezza sezione centina [m2] ..... .22000  
Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .11000  
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00006120  
Passo centine [m] ..... 1.20000  
Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	160.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.172625
Raggio plastico galleria [m] .....	11.652715
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.062556
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.017555
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.051165
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	7.619883

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.07594
LAMBDA :	.86656

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.09867
LAMBDA :	.91738

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.07738
LAMBDA :	.87056

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.04054
LAMBDA :	.69243

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.06792
LAMBDA :	.84167

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.17561
LAMBDA :	.99947

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.17643
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.10708
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.08658
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.10146
LAMBDA :	1.00000

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.12827
LAMBDA :	.95928

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.16114
LAMBDA :	.98947

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.10169
LAMBDA :	.97654

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.07824
---------	--------

LAMBDA : .94425

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .09538

LAMBDA : .97130

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.172625
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	11.652715
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.176432
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	11.824010

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	9.42554
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.91817
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.10751
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.07738
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.03012
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.870556

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.14537
Convergenza radiale barre [m] .....	.02726
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.976538
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	13.87367
Tensione centine [MPa] .....	130.30176
Coefficiente di sicurezza spritz .....	1.38392
Coefficiente di sicurezza centine .....	1.45815
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.27067
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.33883
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	28.47846

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	9.44597
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.90207
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.10829
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.10751
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00078
Tensione CLS [MPa] .....	6.17295
Coefficiente di sicurezza CLS .....	1.21498
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	1.000000

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 13,5 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 29 °  
C picco: 1 MPa  
PHI residuo: 27 °  
C residua: 0,85 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,0079 m2 passo 1,2 m resistenza 190 MPa  
Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00045 m2 lunghezza 6 m incidenza 0,43 chiodi/m2

Spostamento radiale anello chiuso ,0301 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 13,9 MPa Centine 130,3 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

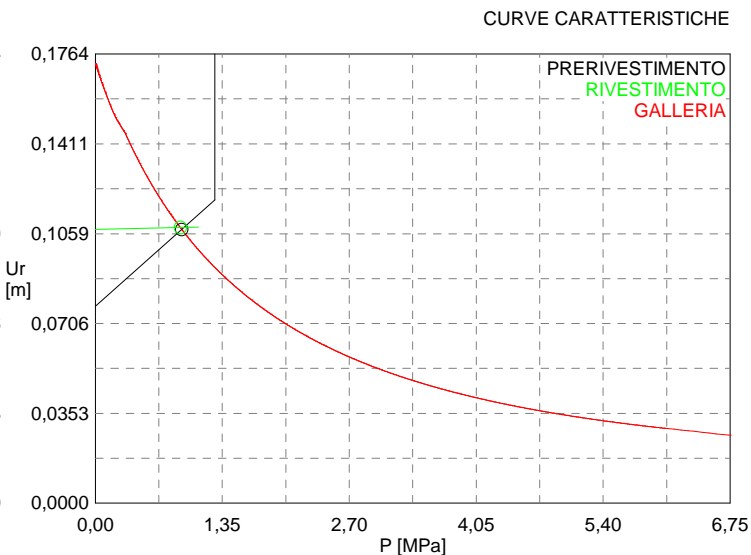
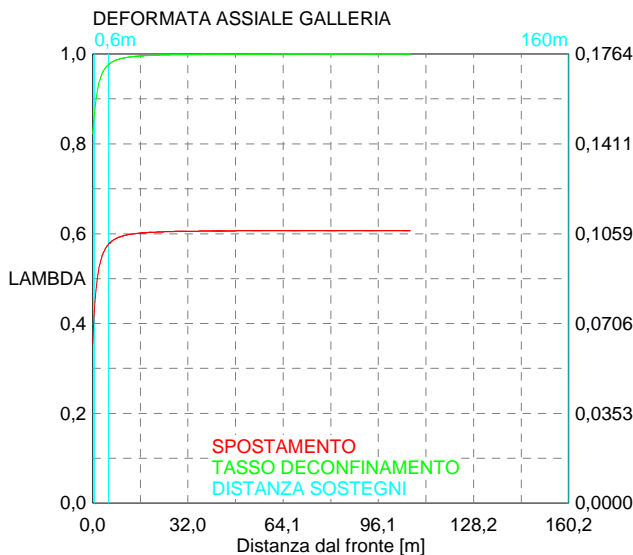
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00078 m

Tensione CLS 6,2 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

B2\_1sb\_GR2a\_150m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 4.05000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000

RESISTENZA ROCCIA

Coesione picco [MPa] ..... .45000  
Angolo attrito picco [°] ..... 38.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .40000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 30.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

FRONTE DI SCAVO RINFORZATO

Consolidamento generico del fronte  
Incremento coesione picco [MPa] ..... .48000  
Pressione sul fronte di scavo [MPa] ..... .00000  
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato  
Coesione picco [MPa] ..... .93000  
Coesione residua [MPa] ..... .40000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
Forma del presinvestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
SPRITZ-BETON E CENTINE  
Spessore spritz [m] ..... .30000  
Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
Sezione centina [m2] ..... .00781  
Altezza sezione centina [m2] ..... .20000  
Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .10000  
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00005696  
Passo centine [m] ..... 1.00000  
Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 100.00000  
Spessore CLS [m] ..... .80000  
Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]

Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale galleria [m] ..... .025602  
Raggio plastico galleria [m] ..... 7.627230  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .008468  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .007164  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .007425  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 5.636111

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .01100  
LAMBDA : .68752

Trasformazione Omotetica

U [m] : .01656  
LAMBDA : .88897

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .01221  
LAMBDA : .75497

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .01122  
LAMBDA : .70109

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .01142  
LAMBDA : .71308

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .02554  
LAMBDA : .99954

Trasformazione Omotetica

U [m] : .02560  
LAMBDA : 1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .01966  
LAMBDA : .99998

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .01930  
LAMBDA : .99997

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .01936  
LAMBDA : .99997

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spot. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .025602  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 7.627230

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 6.83774  
Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... .23671  
Spostamento punto di equilibrio [m] ..... .01973  
Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .01221  
Convergenza radiale prerivestimento [m] ..... .00752  
Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .754965  
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)  
Tensione spritz [MPa] ..... 3.46263  
Tensione centine [MPa] ..... 32.52106  
Coefficiente di sicurezza spritz ..... 5.54492  
Coefficiente di sicurezza centine ..... 5.84237  
Pressione rottura spritz [MPa] ..... 1.31202  
Pressione rottura centine [MPa] ..... 1.38240  
Rigidezza spritz [MPa] ..... 134.29478  
Rigidezza centinatura [MPa] ..... 33.77618

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	6.85504
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.22616
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.01992
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01973
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00020
Tensione CLS [MPa] .....	1.54762
Coefficiente di sicurezza CLS .....	4.84617
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999976

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 4,05 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 38 °  
C picco: 0,45 MPa  
PHI residuo: 30 °  
C residua: 0,4 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

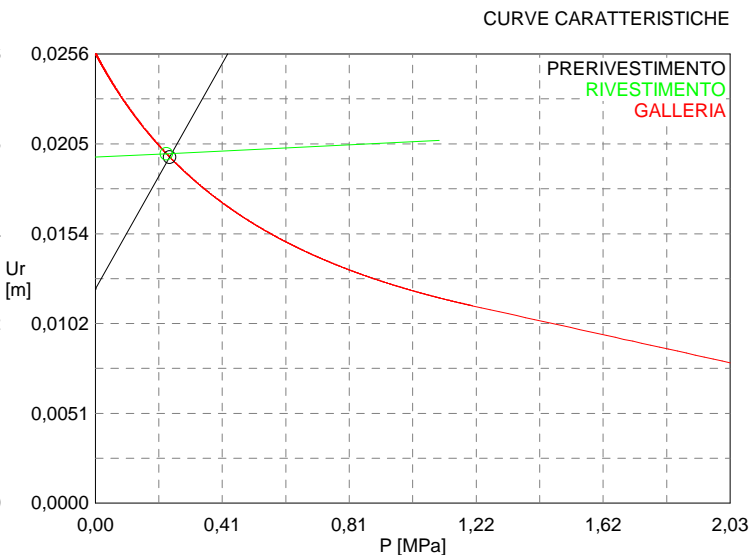
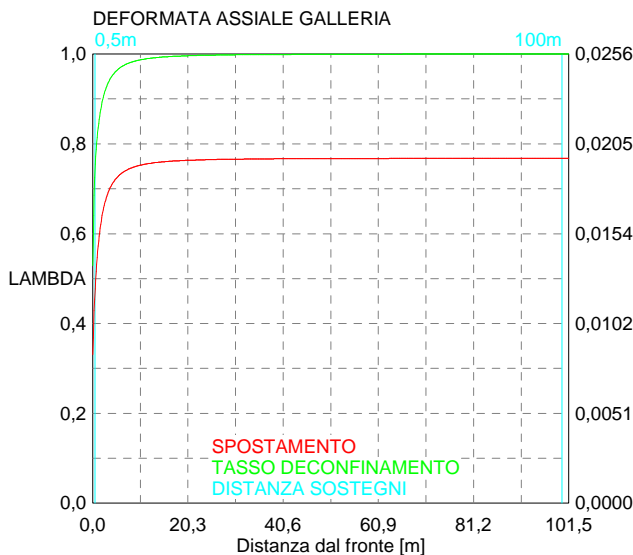
Chiodatura assiale con barre sezione 0 m2 incidenza 0,0 chiodi/m2  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,48 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,007808 m2 passo 1 m resistenza 190 MPa  
Spostamento radiale anello chiuso ,0075 m  
TENSIONI ANELLO CHIUSO  
Spritz-beton 3,5 MPa Centine 32,5 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,0002 m  
Tensione CLS 1,5 MPa





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##  ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

B2\_1sb\_GR2a\_300m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 8.10000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000

RESISTENZA ROCCIA

Coesione picco [MPa] ..... .72500  
Angolo attrito picco [°] ..... 33.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .62500  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 29.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

FRONTE DI SCAVO RINFORZATO

Consolidamento generico del fronte  
Incremento coesione picco [MPa] ..... .44000  
Pressione sul fronte di scavo [MPa] ..... .00000  
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato  
Coesione picco [MPa] ..... 1.16500  
Coesione residua [MPa] ..... .62500

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
Forma del presinvestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
SPRITZ-BETON E CENTINE  
Spessore spritz [m] ..... .30000  
Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
Sezione centina [m2] ..... .00781  
Altezza sezione centina [m2] ..... .20000  
Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .10000  
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00005696  
Passo centine [m] ..... 1.00000  
Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 100.00000  
Spessore CLS [m] ..... .80000  
Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]

Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale galleria [m] ..... .071684  
Raggio plastico galleria [m] ..... 9.323613  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .021456  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .012638  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .020788  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 6.264851

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .02766  
LAMBDA : .77708

Trasformazione Omotetica

U [m] : .04236  
LAMBDA : .90287

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .02957  
LAMBDA : .80081

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .02249  
LAMBDA : .68896

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .02903  
LAMBDA : .79441

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .07142  
LAMBDA : .99947

Trasformazione Omotetica

U [m] : .07168  
LAMBDA : 1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .04754  
LAMBDA : .99998

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .04432  
LAMBDA : .99996

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .04727  
LAMBDA : .99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spot. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .071684  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 9.323613

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 7.83271  
Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... .57188  
Spostamento punto di equilibrio [m] ..... .04773  
Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .02957  
Convergenza radiale prerivestimento [m] ..... .01816  
Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .800813  
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)  
Tensione spritz [MPa] ..... 8.36625  
Tensione centine [MPa] ..... 78.57600  
Coefficiente di sicurezza spritz ..... 2.29493  
Coefficiente di sicurezza centine ..... 2.41804  
Pressione rottura spritz [MPa] ..... 1.31202  
Pressione rottura centine [MPa] ..... 1.38240  
Rigidezza spritz [MPa] ..... 134.29478  
Rigidezza centinatura [MPa] ..... 33.77618

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.87039
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.55494
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.04822
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.04773
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00048
Tensione CLS [MPa] .....	3.79754
Coefficiente di sicurezza CLS .....	1.97496
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999977

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 8,1 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 33 °  
C picco: 0,725 MPa  
PHI residuo: 29 °  
C residua: 0,625 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

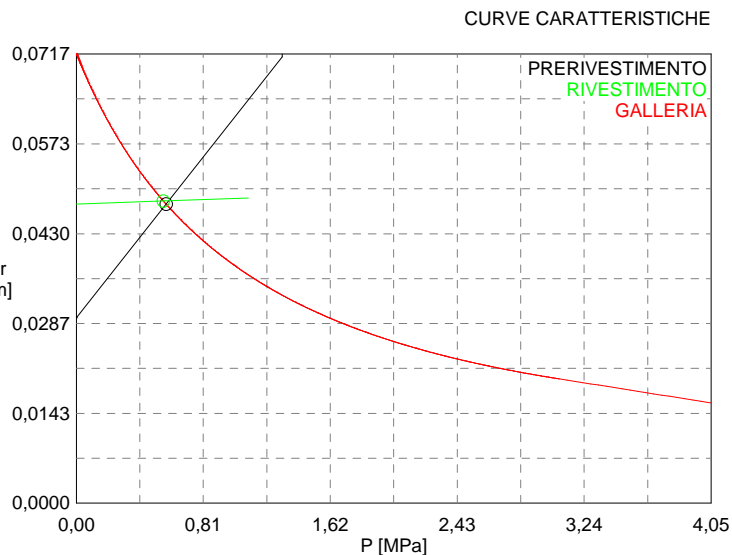
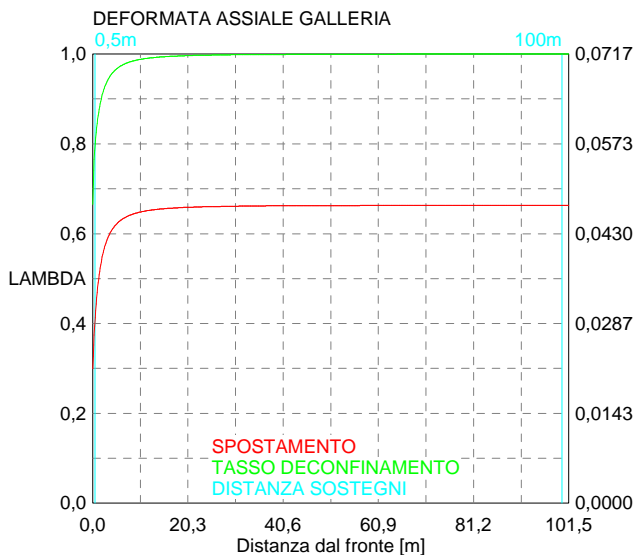
Chiodatura assiale con barre sezione 0 m2 incidenza 0,0 chiodi/m2  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,44 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,007808 m2 passo 1 m resistenza 190 MPa  
Spostamento radiale anello chiuso ,0182 m  
TENSIONI ANELLO CHIUSO  
Spritz-beton 8,4 MPa Centine 78,6 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00048 m  
Tensione CLS 3,8 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

B2\_1sb\_GR2a\_500m  
 TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 13.50000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1750.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000

RESISTENZA ROCCIA

Coesione picco [MPa] ..... 1.00000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 29.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .85000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 27.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

FRONTE DI SCAVO RINFORZATO

Consolidamento generico del fronte  
 Incremento coesione picco [MPa] ..... .40000  
 Pressione sul fronte di scavo [MPa] ..... .00000  
 Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato  
 Coesione picco [MPa] ..... 1.40000  
 Coesione residua [MPa] ..... .85000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
 Coefficiente riduzione rigidezza ..... .11000  
 Forma del presinvestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .30000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00781  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .20000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .10000  
 Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] . .00005696  
 Passo centine [m] ..... 1.00000  
 Modulo Young ferro centine [MPa] ..... 210000.00000  
 Resistenza compressione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Resistenza ferro centine [MPa] ..... 190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... 100.00000  
 Spessore CLS [m] ..... .80000  
 Modulo Young CLS [MPa] ..... 31220.00000  
 Coefficiente di Poisson CLS ..... .20000  
 Resistenza compressione CLS [MPa] ..... 7.50000  
 Opzione calcolo rivestimento ..... 0  
 [0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]  
 [1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]

Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] ..... .00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale galleria [m] ..... .176432  
Raggio plastico galleria [m] ..... 11.824010  
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] ..... .000000  
Spostamento radiale fronte sferico [m] ..... .049015  
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] ..... .017555  
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ... .051165  
Raggio plastico fronte sferico [m] ..... 7.050528

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .06169  
LAMBDA : .81843

Trasformazione Omotetica

U [m] : .09410  
LAMBDA : .90889

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .06340  
LAMBDA : .82522

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .03697  
LAMBDA : .65738

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .06521  
LAMBDA : .83206

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] : .17539  
LAMBDA : .99933

Trasformazione Omotetica

U [m] : .17643  
LAMBDA : 1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] : .09833  
LAMBDA : .99998

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] : .08412  
LAMBDA : .99996

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] : .09932  
LAMBDA : .99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .176432  
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 11.824010

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 9.08077  
Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... 1.11327  
Spostamento punto di equilibrio [m] ..... .09876  
Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .06340  
Convergenza radiale prerivestimento [m] ..... .03536  
Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .825215  
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)  
Tensione spritz [MPa] ..... 16.28717  
Tensione centine [MPa] ..... 152.96940  
Coefficiente di sicurezza spritz ..... 1.17884  
Coefficiente di sicurezza centine ..... 1.24208  
Pressione rottura spritz [MPa] ..... 1.31202  
Pressione rottura centine [MPa] ..... 1.38240  
Rigidezza spritz [MPa] ..... 134.29478  
Rigidezza centinatura [MPa] ..... 33.77618

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	9.12107
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	1.09074
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.09970
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.09876
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00095
Tensione CLS [MPa] .....	7.46404
Coefficiente di sicurezza CLS .....	1.00482
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999977

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1750 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 13,5 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 29 °  
C picco: 1 MPa  
PHI residuo: 27 °  
C residua: 0,85 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

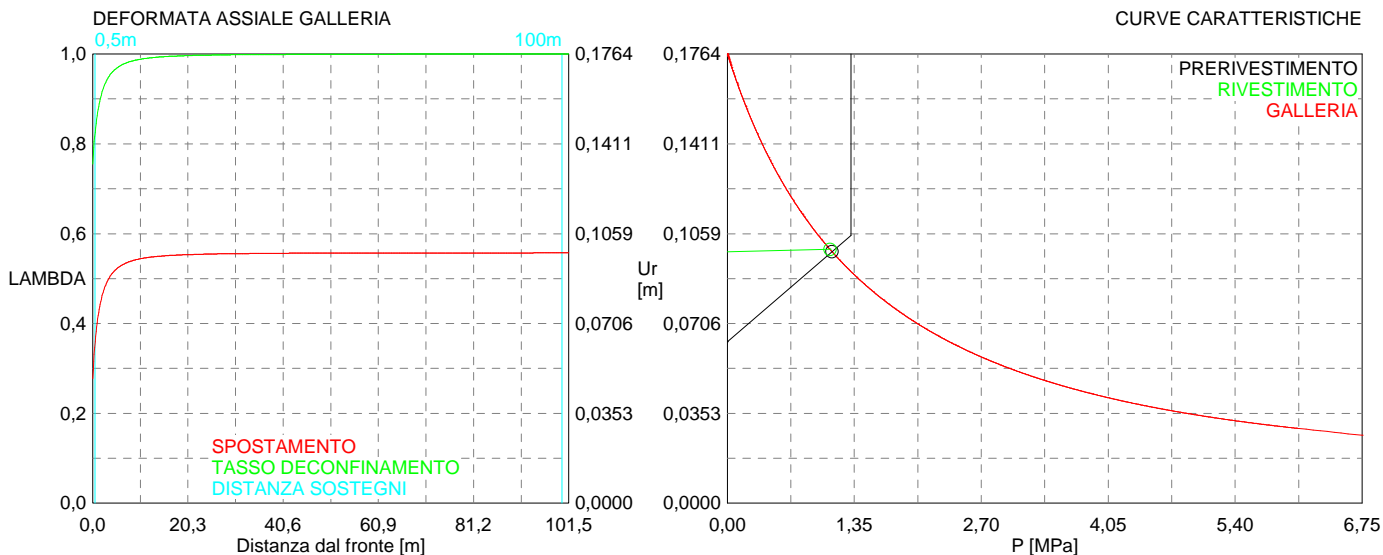
Chiodatura assiale con barre sezione 0 m2 incidenza 0,0 chiodi/m2  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,4 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,007808 m2 passo 1 m resistenza 190 MPa  
Spostamento radiale anello chiuso ,0354 m  
TENSIONI ANELLO CHIUSO  
Spritz-beton 16,3 MPa Centine 153,0 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00095 m  
Tensione CLS 7,5 MPa





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2b  
C=50m  
B4\_1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 1.35000  
Modulo di Young [MPa] ..... 1250.00000  
Coefficiente di Poisson ..... .30000  
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . . . . .0.00000  
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. . . .0.00000  
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. . . .0.00000  
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. . . .0.00000  
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000

RESISTENZA ROCCIA

Coesione picco [MPa] ..... .19000  
Angolo attrito picco [°] ..... 33.00000  
Coesione residua [MPa] ..... .15000  
Angolo attrito residuo [MPa] ..... 26.00000  
Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

FRONTE DI SCAVO RINFORZATO

Consolidamento generico del fronte  
Incremento coesione picco [MPa] ..... .38000  
Pressione sul fronte di scavo [MPa] ..... .00000  
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato  
Coesione picco [MPa] ..... .57000  
Coesione residua [MPa] ..... .15000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
Coefficiente riduzione rigidità ..... .11000  
Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Modulo di Young [MPa] ..... 210000.00000  
Resistenza a trazione [MPa] ..... 190.00000  
Tensione tesatura iniziale [MPa] ..... .00000  
Lunghezza [m] ..... 6.00000  
Sezione reagente [m2] ..... .00062  
Spaziatura circonferenziale [°] ..... 21.00000  
Spaziatura longitudinale [MPa] ..... 1.00000  
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] ..... .15000  
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] ..... 28.00000  
Perimetro sezione sfilamento [m] ..... .08800  
Opzione dispositivo di ripartizione ..... 1  
[0 dispositivo di ripartizione assente]  
Distanza dal fronte attivazione barre [m] ..... 5.34000  
SPRITZ-BETON E CENTINE  
Spessore spritz [m] ..... .30000  
Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
Sezione centina [m2] ..... .00922  
Altezza sezione centina [m2] ..... .24000  
Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .12000

Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00008500
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	19.20000
Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.011661
Raggio plastico galleria [m] .....	7.776381
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.003746
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.004072
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.003553
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.340000

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00496
LAMBDA :	.66439

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.00787
LAMBDA :	.87904

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00540
LAMBDA :	.71595

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00566
LAMBDA :	.74075

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00525
LAMBDA :	.69950

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.01222
LAMBDA :	.99941

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.01225
LAMBDA :	1.00000

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica

U [m] :	.00882
LAMBDA :	.99997

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns

U [m] :	.00892
LAMBDA :	.99997

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica

U [m] :	.00875
LAMBDA :	.99997

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot

U [m] :	.00963
LAMBDA :	.94096

Trasformazione Omotetica

U [m] :	.01197
LAMBDA :	.99491

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica  
 U [m] : .00832  
 LAMBDA : .95858

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns  
 U [m] : .00845  
 LAMBDA : .96220

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica  
 U [m] : .00824  
 LAMBDA : .95618

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .011661  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 7.776381  
 Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ... .012250  
 Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] .. 7.927071

PRERIVESTIMENTO -----  
 Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 6.90713  
 Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... .11253  
 Spostamento punto di equilibrio [m] ..... .00885  
 Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .00540  
 Convergenza radiale prerivestimento [m] ..... .00345  
 Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .715946

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----  
 Fattore di sicurezza rottura a trazione ..... 999.00000  
 Fattore di sicurezza sfilamento ..... 1000.00000  
 Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .01029  
 Convergenza radiale barre [m] ..... .00137  
 Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .958582  
 SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)  
 Tensione spritz [MPa] ..... 1.58852  
 Tensione centine [MPa] ..... 14.91945  
 Coefficiente di sicurezza spritz ..... 12.08669  
 Coefficiente di sicurezza centine ..... 12.73506  
 Pressione rottura spritz [MPa] ..... 1.35970  
 Pressione rottura centine [MPa] ..... 1.43264  
 Rigidezza spritz [MPa] ..... 134.29478  
 Rigidezza centinatura [MPa] ..... 39.88427

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----  
 Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 6.94202  
 Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... .10828  
 Spostamento punto di equilibrio [MPa] ..... .00894  
 Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .00885  
 Convergenza radiale rivestimento [m] ..... .00009  
 Tensione CLS [MPa] ..... .74096  
 Coefficiente di sicurezza CLS ..... 10.12198  
 Pressione rottura CLS [MPa] ..... 1.09599  
 Rigidezza anello CLS [MPa] ..... 5814.45232  
 Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .999971

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 1,35 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 33 °  
C picco: 0,19 MPa  
PHI residuo: 26 °  
C residua: 0,15 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,38 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00922 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00062 m<sup>2</sup> lunghezza 6 m incidenza 0,51 chiodi/m<sup>2</sup>

Spostamento radiale anello chiuso ,0034 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 1,6 MPa Centine 14,9 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

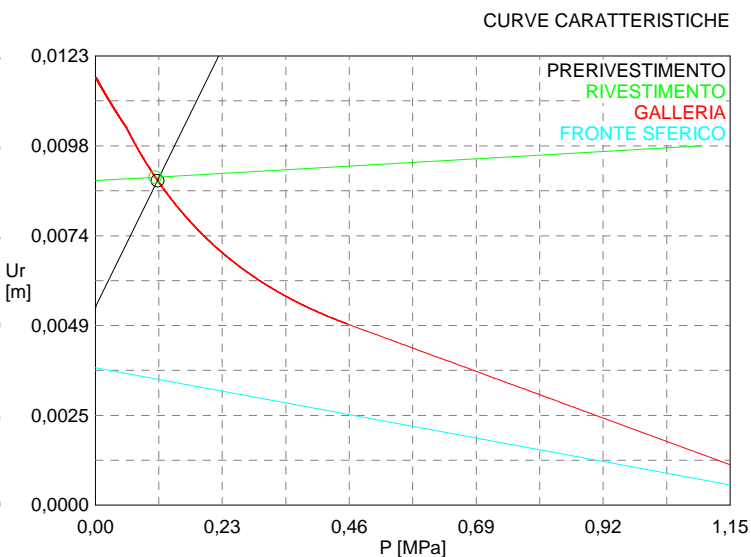
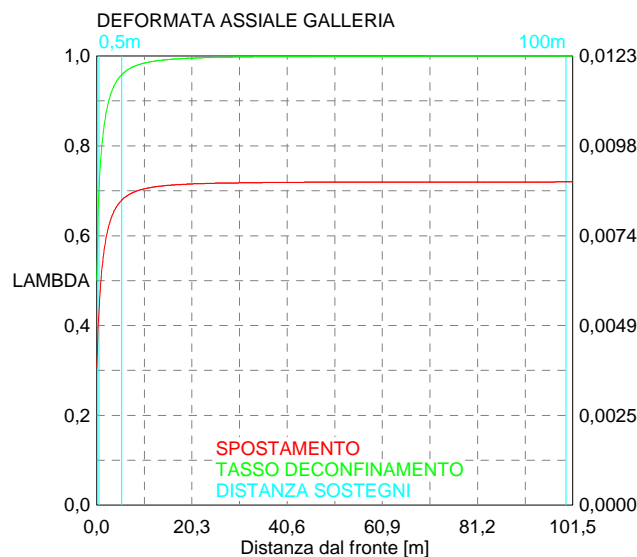
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00009 m

Tensione CLS 0,7 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##  ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2b  
C=75m  
B4\_1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.34000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	2.02500
Modulo di Young [MPa] .....	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.34000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.34000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.25000
Angolo attrito picco [°] .....	33.00000
Coesione residua [MPa] .....	.20000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	26.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.38000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.63000
Coesione residua [MPa] .....	.20000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidità .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
BARE AD ADERENZA CONTINUA -----	
Modulo di Young [MPa] .....	210000.00000
Resistenza a trazione [MPa] .....	190.00000
Tensione tesatura iniziale [MPa] .....	.00000
Lunghezza [m] .....	6.00000
Sezione reagente [m2] .....	.00062
Spaziatura circonferenziale [°] .....	21.00000
Spaziatura longitudinale [MPa] .....	1.00000
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] .....	.15000
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] .....	28.00000
Perimetro sezione sfilamento [m] .....	.08800
Opzione dispositivo di ripartizione .....	1
[0 dispositivo di ripartizione assente]	
Distanza dal fronte attivazione barre [m] .....	5.34000
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	20000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00922
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000

Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00008500
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	19.20000
Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.018858
Raggio plastico galleria [m] .....	8.098361
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.005748
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.006078
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.005806
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.542697

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.00770
LAMBDA :	.68436
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01257
LAMBDA :	.88683
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.00834
LAMBDA :	.72717
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.00860
LAMBDA :	.74235
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.00839
LAMBDA :	.72985

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01996
LAMBDA :	.99941
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.02002
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01369
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01381
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01371
LAMBDA :	.99997

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01544
LAMBDA :	.94324
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01946
LAMBDA :	.99448

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica  
 U [m] : .01291  
 LAMBDA : .96022

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns  
 U [m] : .01305  
 LAMBDA : .96243

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica  
 U [m] : .01293  
 LAMBDA : .96061

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.018858
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	8.098361
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.020020
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	8.310141
PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.08283
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.17642
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.01375
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00834
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00541
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.727169
BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----	
Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01658
Convergenza radiale barre [m] .....	.00228
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.960218
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	2.49035
Tensione centine [MPa] .....	23.38939
Coefficiente di sicurezza spritz .....	7.70977
Coefficiente di sicurezza centine .....	8.12334
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.35970
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.43264
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	39.88427
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.11833
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.17045
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.01390
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01375
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00015
Tensione CLS [MPa] .....	1.16638
Coefficiente di sicurezza CLS .....	6.43016
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999972

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 2,025 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 33 °  
C picco: 0,25 MPa  
PHI residuo: 26 °  
C residua: 0,2 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m2 incidenza 0,0 chiodi/m2  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,38 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00922 m2 passo 1 m resistenza 190 MPa  
Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00062 m2 lunghezza 6 m incidenza 0,51 chiodi/m2

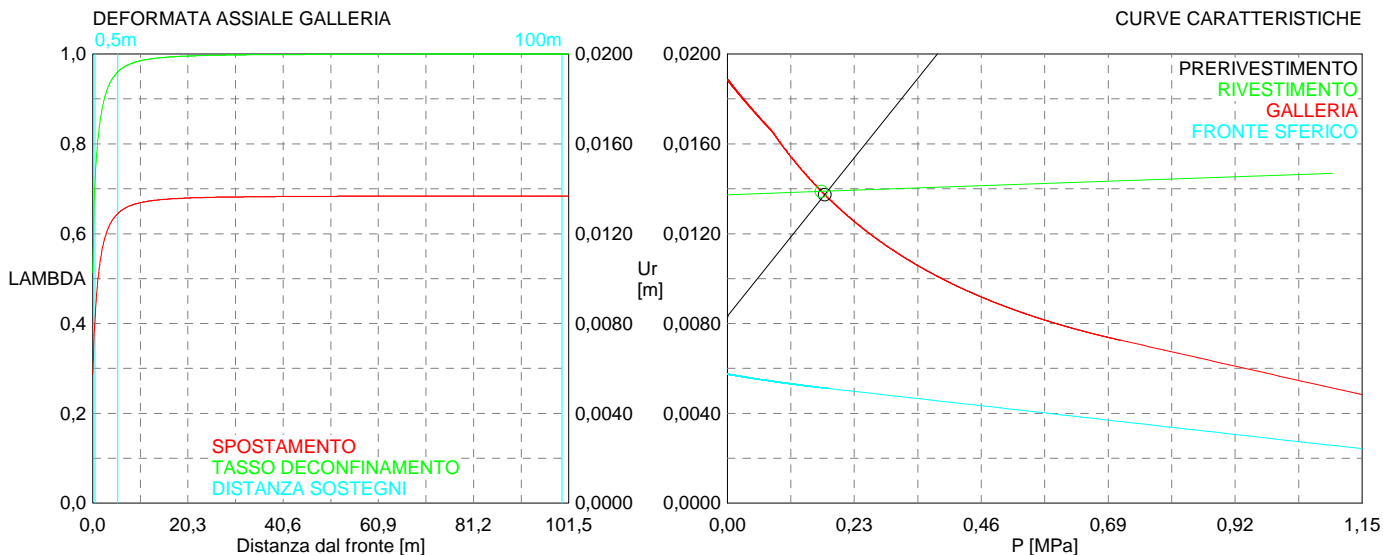
Spostamento radiale anello chiuso ,0054 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 2,5 MPa Centine 23,4 MPa  
Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0  
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00015 m  
Tensione CLS 1,2 MPa





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2b  
 C=100m  
 B4\_1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] ..... 5.34000

PARAMETRI GEOTECNICI -----

Tensione originaria [MPa] ..... 2.70000  
 Modulo di Young [MPa] ..... 1250.00000  
 Coefficiente di Poisson ..... .30000  
 Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] . .00000  
 Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] .. .00000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] ..... 5.34000  
 Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa].. .00000  
 Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] ..... 5.34000

RESISTENZA ROCCIA

Coesione picco [MPa] ..... .30000  
 Angolo attrito picco [°] ..... 33.00000  
 Coesione residua [MPa] ..... .25000  
 Angolo attrito residuo [MPa] ..... 26.00000  
 Angolo dilatanza [°] ..... .00000  
 Modulo di softening apparente Ha [MPa] ..... .00000  
 Modulo di softening H [MPa] ..... .00000

FRONTE DI SCAVO RINFORZATO

Consolidamento generico del fronte  
 Incremento coesione picco [MPa] ..... .38000  
 Pressione sul fronte di scavo [MPa] ..... .00000  
 Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato  
 Coesione picco [MPa] ..... .68000  
 Coesione residua [MPa] ..... .25000

PRERIVESTIMENTO -----

Distanza dal fronte alla messa in opera [m] ..... .50000  
 Coefficiente riduzione rigidità ..... .11000  
 Forma del presivestimento ..... CIRCOLARE CHIUSO

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Modulo di Young [MPa] ..... 210.00000  
 Resistenza a trazione [MPa] ..... 190.00000  
 Tensione tesatura iniziale [MPa] ..... .00000  
 Lunghezza [m] ..... 6.00000  
 Sezione reagente [m2] ..... .00062  
 Spaziatura circonferenziale [°] ..... 21.00000  
 Spaziatura longitudinale [MPa] ..... 1.00000  
 Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] ..... .15000  
 Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] ..... 28.00000  
 Perimetro sezione sfilamento [m] ..... .08800  
 Opzione dispositivo di ripartizione ..... 1  
 [0 dispositivo di ripartizione assente]  
 Distanza dal fronte attivazione barre [m] ..... 5.34000  
 SPRITZ-BETON E CENTINE  
 Spessore spritz [m] ..... .30000  
 Modulo Young spritz [MPa] ..... 20000.00000  
 Coefficiente di Poisson spritz ..... .20000  
 Sezione centina [m2] ..... .00922  
 Altezza sezione centina [m2] ..... .24000  
 Posizione baricentro sezione centina [m] ..... .12000

Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00008500
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	19.20000
Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.028677
Raggio plastico galleria [m] .....	8.622704
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.008030
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.007968
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.008317
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.719305

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01077
LAMBDA :	.70744
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01766
LAMBDA :	.89249
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01156
LAMBDA :	.74157
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01151
LAMBDA :	.73974
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01179
LAMBDA :	.75048

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.02859
LAMBDA :	.99943
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.02868
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01883
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01882
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01895
LAMBDA :	.99997

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.02184
LAMBDA :	.94581
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.02774
LAMBDA :	.99412

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica  
 U [m] : .01777  
 LAMBDA : .96232

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns  
 U [m] : .01775  
 LAMBDA : .96205

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica  
 U [m] : .01790  
 LAMBDA : .96362

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.028677
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	8.622704
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.028680
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	8.622704
PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.22556
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.24023
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.01892
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01156
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00736
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.741566
BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----	
Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02356
Convergenza radiale barre [m] .....	.00512
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.962318
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	3.39122
Tensione centine [MPa] .....	31.85037
Coefficiente di sicurezza spritz .....	5.66168
Coefficiente di sicurezza centine .....	5.96539
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.35970
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.43264
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	39.88427
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.26153
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.23282
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.01912
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01892
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00020
Tensione CLS [MPa] .....	1.59319
Coefficiente di sicurezza CLS .....	4.70753
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999973

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 2,7 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 33 °  
C picco: 0,3 MPa  
PHI residuo: 26 °  
C residua: 0,25 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,38 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00922 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa  
Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00062 m<sup>2</sup> lunghezza 6 m incidenza 0,51 chiodi/m<sup>2</sup>

Spostamento radiale anello chiuso ,0074 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 3,4 MPa Centine 31,9 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

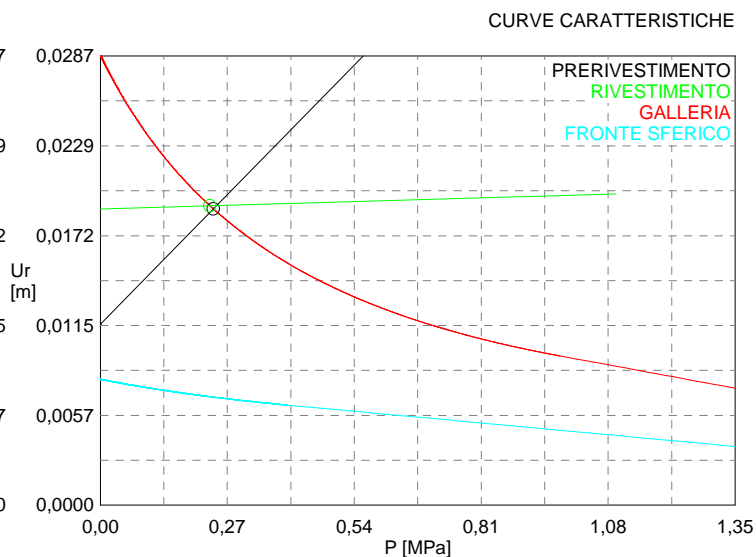
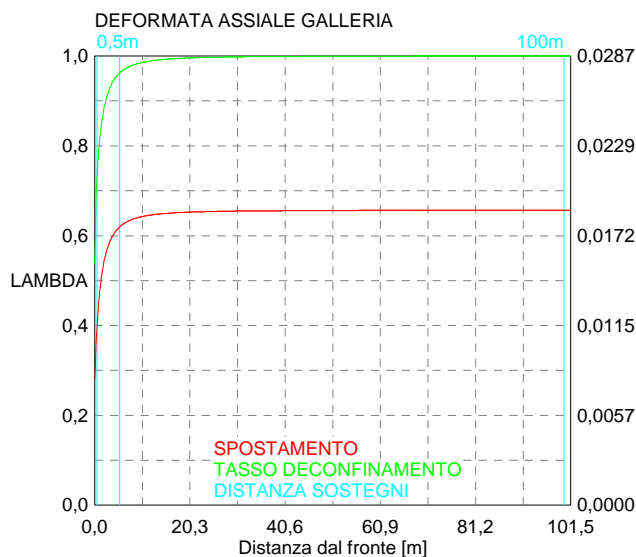
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,0002 m

Tensione CLS 1,6 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2b  
C=200m  
B4\_1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.34000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	5.40000
Modulo di Young [MPa] .....	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.34000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.34000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.46500
Angolo attrito picco [°] .....	31.00000
Coesione residua [MPa] .....	.39500
Angolo attrito residuo [MPa] .....	25.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.36000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.82500
Coesione residua [MPa] .....	.39500
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidità .....	.11000
Forma del presivestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
BARE AD ADERENZA CONTINUA -----	
Modulo di Young [MPa] .....	210000.00000
Resistenza a trazione [MPa] .....	190.00000
Tensione tesatura iniziale [MPa] .....	.00000
Lunghezza [m] .....	6.00000
Sezione reagente [m2] .....	.00062
Spaziatura circonferenziale [°] .....	21.00000
Spaziatura longitudinale [MPa] .....	1.00000
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] .....	.15000
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] .....	28.00000
Perimetro sezione sfilamento [m] .....	.08800
Opzione dispositivo di ripartizione .....	1
[0 dispositivo di ripartizione assente]	
Distanza dal fronte attivazione barre [m] .....	5.34000
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	20000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00922
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000

Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00008500
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	19.20000
Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.071195
Raggio plastico galleria [m] .....	9.816674
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.020324
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.013836
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.022192
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.327851

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.02675
LAMBDA :	.77232
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.04363
LAMBDA :	.90389
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.02763
LAMBDA :	.78300
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02229
LAMBDA :	.70454
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.02919
LAMBDA :	.80029

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.07618
LAMBDA :	.99939
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.07652
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.04336
LAMBDA :	.99998
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.04049
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.04424
LAMBDA :	.99998

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.05527
LAMBDA :	.94996
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.07213
LAMBDA :	.99191

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica  
 U [m] : .04098  
 LAMBDA : .96709

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns  
 U [m] : .03773  
 LAMBDA : .95519

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica  
 U [m] : .04196  
 LAMBDA : .96971

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.071195
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	9.816674
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.076523
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	10.150553

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.94601
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.52031
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.04358
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02763
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01595
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.783002

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.06118
Convergenza radiale barre [m] .....	.01001
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.967093
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	7.34542
Tensione centine [MPa] .....	68.98833
Coefficiente di sicurezza spritz .....	2.61387
Coefficiente di sicurezza centine .....	2.75409
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.35970
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.43264
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	39.88427

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.98396
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.50867
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.04402
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.04358
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00044
Tensione CLS [MPa] .....	3.48089
Coefficiente di sicurezza CLS .....	2.15462
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999976

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 5,4 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 31 °  
C picco: 0,465 MPa  
PHI residuo: 25 °  
C residua: 0,395 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,36 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00922 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa  
Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00062 m<sup>2</sup> lunghezza 6 m incidenza 0,51 chiodi/m<sup>2</sup>

Spostamento radiale anello chiuso ,0159 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 7,3 MPa Centine 69,0 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

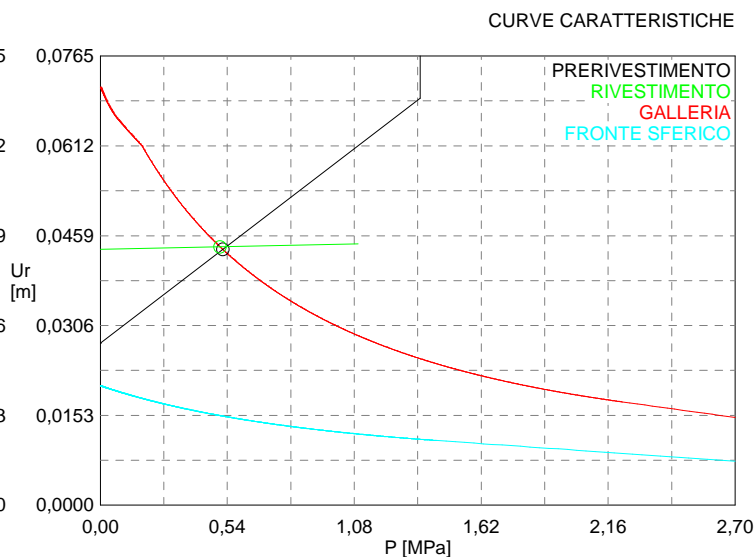
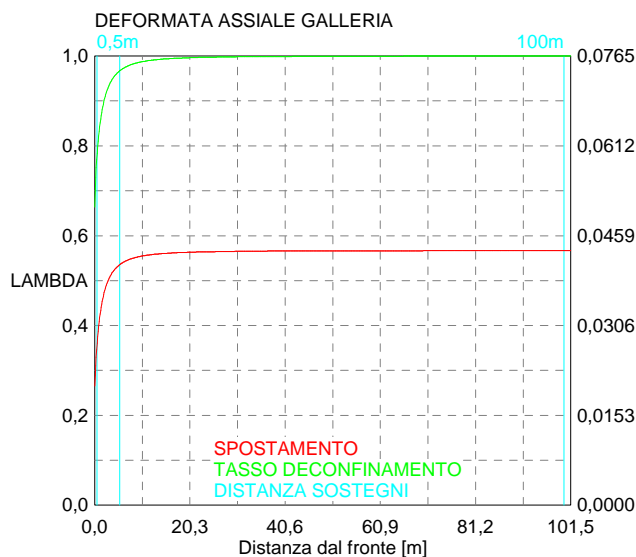
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00044 m

Tensione CLS 3,5 MPa





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##  ##  ##
#####      #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR2b  
C=400m  
B4\_1\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.34000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	10.80000
Modulo di Young [MPa] .....	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.34000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.34000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.70000
Angolo attrito picco [°] .....	27.00000
Coesione residua [MPa] .....	.60000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	24.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.33000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	1.03000
Coesione residua [MPa] .....	.60000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidità .....	.11000
Forma del presivestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
BARE AD ADERENZA CONTINUA -----	
Modulo di Young [MPa] .....	210000.00000
Resistenza a trazione [MPa] .....	190.00000
Tensione tesatura iniziale [MPa] .....	.00000
Lunghezza [m] .....	6.00000
Sezione reagente [m2] .....	.00062
Spaziatura circonferenziale [°] .....	21.00000
Spaziatura longitudinale [MPa] .....	1.00000
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] .....	.15000
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] .....	28.00000
Perimetro sezione sfilamento [m] .....	.08800
Opzione dispositivo di ripartizione .....	1
[0 dispositivo di ripartizione assente]	
Distanza dal fronte attivazione barre [m] .....	5.34000
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	20000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00922
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000

Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00008500
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	19.20000
Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.250045
Raggio plastico galleria [m] .....	13.651594
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.063645
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.026171
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.076277
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	7.454473

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.08072
LAMBDA :	.82404
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.13057
LAMBDA :	.91285
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.07870
LAMBDA :	.81852
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.04622
LAMBDA :	.67717
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.08982
LAMBDA :	.84623

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.26085
LAMBDA :	.99920
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.26303
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.11415
LAMBDA :	.99998
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.09342
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.12171
LAMBDA :	.99998

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.16923
LAMBDA :	.95019
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.22964
LAMBDA :	.98627

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica  
 U [m] : .10831  
 LAMBDA : .97011

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns  
 U [m] : .08565  
 LAMBDA : .94683

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica  
 U [m] : .11646  
 LAMBDA : .97467

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .250045  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 13.651594  
 Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ... .263025  
 Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] .. 13.881298

PRERIVESTIMENTO -----  
 Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 9.52789  
 Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... 1.17203  
 Spostamento punto di equilibrio [m] ..... .11462  
 Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .07870  
 Convergenza radiale prerivestimento [m] ..... .03592  
 Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .818519

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----  
 Fattore di sicurezza rottura a trazione ..... 999.00000  
 Fattore di sicurezza sfilamento ..... 1000.00000  
 Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .19866  
 Convergenza radiale barre [m] ..... .05138  
 Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .970109  
 SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)  
 Tensione spritz [MPa] ..... 16.54655  
 Tensione centine [MPa] ..... 155.40555  
 Coefficiente di sicurezza spritz ..... 1.16036  
 Coefficiente di sicurezza centine ..... 1.22261  
 Pressione rottura spritz [MPa] ..... 1.35970  
 Pressione rottura centine [MPa] ..... 1.43264  
 Rigidezza spritz [MPa] ..... 134.29478  
 Rigidezza centinatura [MPa] ..... 39.88427

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----  
 Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 9.55685  
 Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... 1.15597  
 Spostamento punto di equilibrio [MPa] ..... .11562  
 Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .11462  
 Convergenza radiale rivestimento [m] ..... .00100  
 Tensione CLS [MPa] ..... 7.91045  
 Coefficiente di sicurezza CLS ..... .94811  
 Pressione rottura CLS [MPa] ..... 1.09599  
 Rigidezza anello CLS [MPa] ..... 5814.45232  
 Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .999977

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 10,8 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 27 °  
C picco: 0,7 MPa  
PHI residuo: 24 °  
C residua: 0,6 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,33 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00922 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00062 m<sup>2</sup> lunghezza 6 m incidenza 0,51 chiodi/m<sup>2</sup>

Spostamento radiale anello chiuso ,0359 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 16,5 MPa Centine 155,4 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

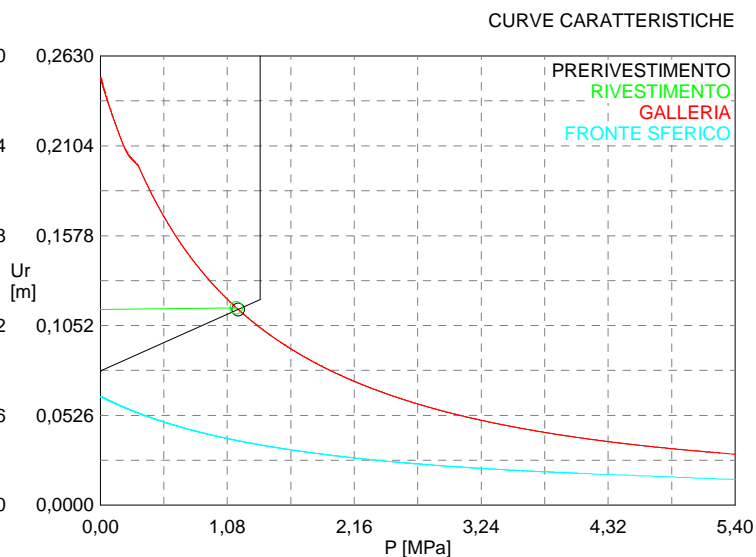
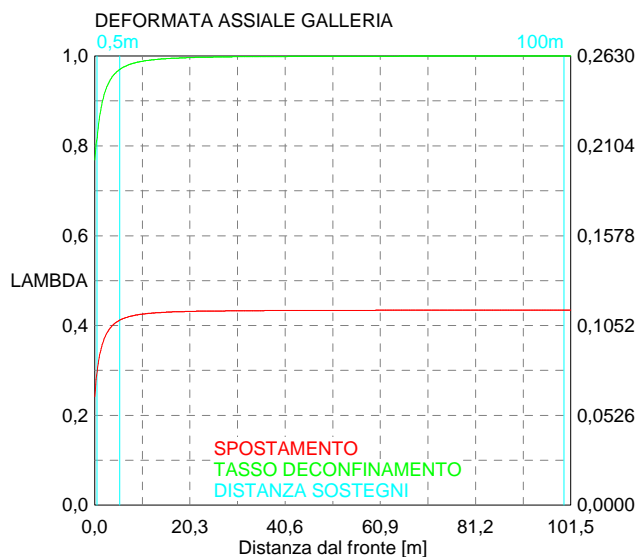
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,001 m

Tensione CLS 7,9 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

B4\_1sb\_GR2b\_150m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.34000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	4.05000
Modulo di Young [MPa] .....	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.34000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.34000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.39000
Angolo attrito picco [°] .....	33.00000
Coesione residua [MPa] .....	.34000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	26.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.38000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.77000
Coesione residua [MPa] .....	.34000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidità .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
BARE AD ADERENZA CONTINUA -----	
Modulo di Young [MPa] .....	210000.00000
Resistenza a trazione [MPa] .....	190.00000
Tensione tesatura iniziale [MPa] .....	.00000
Lunghezza [m] .....	6.00000
Sezione reagente [m2] .....	.00062
Spaziatura circonferenziale [°] .....	21.00000
Spaziatura longitudinale [MPa] .....	1.00000
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] .....	.15000
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] .....	28.00000
Perimetro sezione sfilamento [m] .....	.08800
Opzione dispositivo di ripartizione .....	1
[0 dispositivo di ripartizione assente]	
Distanza dal fronte attivazione barre [m] .....	5.34000
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	20000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00922
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000

Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00008500
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	19.20000
Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.044066
Raggio plastico galleria [m] .....	8.780898
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.013254
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.011134
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.013802
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.977992

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01760
LAMBDA :	.74238
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.02852
LAMBDA :	.89952
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01860
LAMBDA :	.76526
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01690
LAMBDA :	.72446
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01905
LAMBDA :	.77446

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.04742
LAMBDA :	.99945
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.04759
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.02964
LAMBDA :	.99998
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02879
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.02987
LAMBDA :	.99998

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.03571
LAMBDA :	.94972
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.04567
LAMBDA :	.99361

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica  
 U [m] : .02803  
 LAMBDA : .96577

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns  
 U [m] : .02705  
 LAMBDA : .95982

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica  
 U [m] : .02829  
 LAMBDA : .96711

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.044066
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	8.780898
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.047594
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	9.080775

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.42478
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.36454
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.02978
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01860
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01117
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.765263

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.03881
Convergenza radiale barre [m] .....	.00525
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.965773
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	5.14622
Tensione centine [MPa] .....	48.33337
Coefficiente di sicurezza spritz .....	3.73090
Coefficiente di sicurezza centine .....	3.93103
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.35970
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.43264
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	39.88427

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.46136
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.35467
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.03009
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02978
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00031
Tensione CLS [MPa] .....	2.42706
Coefficiente di sicurezza CLS .....	3.09016
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999976

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

#### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 4,05 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 33 °  
C picco: 0,39 MPa  
PHI residuo: 26 °  
C residua: 0,34 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,38 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

#### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00922 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00062 m<sup>2</sup> lunghezza 6 m incidenza 0,51 chiodi/m<sup>2</sup>

Spostamento radiale anello chiuso ,0112 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 5,1 MPa Centine 48,3 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

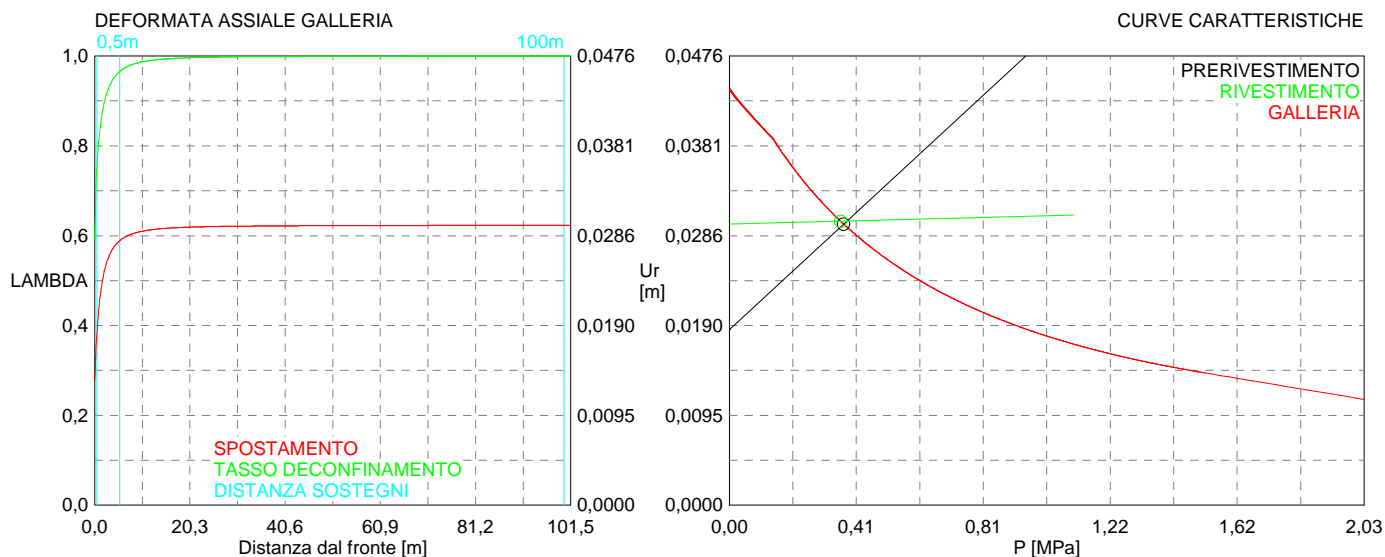
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

#### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00031 m

Tensione CLS 2,4 MPa





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

B4\_1sb\_GR2b\_300m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.34000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	8.10000
Modulo di Young [MPa] .....	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.34000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.34000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.59000
Angolo attrito picco [°] .....	29.00000
Coesione residua [MPa] .....	.50000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	25.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.35000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.94000
Coesione residua [MPa] .....	.50000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidità .....	.11000
Forma del presivestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
BARE AD ADERENZA CONTINUA -----	
Modulo di Young [MPa] .....	210000.00000
Resistenza a trazione [MPa] .....	190.00000
Tensione tesatura iniziale [MPa] .....	.00000
Lunghezza [m] .....	6.00000
Sezione reagente [m2] .....	.00062
Spaziatura circonferenziale [°] .....	21.00000
Spaziatura longitudinale [MPa] .....	1.00000
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] .....	.15000
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] .....	28.00000
Perimetro sezione sfilamento [m] .....	.08800
Opzione dispositivo di ripartizione .....	1
[0 dispositivo di ripartizione assente]	
Distanza dal fronte attivazione barre [m] .....	5.34000
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	20000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00922
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000

Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00008500
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	19.20000
Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.141740
Raggio plastico galleria [m] .....	11.569992
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.038127
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.014981
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.043662
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.873628

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.04923
LAMBDA :	.80427
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.07998
LAMBDA :	.90958
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.04932
LAMBDA :	.80472
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02979
LAMBDA :	.63989
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.05404
LAMBDA :	.82764

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.14963
LAMBDA :	.99931
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.15056
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.07449
LAMBDA :	.99998
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.06309
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.07739
LAMBDA :	.99998

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.10276
LAMBDA :	.95073
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.13721
LAMBDA :	.98937

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica  
 U [m] : .07051  
 LAMBDA : .96916

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns  
 U [m] : .05783  
 LAMBDA : .94313

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica  
 U [m] : .07371  
 LAMBDA : .97278

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spst. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.141740
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	11.569992
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spst. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.150559
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	11.912442

PRERIVESTIMENTO -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.68188
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.83197
Spstamento punto di equilibrio [m] .....	.07482
Spstamento galleria alla messa in opera [m] .....	.04932
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.02550
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.804717

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----

Fattore di sicurezza rottura a trazione .....	999.00000
Fattore di sicurezza sfilamento .....	1000.00000
Spstamento galleria alla messa in opera [m] .....	.11696
Convergenza radiale barre [m] .....	.02478
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.969159
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	11.74552
Tensione centine [MPa] .....	110.31418
Coefficiente di sicurezza spritz .....	1.63467
Coefficiente di sicurezza centine .....	1.72235
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.35970
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.43264
Rigidezza spritz [MPa] .....	134.29478
Rigidezza centinatura [MPa] .....	39.88427

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----

Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.72143
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.81760
Spstamento punto di equilibrio [MPa] .....	.07553
Spstamento galleria alla messa in opera [m] .....	.07482
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00071
Tensione CLS [MPa] .....	5.59490
Coefficiente di sicurezza CLS .....	1.34051
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.09599
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	5814.45232
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999977

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 8,1 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 29 °  
C picco: 0,59 MPa  
PHI residuo: 25 °  
C residua: 0,5 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m2 incidenza 0,0 chiodi/m2  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,35 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00922 m2 passo 1 m resistenza 190 MPa  
Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00062 m2 lunghezza 6 m incidenza 0,51 chiodi/m2

Spostamento radiale anello chiuso ,0255 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 11,7 MPa Centine 110,3 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

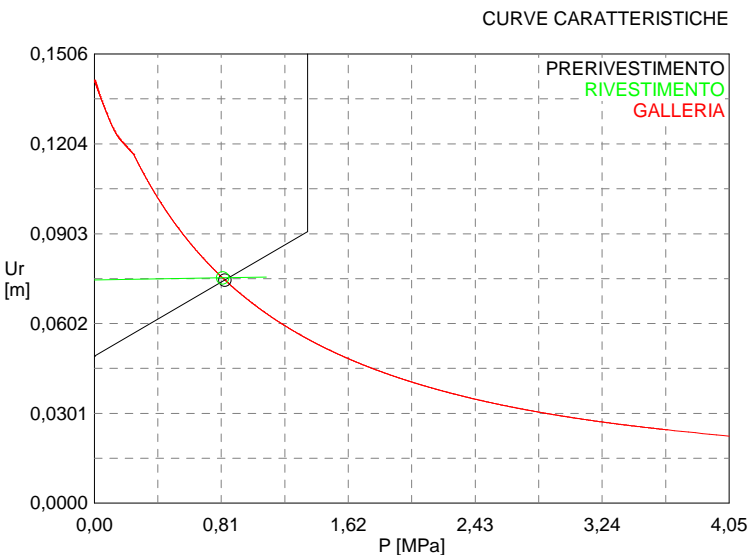
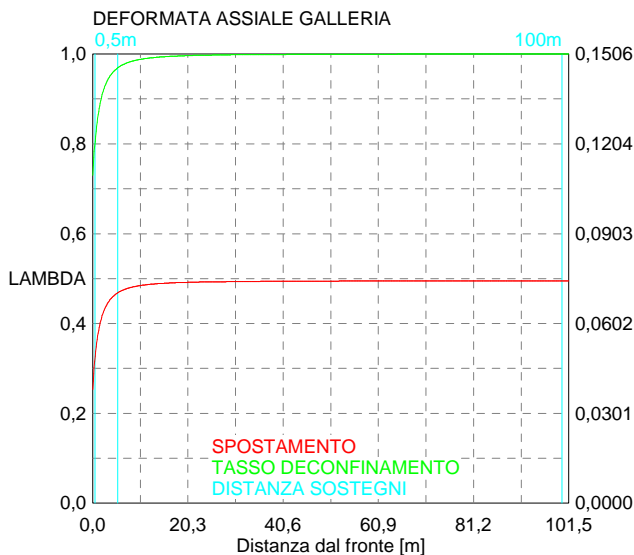
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00071 m

Tensione CLS 5,6 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##  ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

B4\_1sb\_GR2b\_500m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.34000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	13.50000
Modulo di Young [MPa] .....	1250.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.34000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.34000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.80000
Angolo attrito picco [°] .....	25.00000
Coesione residua [MPa] .....	.70000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	22.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.33000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	1.13000
Coesione residua [MPa] .....	.70000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidità .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
BARE AD ADERENZA CONTINUA -----	
Modulo di Young [MPa] .....	210000.00000
Resistenza a trazione [MPa] .....	190.00000
Tensione tesatura iniziale [MPa] .....	.00000
Lunghezza [m] .....	6.00000
Sezione reagente [m2] .....	.00062
Spaziatura circonferenziale [°] .....	21.00000
Spaziatura longitudinale [MPa] .....	1.00000
Coesione interfaccia barra-roccia [MPa] .....	.15000
Angolo attrito interfaccia barra-roccia [°] .....	28.00000
Perimetro sezione sfilamento [m] .....	.08800
Opzione dispositivo di ripartizione .....	1
[0 dispositivo di ripartizione assente]	
Distanza dal fronte attivazione barre [m] .....	5.34000
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	20000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.00922
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000

Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00008500
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	19.20000
Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000

RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.80000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	7.50000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.417799
Raggio plastico galleria [m] .....	16.140623
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.098566
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.043443
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.126619
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	8.082084

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.12331
LAMBDA :	.83411
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.20272
LAMBDA :	.91472
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.11760
LAMBDA :	.82514
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.06875
LAMBDA :	.70424
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.14294
LAMBDA :	.86056

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.43165
LAMBDA :	.99900
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.43661
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.16461
LAMBDA :	.99998
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.13128
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.18327
LAMBDA :	.99998

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DELLE BARRE PASSIVE -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.26099
LAMBDA :	.94731
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.36106
LAMBDA :	.98247

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica  
 U [m] : .15653  
 LAMBDA : .96992

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns  
 U [m] : .12053  
 LAMBDA : .94912

Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica  
 U [m] : .17633  
 LAMBDA : .97601

R I S U L T A T O A N A L I S I G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo [m] ..... .417799  
 Raggio plastico galleria fine calcolo [m] ..... 16.140623  
 Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] ..... .000000  
 Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ... .436616  
 Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] .. 16.410991

PRERIVESTIMENTO -----  
 Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 10.99158  
 Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... 1.36001  
 Spostamento punto di equilibrio [m] ..... .18202  
 Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .11760  
 Convergenza radiale prerivestimento [m] ..... .06443  
 Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .825138

BARRE AD ADERENZA CONTINUA -----  
 Fattore di sicurezza rottura a trazione ..... 999.00000  
 Fattore di sicurezza sfilamento ..... 1000.00000  
 Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .31889  
 Convergenza radiale barre [m] ..... .09891  
 Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .969918  
 SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)  
 Tensione spritz [MPa] ..... 19.20000  
 Tensione centine [MPa] ..... 190.00000  
 Coefficiente di sicurezza spritz ..... .64704  
 Coefficiente di sicurezza centine ..... .68175  
 Pressione rottura spritz [MPa] ..... 1.35970  
 Pressione rottura centine [MPa] ..... 1.43264  
 Rigidezza spritz [MPa] ..... 134.29478  
 Rigidezza centinatura [MPa] ..... 39.88427

RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----  
 Raggio plastico punto di equilibrio [m] ..... 10.99158  
 Pressione punto di equilibrio [MPa] ..... 1.34724  
 Spostamento punto di equilibrio [MPa] ..... .18319  
 Spostamento galleria alla messa in opera [m] ..... .18202  
 Convergenza radiale rivestimento [m] ..... .00117  
 Tensione CLS [MPa] ..... 9.21930  
 Coefficiente di sicurezza CLS ..... .81351  
 Pressione rottura CLS [MPa] ..... 1.09599  
 Rigidezza anello CLS [MPa] ..... 5814.45232  
 Tasso di deconfinamento alla messa in opera ..... .999977

Diametro della galleria: 10,68 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

#### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1250 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 13,5 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

RESISTENZA

PHI picco: 25 °

C picco: 0,8 MPa

PHI residuo: 22 °

C residua: 0,7 MPa

PSI: 0 °

H apparente: 0 MPa

RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °

C picco: 0,000001 MPa

PHI residuo: 0,001 °

C residua: 0,000001 MPa

PSI: 0 °

H apparente: 0 MPa

#### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,33 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

#### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 19,2 MPa centine sez. 0,00922 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

Chiodi ad aderenza continua sezione 0,00062 m<sup>2</sup> lunghezza 6 m incidenza 0,51 chiodi/m<sup>2</sup>

Spostamento radiale anello chiuso ,0644 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 19,2 MPa Centine 190,0 MPa

Fattore sicurezza sfilamento chiodatura 1000,0

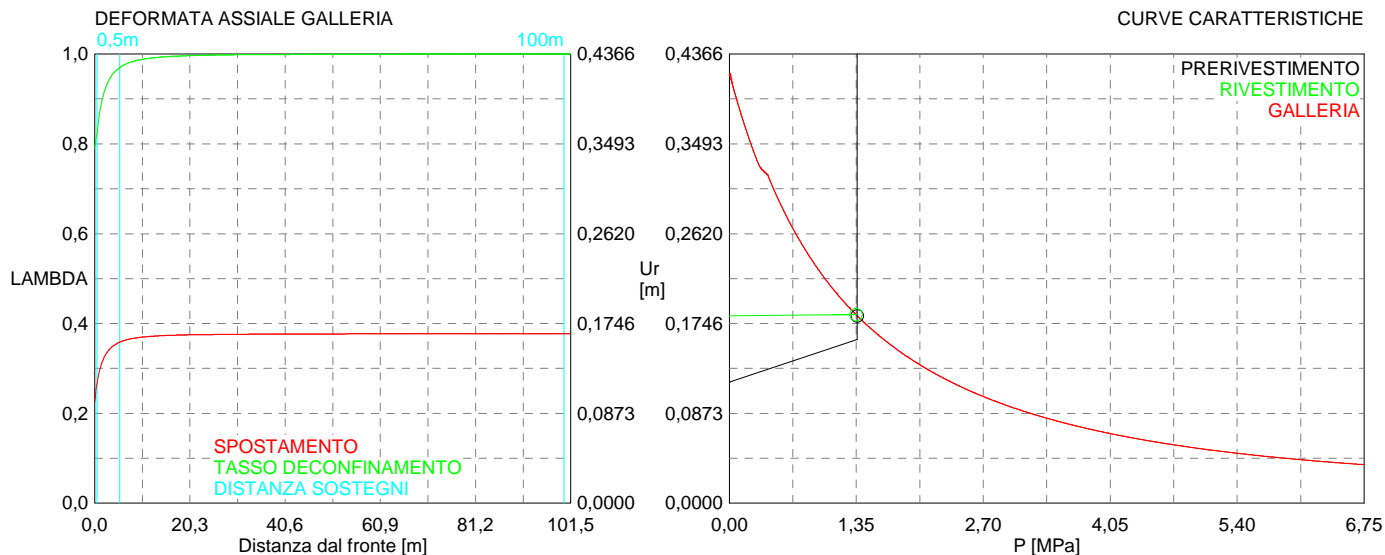
Fattore sicurezza a trazione chiodatura 999,0

#### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,8 m resistenza 7,5 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00117 m

Tensione CLS 9,2 MPa





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### #####
#####

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR3a  
C=50m  
C4\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	1.30000
Modulo di Young [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.15000
Angolo attrito picco [°] .....	30.00000
Coesione residua [MPa] .....	.13000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	24.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.28000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.43000
Coesione residua [MPa] .....	.13000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07217
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	30.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07217
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	30.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.024340
Raggio plastico galleria [m] .....	10.838287
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.004275
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.005373
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.005133
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.657491

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.00594
LAMBDA :	.69155
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01065
LAMBDA :	.89172
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.00622
LAMBDA :	.71184
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.00711
LAMBDA :	.76612
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.00692
LAMBDA :	.75549

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01763
LAMBDA :	.99929
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01770
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01022
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01071
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01060
LAMBDA :	.99997

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.024340
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	10.838287
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.017699
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	9.439419

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.81247
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.18086
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.01155
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00672
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00483
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.711838
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	2.61969
Tensione centine [MPa] .....	20.52767
Coefficiente di sicurezza spritz .....	8.81784
Coefficiente di sicurezza centine .....	9.25580
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.87302
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.11190
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.01163
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01155
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00009
Tensione CLS [MPa] .....	.69917
Coefficiente di sicurezza CLS .....	13.94515
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999963

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1100 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 1,3 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 30 °  
C picco: 0,15 MPa  
PHI residuo: 24 °  
C residua: 0,13 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA**

Spessore 2 m modulo 1100,0 MPa resistenza 0,2 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m2 incidenza 0,0 chiodi/m2  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,28 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m2 passo 1 m resistenza 190 MPa

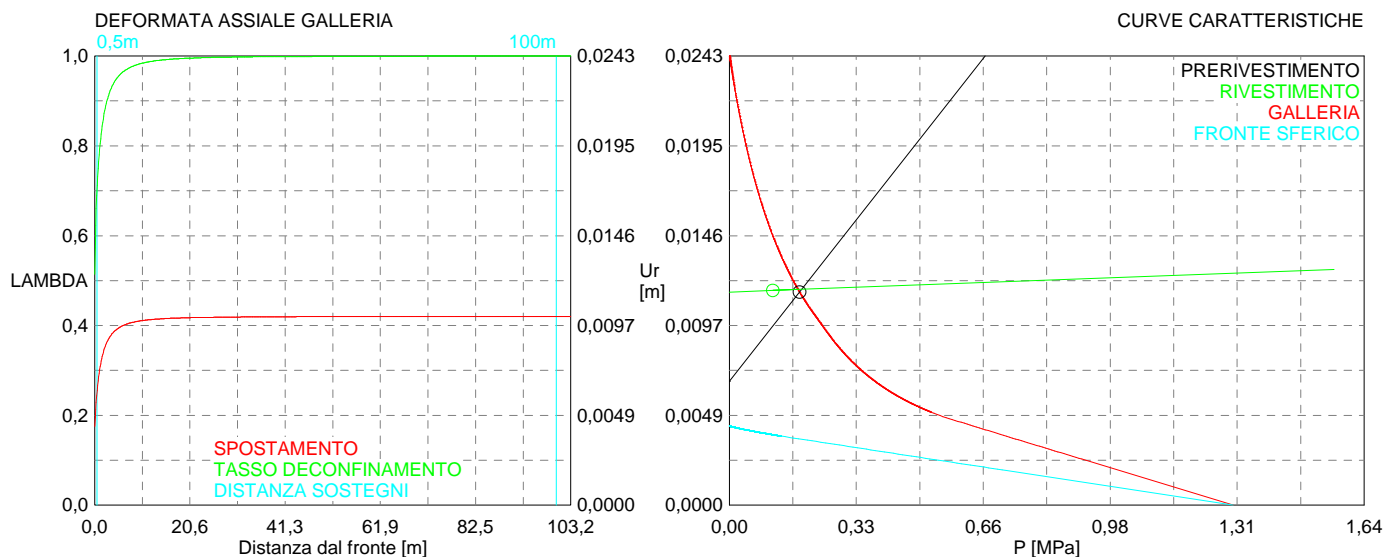
Spostamento radiale anello chiuso ,0048 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 2,6 MPa Centine 20,5 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00009 m  
Tensione CLS 0,7 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##  ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR3a  
 C=75m  
 C4\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	1.95000
Modulo di Young [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.20000
Angolo attrito picco [°] .....	30.00000
Coesione residua [MPa] .....	.17000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	24.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.28000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.48000
Coesione residua [MPa] .....	.17000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07217
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	30.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07217
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	30.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.043584
Raggio plastico galleria [m] .....	11.849109
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.006952
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.007765
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.008467
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	5.944396

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.00959
LAMBDA :	.71809
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01712
LAMBDA :	.89697
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.00989
LAMBDA :	.73038
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01056
LAMBDA :	.75513
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01115
LAMBDA :	.77413

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.02907
LAMBDA :	.99930
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.02920
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01596
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01634
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01667
LAMBDA :	.99997

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.043584
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	11.849109
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.029198
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	9.918924

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.08563
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.27488
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.01848
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01115
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00733
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.730377
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	3.98176
Tensione centine [MPa] .....	31.20076
Coefficiente di sicurezza spritz .....	5.80145
Coefficiente di sicurezza centine .....	6.08959
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.15721
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.16372
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.01861
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01848
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00013
Tensione CLS [MPa] .....	1.02294
Coefficiente di sicurezza CLS .....	9.53139
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999965

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1100 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 1,95 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 30 °  
C picco: 0,2 MPa  
PHI residuo: 24 °  
C residua: 0,17 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA**

Spessore 2 m modulo 1100,0 MPa resistenza 0,2 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m2 incidenza 0,0 chiodi/m2  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,28 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m2 passo 1 m resistenza 190 MPa

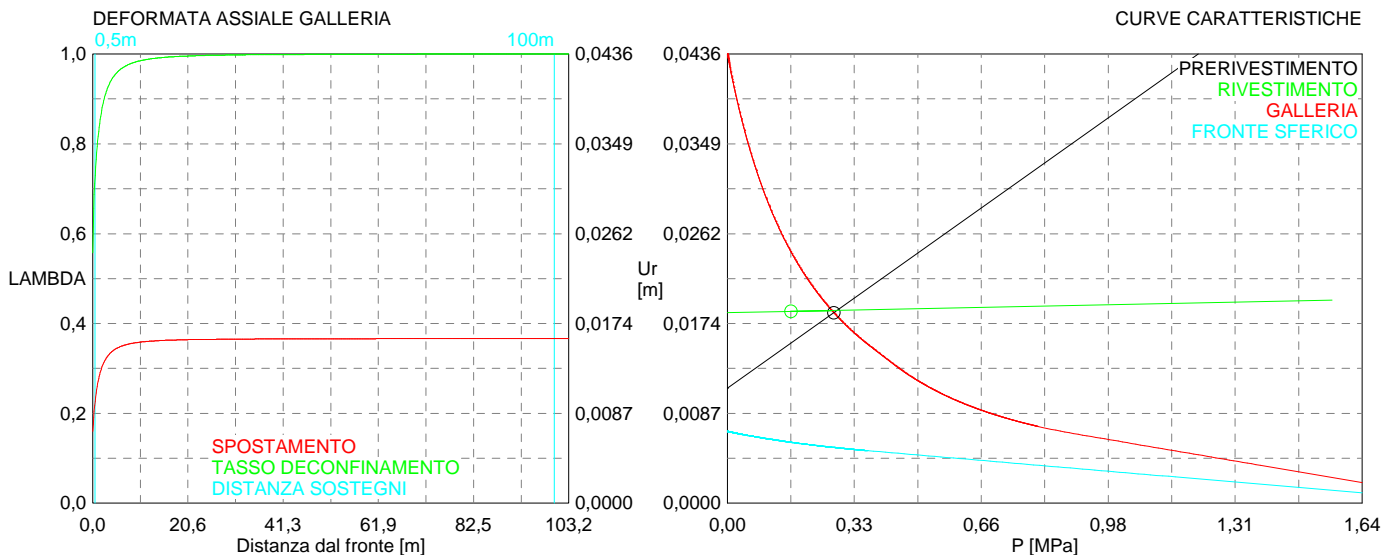
Spostamento radiale anello chiuso ,0073 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 4,0 MPa Centine 31,2 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00013 m  
Tensione CLS 1, MPa





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR3a  
 C=100m  
 C4\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	2.60000
Modulo di Young [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.24000
Angolo attrito picco [°] .....	30.00000
Coesione residua [MPa] .....	.21000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	24.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.28000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.52000
Coesione residua [MPa] .....	.21000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07217
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	30.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07217
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	30.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.066194
Raggio plastico galleria [m] .....	12.688778
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.010091
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.009858
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.012323
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.173951

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01378
LAMBDA :	.74125
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.02435
LAMBDA :	.90144
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01402
LAMBDA :	.74743
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01383
LAMBDA :	.74258
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01588
LAMBDA :	.78915

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.04228
LAMBDA :	.99931
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.04249
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.02212
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02202
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.02323
LAMBDA :	.99997

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.066194
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	12.688778
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.042493
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	10.385735

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.33025
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.36238
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.02593
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01627
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00967
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.747427
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	5.24923
Tensione centine [MPa] .....	41.13249
Coefficiente di sicurezza spritz .....	4.40065
Coefficiente di sicurezza centine .....	4.61922
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.39121
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.21765
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.02611
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02593
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00017
Tensione CLS [MPa] .....	1.35987
Coefficiente di sicurezza CLS .....	7.16980
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999967

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1100 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 2,6 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 30 °  
C picco: 0,24 MPa  
PHI residuo: 24 °  
C residua: 0,21 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA**

Spessore 2 m modulo 1100,0 MPa resistenza 0,2 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m2 incidenza 0,0 chiodi/m2  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,28 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m2 passo 1 m resistenza 190 MPa

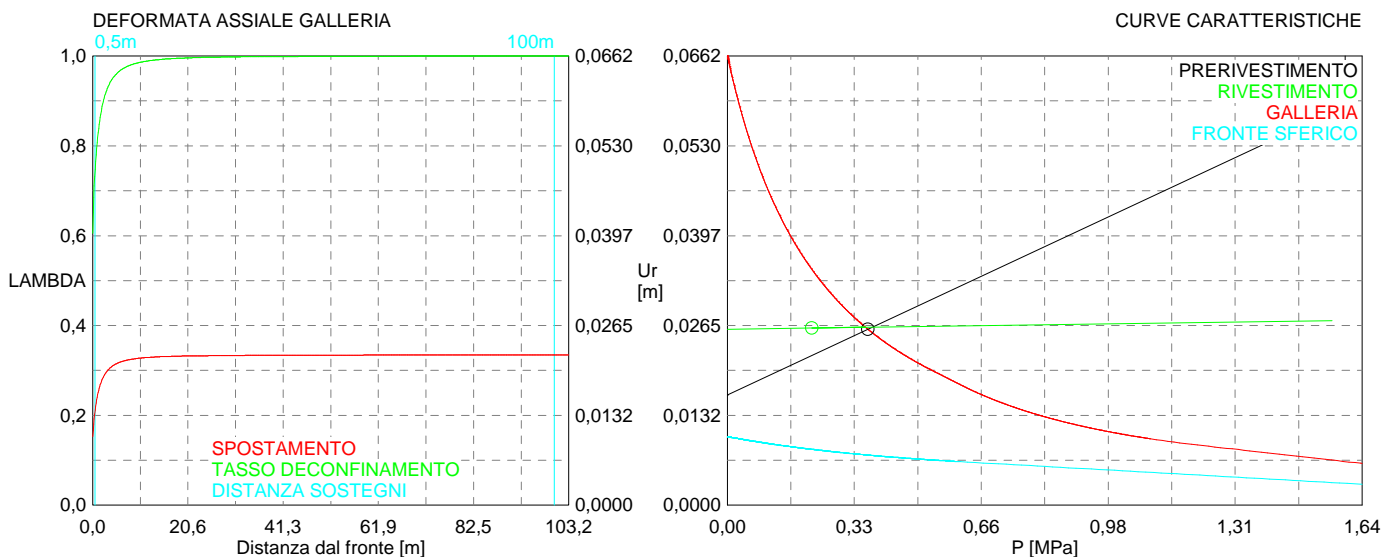
Spostamento radiale anello chiuso ,0097 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 5,2 MPa Centine 41,1 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00017 m  
Tensione CLS 1,4 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR3a  
 C=200m  
 C4\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	5.20000
Modulo di Young [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.38000
Angolo attrito picco [°] .....	29.00000
Coesione residua [MPa] .....	.32000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	23.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.28000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.66000
Coesione residua [MPa] .....	.32000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07363
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	29.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07363
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	29.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.187224
Raggio plastico galleria [m] .....	15.350615
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.026659
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.013588
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.032296
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.851903

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.03508
LAMBDA :	.79383
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.05945
LAMBDA :	.91023
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.03437
LAMBDA :	.78824
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02329
LAMBDA :	.66130
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.03921
LAMBDA :	.82246

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.11065
LAMBDA :	.99928
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.11137
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.05061
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.04375
LAMBDA :	.99995
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.05380
LAMBDA :	.99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.187224
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	15.350615
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.111366
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	12.023291

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	9.13171
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.70131
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.06066
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.04194
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01871
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.788236
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	10.15899
Tensione centine [MPa] .....	79.60497
Coefficiente di sicurezza spritz .....	2.27385
Coefficiente di sicurezza centine .....	2.38679
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	9.19292
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.44297
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.06101
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.06066
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00035
Tensione CLS [MPa] .....	2.76771
Coefficiente di sicurezza CLS .....	3.52276
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999972

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1100 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 5,2 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 29 °  
C picco: 0,38 MPa  
PHI residuo: 23 °  
C residua: 0,32 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA**

Spessore 2 m modulo 1100,0 MPa resistenza 0,2 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m2 incidenza 0,0 chiodi/m2  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,28 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m2 passo 1 m resistenza 190 MPa

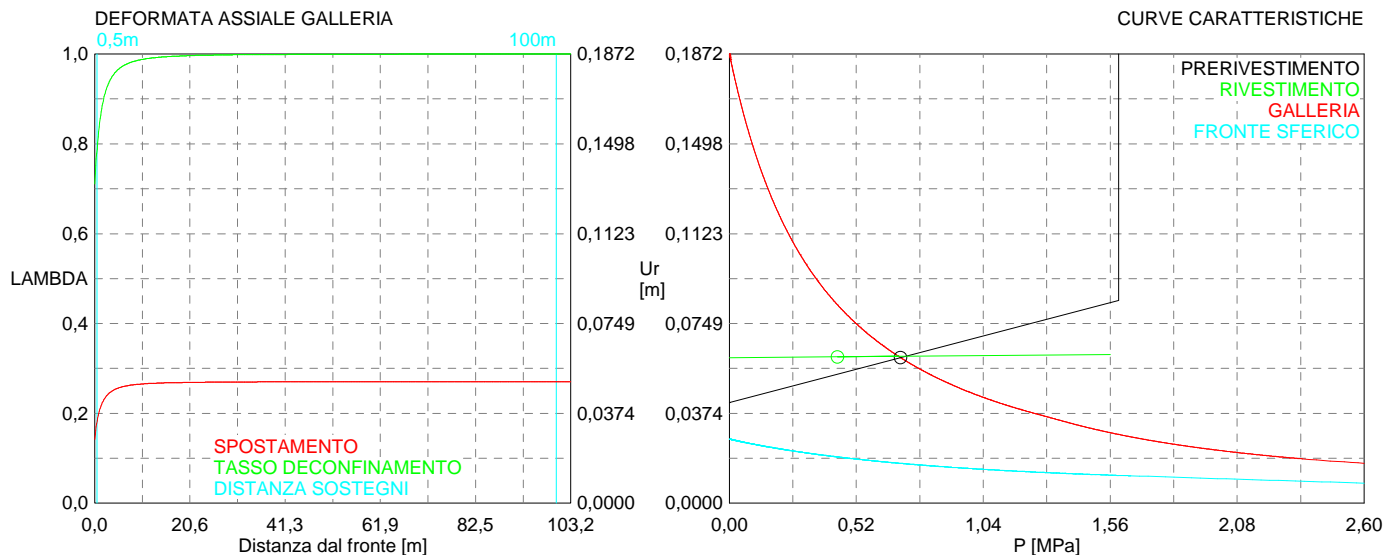
Spostamento radiale anello chiuso ,0187 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 10,2 MPa Centine 79,6 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00035 m  
Tensione CLS 2,8 MPa





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR3a  
 C=400m  
 C4\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	10.40000
Modulo di Young [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.58000
Angolo attrito picco [°] .....	24.00000
Coesione residua [MPa] .....	.50000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	21.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.25000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.83000
Coesione residua [MPa] .....	.50000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.08118
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	24.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.08118
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	24.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.794363
Raggio plastico galleria [m] .....	24.056570
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.097566
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.046212
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.134687
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	8.556482

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.12185
LAMBDA :	.83579
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.20803
LAMBDA :	.91662
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.11269
LAMBDA :	.82185
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.06636
LAMBDA :	.71029
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.14687
LAMBDA :	.86685

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.45777
LAMBDA :	.99882
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.46442
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.14835
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.11388
LAMBDA :	.99995
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.17558
LAMBDA :	.99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.794363
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	24.056570
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.464439
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	18.559150

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	11.88397
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	1.46543
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.18007
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.14097
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.03910
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.821853
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	21.22822
Tensione centine [MPa] .....	166.34248
Coefficiente di sicurezza spritz .....	1.08817
Coefficiente di sicurezza centine .....	1.14222
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	11.93523
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	1.06282
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.18091
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.18007
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00084
Tensione CLS [MPa] .....	6.64056
Coefficiente di sicurezza CLS .....	1.46825
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999972

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 1100 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m3 SIGMA0: 10,4 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 24 °  
C picco: 0,58 MPa  
PHI residuo: 21 °  
C residua: 0,5 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA**

Spessore 2 m modulo 1100,0 MPa resistenza 0,3 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m2 incidenza 0,0 chiodi/m2  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,25 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m2 passo 1 m resistenza 190 MPa

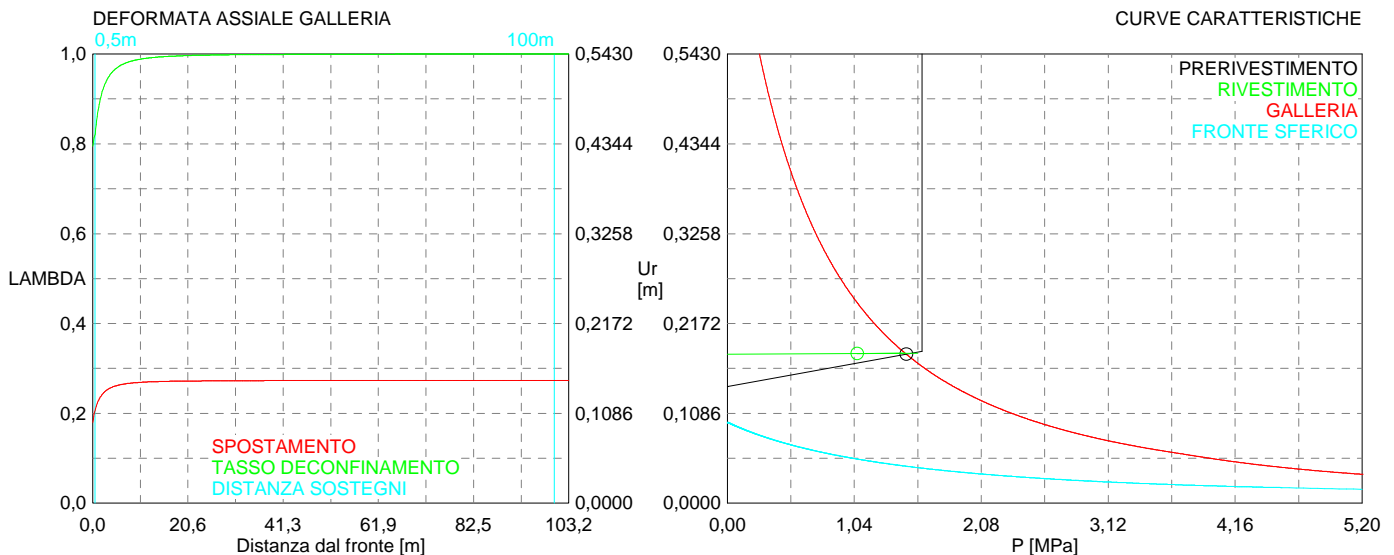
Spostamento radiale anello chiuso ,0391 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 21,2 MPa Centine 166,3 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00084 m  
Tensione CLS 6,6 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

C4\_GR3a\_150m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	3.90000
Modulo di Young [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.32000
Angolo attrito picco [°] .....	30.00000
Coesione residua [MPa] .....	.27000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	24.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.28000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.60000
Coesione residua [MPa] .....	.27000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07217
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	30.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07217
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	30.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.115999
Raggio plastico galleria [m] .....	13.766695
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.017306
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.012523
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.020437
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.499250

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.02306
LAMBDA :	.77177
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.03932
LAMBDA :	.90621
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.02309
LAMBDA :	.77207
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01908
LAMBDA :	.70628
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.02573
LAMBDA :	.80455

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.07009
LAMBDA :	.99932
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.07047
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.03502
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.03263
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.03667
LAMBDA :	.99997

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.115999
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	13.766695
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.070472
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	10.958643

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.64822
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.52406
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.04189
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02791
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01398
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.772074
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	7.59134
Tensione centine [MPa] .....	59.48512
Coefficiente di sicurezza spritz .....	3.04294
Coefficiente di sicurezza centine .....	3.19408
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.72801
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.31305
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.04214
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.04189
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00025
Tensione CLS [MPa] .....	1.95598
Coefficiente di sicurezza CLS .....	4.98471
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999970

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

#### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1100 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 3,9 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

#### RESISTENZA

PHI picco: 30 °

C picco: 0,32 MPa

PHI residuo: 24 °

C residua: 0,27 MPa

PSI: 0 °

H apparente: 0 MPa

#### RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °

C picco: 0,000001 MPa

PHI residuo: 0,001 °

C residua: 0,000001 MPa

PSI: 0 °

H apparente: 0 MPa

#### CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 1100,0 MPa resistenza 0,2 MPa

Fattore di sicurezza della corona 1

#### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,28 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

#### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,014 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

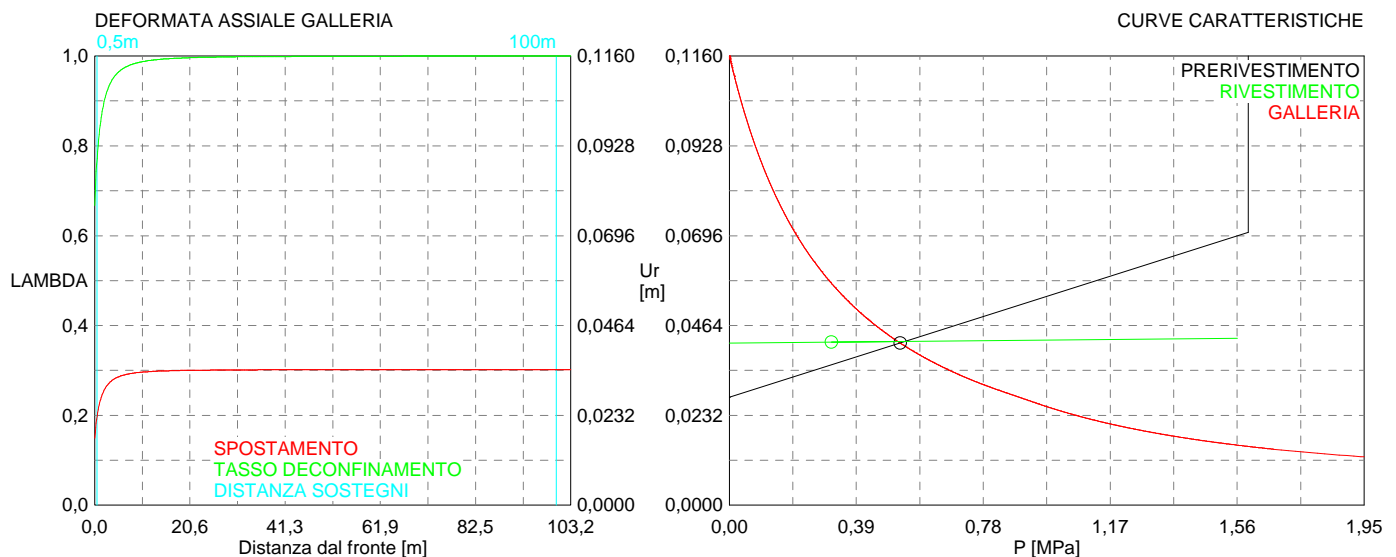
Spritz-beton 7,6 MPa Centine 59,5 MPa

#### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00025 m

Tensione CLS 2, MPa





```

#####
#####
###
###
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
#####   ##   ##   ##   ##
#####   #####   #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

C4\_GR3a\_300m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	7.80000
Modulo di Young [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.49000
Angolo attrito picco [°] .....	26.00000
Coesione residua [MPa] .....	.41000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	23.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.25000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.74000
Coesione residua [MPa] .....	.41000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.07811
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	26.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.07811
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	26.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.423296
Raggio plastico galleria [m] .....	19.623547
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.055981
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.024666
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.071890
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	7.748308

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.07130
LAMBDA :	.82225
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.11999
LAMBDA :	.91392
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.06742
LAMBDA :	.81056
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.03991
LAMBDA :	.67760
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.08170
LAMBDA :	.84911

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.24543
LAMBDA :	.99908
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.24790
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.09319
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.07423
LAMBDA :	.99995
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.10378
LAMBDA :	.99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.423296
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	19.623547
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.247896
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	15.222286

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	10.53585
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	1.07951
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.11263
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.08383
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.02880
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.810558
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	15.63773
Tensione centine [MPa] .....	122.53594
Coefficiente di sicurezza spritz .....	1.47720
Coefficiente di sicurezza centine .....	1.55057
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	10.60041
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.74038
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.11322
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.11263
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00058
Tensione CLS [MPa] .....	4.62596
Coefficiente di sicurezza CLS .....	2.10767
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999972

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

#### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1100 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 7,8 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

#### RESISTENZA

PHI picco: 26 °

C picco: 0,49 MPa

PHI residuo: 23 °

C residua: 0,41 MPa

PSI: 0 °

H apparente: 0 MPa

#### RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °

C picco: 0,000001 MPa

PHI residuo: 0,001 °

C residua: 0,000001 MPa

PSI: 0 °

H apparente: 0 MPa

#### CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 1100,0 MPa resistenza 0,2 MPa

Fattore di sicurezza della corona 1

#### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,25 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

#### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0288 m

TENSIONI ANELLO CHIUSO

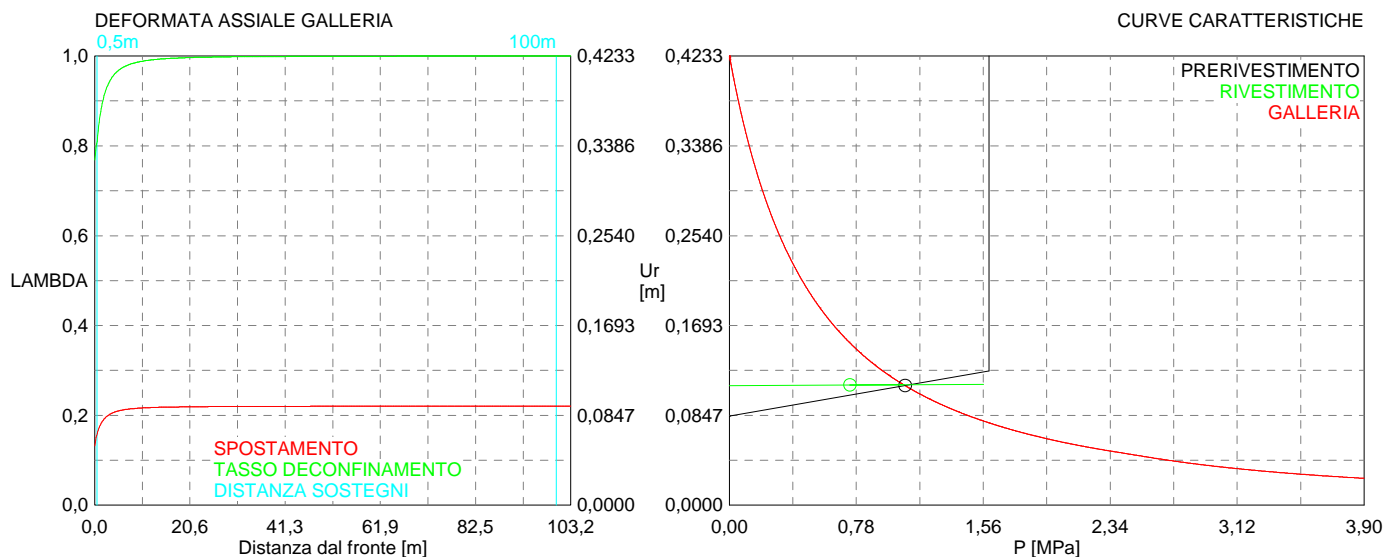
Spritz-beton 15,6 MPa Centine 122,5 MPa

#### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00058 m

Tensione CLS 4,6 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

C4\_GR3a\_500m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	13.00000
Modulo di Young [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.70500
Angolo attrito picco [°] .....	23.00000
Coesione residua [MPa] .....	.60000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	20.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.24000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.94500
Coesione residua [MPa] .....	.60000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1100.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.08340
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	23.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.08340
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	23.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	1.163828
Raggio plastico galleria [m] .....	26.539024
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.143446
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.067045
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.195407
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	9.110136

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.17552
LAMBDA :	.84425
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.29243
LAMBDA :	.91668
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.16177
LAMBDA :	.83075
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.09214
LAMBDA :	.72097
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.21020
LAMBDA :	.87207

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.66247
LAMBDA :	.99866
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.67374
LAMBDA :	.99999
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.20602
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.15272
LAMBDA :	.99995
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.24593
LAMBDA :	.99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	1.163828
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	26.539024
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.673819
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	20.406406

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	13.54045
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	1.59469
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.28810
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.20535
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.08275
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.830750
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	23.10000
Tensione centine [MPa] .....	190.00000
Coefficiente di sicurezza spritz .....	.51421
Coefficiente di sicurezza centine .....	.53975
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	13.65295
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	1.10245
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.28897
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.28810
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00087
Tensione CLS [MPa] .....	6.88818
Coefficiente di sicurezza CLS .....	1.41547
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999972

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

#### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 1100 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 13 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

#### RESISTENZA

PHI picco: 23 °  
C picco: 0,705 MPa  
PHI residuo: 20 °  
C residua: 0,6 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 1100,0 MPa resistenza 0,3 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

#### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>

Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,24 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

#### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

Spostamento radiale anello chiuso ,0827 m

#### TENSIONI ANELLO CHIUSO

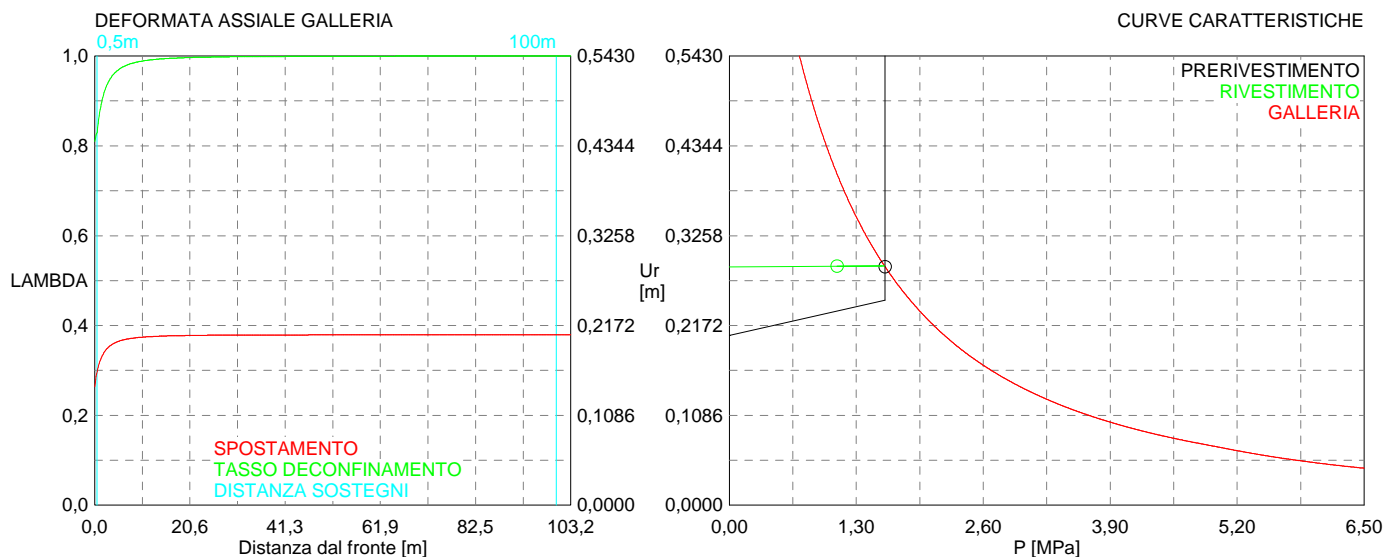
Spritz-beton 23,1 MPa Centine 190,0 MPa

#### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m

Spostamento radiale 0,00087 m

Tensione CLS 6,9 MPa





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR3b  
C=50m  
C2\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	1.30000
Modulo di Young [MPa] .....	900.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.12000
Angolo attrito picco [°] .....	28.00000
Coesione residua [MPa] .....	.10000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	22.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.21000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.33000
Coesione residua [MPa] .....	.10000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1800.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.09313
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	28.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.09313
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	28.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.031565
Raggio plastico galleria [m] .....	11.849109
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.005732
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.007727
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.008469
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.002534

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.00822
LAMBDA :	.71704
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.01622
LAMBDA :	.90008
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.00816
LAMBDA :	.71448
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.00985
LAMBDA :	.77559
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01048
LAMBDA :	.79373

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.02903
LAMBDA :	.99918
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.02920
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01312
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01420
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01460
LAMBDA :	.99997

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.031565
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	11.849109
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.029204
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	11.240789

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.04144
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.19962
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.01302
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.00770
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00533
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.714483
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	2.89156
Tensione centine [MPa] .....	22.65803
Coefficiente di sicurezza spritz .....	7.98876
Coefficiente di sicurezza centine .....	8.38555
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	7.91990
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.19035
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.01317
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01302
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00015
Tensione CLS [MPa] .....	1.18930
Coefficiente di sicurezza CLS .....	8.19812
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999963

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 900 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 1,3 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 28 °  
C picco: 0,12 MPa  
PHI residuo: 22 °  
C residua: 0,1 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA**

Spessore 2 m modulo 1800,0 MPa resistenza 0,3 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,21 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

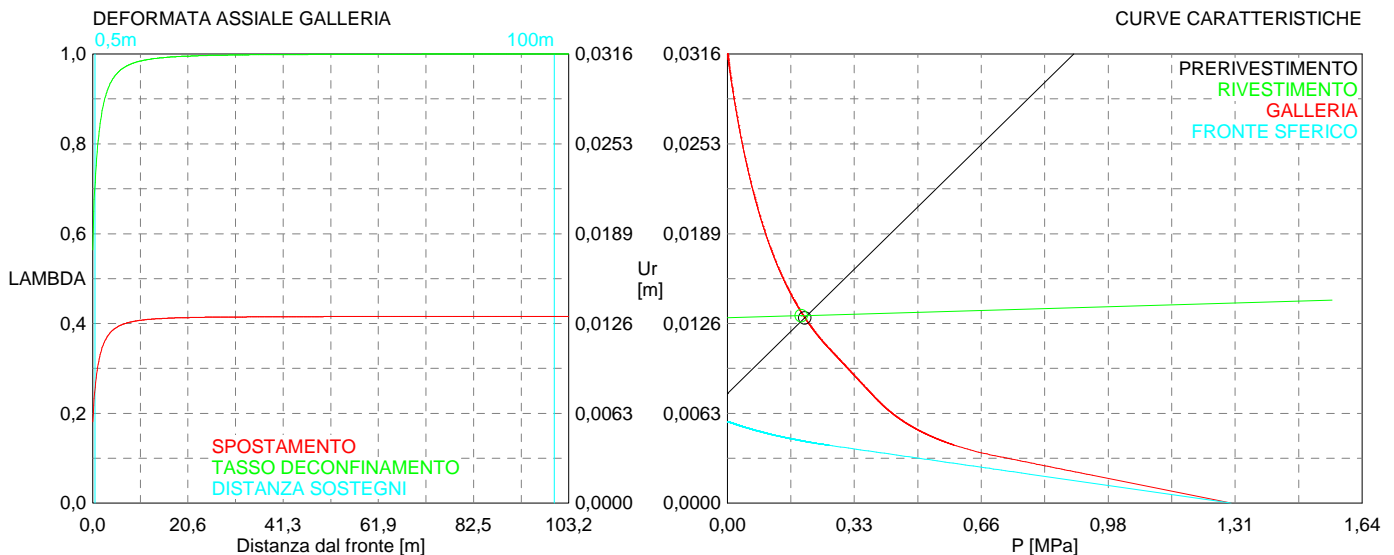
Spostamento radiale anello chiuso ,0053 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 2,9 MPa Centine 22,7 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00015 m  
Tensione CLS 1,2 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR3b  
C=75m  
C2\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	1.95000
Modulo di Young [MPa] .....	900.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.16000
Angolo attrito picco [°] .....	28.00000
Coesione residua [MPa] .....	.14000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	22.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.21000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.37000
Coesione residua [MPa] .....	.14000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1800.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.09313
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	28.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.09313
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	28.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 preriinvestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 preriinvestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.059911
Raggio plastico galleria [m] .....	13.319323
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.009858
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.010507
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ..	.014209
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.361345

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01378
LAMBDA :	.74681
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.02644
LAMBDA :	.90488
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01343
LAMBDA :	.73897
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01399
LAMBDA :	.75144
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.01718
LAMBDA :	.80905

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.04867
LAMBDA :	.99919
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.04900
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.02076
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02112
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.02327
LAMBDA :	.99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.059911
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	13.319323
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	.048997
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	11.935234

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.50939
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.29201
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.02187
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.01408
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.00779
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.738975
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	4.22991
Tensione centine [MPa] .....	33.14521
Coefficiente di sicurezza spritz .....	5.46111
Coefficiente di sicurezza centine .....	5.73235
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.35198
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.25690
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.02207
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02187
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00020
Tensione CLS [MPa] .....	1.60511
Coefficiente di sicurezza CLS .....	6.07435
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999966

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 900 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 1,95 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 28 °  
C picco: 0,16 MPa  
PHI residuo: 22 °  
C residua: 0,14 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA**

Spessore 2 m modulo 1800,0 MPa resistenza 0,3 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,21 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

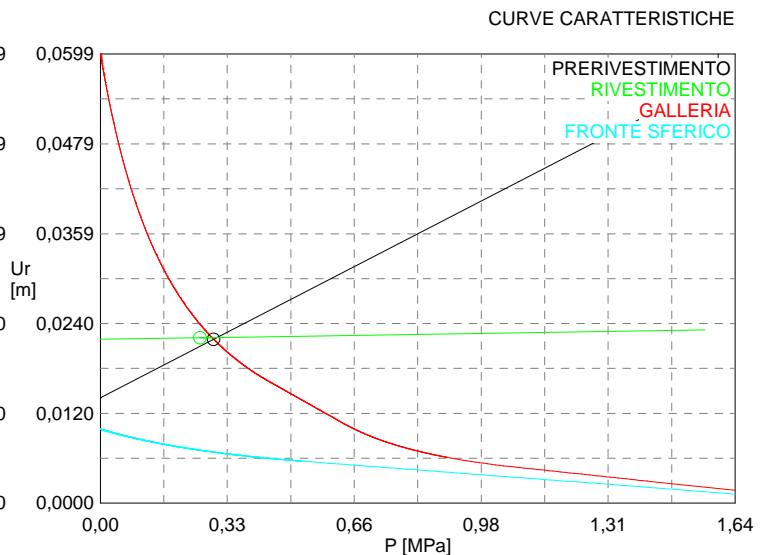
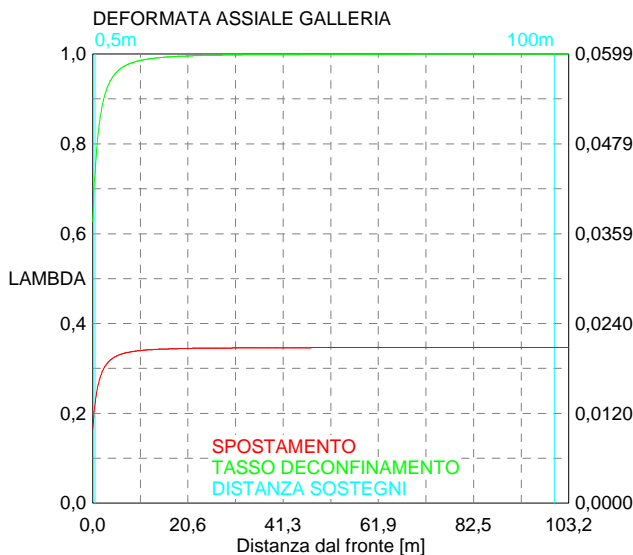
Spostamento radiale anello chiuso ,0078 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 4,2 MPa Centine 33,1 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,0002 m  
Tensione CLS 1,6 MPa





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR3b  
 C=100m  
 C2\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	2.60000
Modulo di Young [MPa] .....	900.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.20000
Angolo attrito picco [°] .....	28.00000
Coesione residua [MPa] .....	.17000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	22.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.21000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.41000
Coesione residua [MPa] .....	.17000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1800.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.09313
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	28.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.09313
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	28.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.091834
Raggio plastico galleria [m] .....	14.233807
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.014628
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.012104
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.020163
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	6.621233

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.01997
LAMBDA :	.76763
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.03692
LAMBDA :	.90746
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.01928
LAMBDA :	.75755
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.01712
LAMBDA :	.72116
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.02408
LAMBDA :	.81693

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.06905
LAMBDA :	.99921
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.06953
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.02882
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02739
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.03210
LAMBDA :	.99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.091834
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	14.233807
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.069528
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	12.298412

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.77467
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.38289
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.03114
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.02092
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01022
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.757547
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	5.54652
Tensione centine [MPa] .....	43.46203
Coefficiente di sicurezza spritz .....	4.16478
Coefficiente di sicurezza centine .....	4.37163
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	8.62833
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.32166
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.03139
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.03114
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00025
Tensione CLS [MPa] .....	2.00977
Coefficiente di sicurezza CLS .....	4.85131
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999969

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 900 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 2,6 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 28 °  
C picco: 0,2 MPa  
PHI residuo: 22 °  
C residua: 0,17 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA**

Spessore 2 m modulo 1800,0 MPa resistenza 0,3 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,21 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

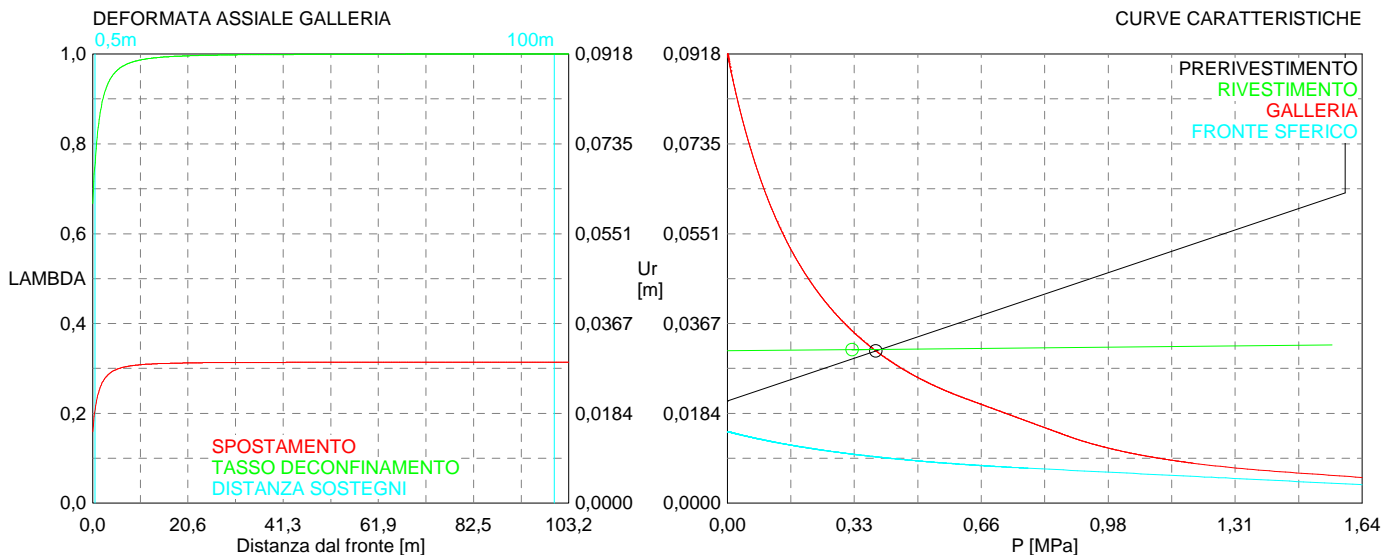
Spostamento radiale anello chiuso ,0102 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 5,5 MPa Centine 43,5 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00025 m  
Tensione CLS 2, MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR3b  
C=200m  
C2\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	5.20000
Modulo di Young [MPa] .....	900.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.30000
Angolo attrito picco [°] .....	25.00000
Coesione residua [MPa] .....	.25000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	21.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.20000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.50000
Coesione residua [MPa] .....	.25000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1800.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.09875
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	25.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.09875
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	25.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.357314
Raggio plastico galleria [m] .....	20.565159
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.047456
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.024391
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.071090
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	7.886491

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.06170
LAMBDA :	.81628
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.11343
LAMBDA :	.91630
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.05642
LAMBDA :	.79837
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.03587
LAMBDA :	.69176
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.07804
LAMBDA :	.85912

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.24206
LAMBDA :	.99893
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.24514
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.07599
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.06094
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.09321
LAMBDA :	.99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.357314
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	20.565159
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.245139
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	16.966105

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----

fattore di sicurezza .....	1.00000
----------------------------	---------

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	10.54174
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.78881
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.08357
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.06252
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.02105
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.798373
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	11.42682
Tensione centine [MPa] .....	89.53957
Coefficiente di sicurezza spritz .....	2.02156
Coefficiente di sicurezza centine .....	2.12197
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	10.36435
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.66770
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.08410
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.08357
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00053
Tensione CLS [MPa] .....	4.17187
Coefficiente di sicurezza CLS .....	2.33708
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999972

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 900 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 5,2 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 25 °  
C picco: 0,3 MPa  
PHI residuo: 21 °  
C residua: 0,25 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA**

Spessore 2 m modulo 1800,0 MPa resistenza 0,3 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,2 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

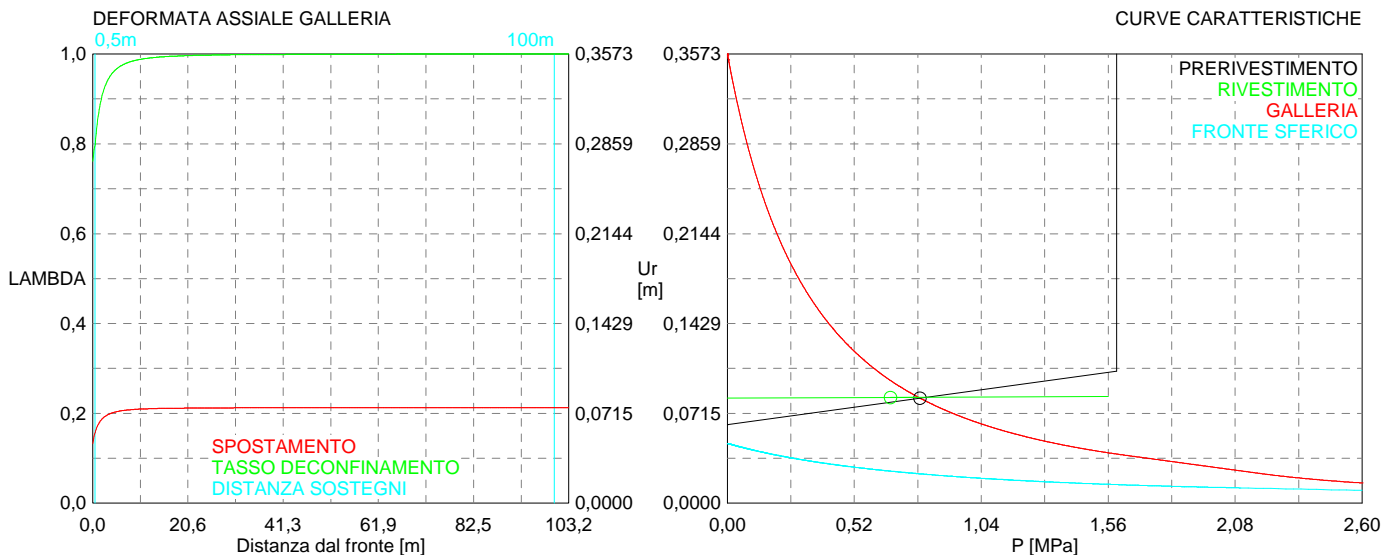
Spostamento radiale anello chiuso ,021 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 11,4 MPa Centine 89,5 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00053 m  
Tensione CLS 4,2 MPa





```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
 CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
 SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

GR3b  
 C=400m  
 C2\_Terapia

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
 VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
 1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
 2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
 3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
 4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
 5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	10.40000
Modulo di Young [MPa] .....	900.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.45000
Angolo attrito picco [°] .....	21.00000
Coesione residua [MPa] .....	.40000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	17.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.19000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.64000
Coesione residua [MPa] .....	.40000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1800.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.10653
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	21.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.10653
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	21.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	1.792523
Raggio plastico galleria [m] .....	35.246530
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.199309
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.117298
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.341874
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	10.390307

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.24218
LAMBDA :	.84930
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.45906
LAMBDA :	.92389
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.21556
LAMBDA :	.83325
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.13831
LAMBDA :	.76380
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.35267
LAMBDA :	.89576

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	1.14220
LAMBDA :	.99797
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	1.17637
LAMBDA :	.99986
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.25446
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.18862
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.37852
LAMBDA :	.99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	1.792523
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	35.246530
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	1.178876
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	28.569086

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	14.71937
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	1.53824
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.29060
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.24956
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.04104
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.833254
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	22.28324
Tensione centine [MPa] .....	174.60955
Coefficiente di sicurezza spritz .....	1.03665
Coefficiente di sicurezza centine .....	1.08814
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	14.47435
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	1.31810
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.29164
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.29060
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00104
Tensione CLS [MPa] .....	8.23561
Coefficiente di sicurezza CLS .....	1.18388
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999973

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 900 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 10,4 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 21 °  
C picco: 0,45 MPa  
PHI residuo: 17 °  
C residua: 0,4 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA**

Spessore 2 m modulo 1800,0 MPa resistenza 0,3 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,19 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

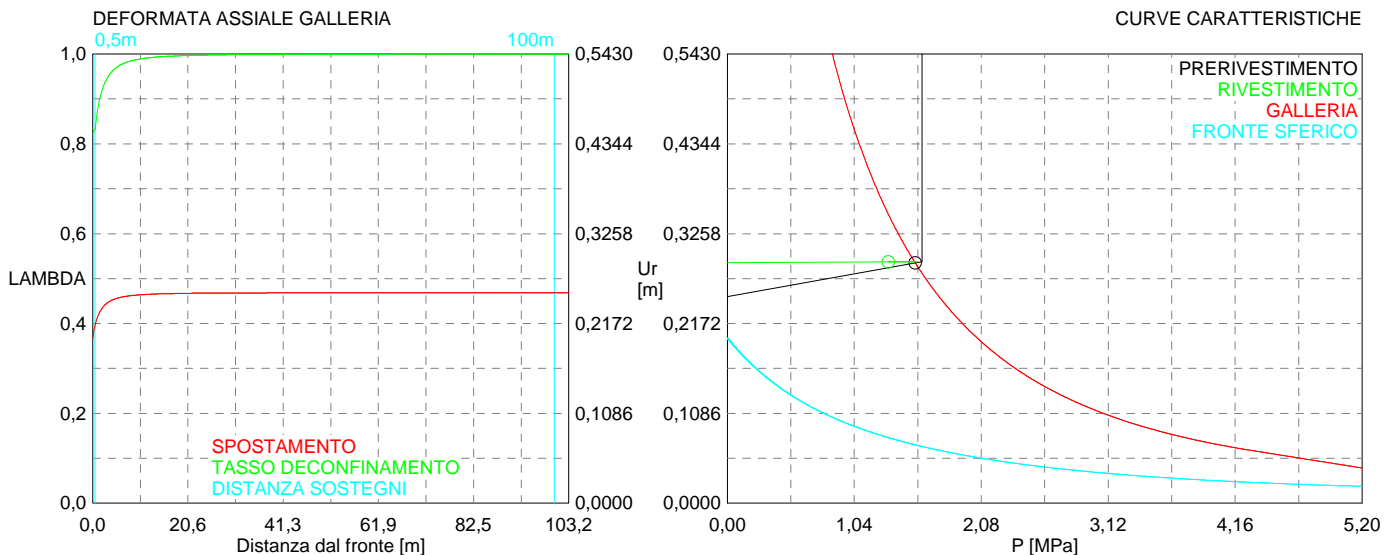
Spostamento radiale anello chiuso ,041 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 22,3 MPa Centine 174,6 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00104 m  
Tensione CLS 8,2 MPa



```

#####
#####
###
###
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
### ##### ## ## ##
##### ## ## ## ##
##### ##### #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

C2\_GR3b\_150m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	3.90000
Modulo di Young [MPa] .....	900.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.25000
Angolo attrito picco [°] .....	27.00000
Coesione residua [MPa] .....	.20000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	22.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.21000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.46000
Coesione residua [MPa] .....	.20000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1800.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.09498
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	27.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.09498
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	27.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidità .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.190597
Raggio plastico galleria [m] .....	16.966105
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.027602
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.013507
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.039367
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	7.189543

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.03679
LAMBDA :	.79822
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.06747
LAMBDA :	.91395
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.03446
LAMBDA :	.78269
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.02222
LAMBDA :	.65719
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.04493
LAMBDA :	.84153

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.13452
LAMBDA :	.99913
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.13575
LAMBDA :	1.00000
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.04881
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.04044
LAMBDA :	.99995
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.05656
LAMBDA :	.99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.190597
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	16.966105
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.135750
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	14.233807

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	9.48075
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.57890
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.05305
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.03760
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.01545
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.782694
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	8.38590
Tensione centine [MPa] .....	65.71121
Coefficiente di sicurezza spritz .....	2.75462
Coefficiente di sicurezza centine .....	2.89144
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	9.31584
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.48841
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.05343
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.05305
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00039
Tensione CLS [MPa] .....	3.05165
Coefficiente di sicurezza CLS .....	3.19499
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999971

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

**PARAMETRI DELLA ROCCIA**

E: 900 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 3,9 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

**RESISTENZA**

PHI picco: 27 °  
C picco: 0,25 MPa  
PHI residuo: 22 °  
C residua: 0,2 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**RESISTENZA A LUNGO TERMINE**

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

**CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA**

Spessore 2 m modulo 1800,0 MPa resistenza 0,3 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

**PRECONSOLIDAMENTO FRONTE**

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,21 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

**SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

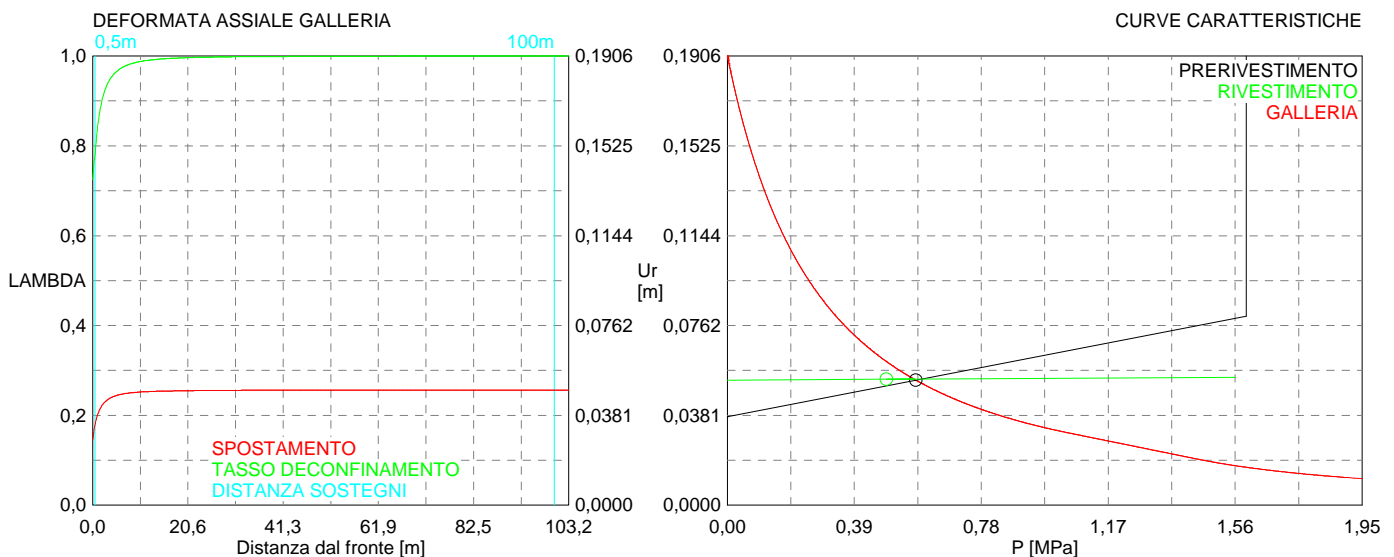
Spostamento radiale anello chiuso ,0154 m

**TENSIONI ANELLO CHIUSO**

Spritz-beton 8,4 MPa Centine 65,7 MPa

**RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00039 m  
Tensione CLS 3,1 MPa





```

#####
#####
###
###
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
###   #####  ##   ##   ##
#####      ##  ##   ##  ##
#####      #####  #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

C2sb\_GR3b\_300m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	7.80000
Modulo di Young [MPa] .....	900.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.39000
Angolo attrito picco [°] .....	23.00000
Coesione residua [MPa] .....	.33000
Angolo attrito residuo [MPa] .....	19.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.19000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.58000
Coesione residua [MPa] .....	.33000
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1800.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.10259
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	23.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.10259
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	23.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidezza .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	.834793
Raggio plastico galleria [m] .....	26.539024
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.102769
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.054786
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.159677
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	9.009403

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.12849
LAMBDA :	.83795
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.23377
LAMBDA :	.91996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.11551
LAMBDA :	.82042
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.07151
LAMBDA :	.72889
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.16906
LAMBDA :	.87874

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.54011
LAMBDA :	.99859
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.55049
LAMBDA :	.99998
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.14463
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.10970
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.19050
LAMBDA :	.99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	.834793
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	26.539024
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	.550611
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	21.532499

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	12.29841
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	1.16364
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.16250
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.13145
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.03105
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.820415
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	16.85677
Tensione centine [MPa] .....	132.08822
Coefficiente di sicurezza spritz .....	1.37037
Coefficiente di sicurezza centine .....	1.43843
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	12.11321
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	.98370
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.16327
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.16250
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00078
Tensione CLS [MPa] .....	6.14625
Coefficiente di sicurezza CLS .....	1.58633
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999973

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

#### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 900 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 7,8 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

#### RESISTENZA

PHI picco: 23 °  
C picco: 0,39 MPa  
PHI residuo: 19 °  
C residua: 0,33 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 1800,0 MPa resistenza 0,3 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

#### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,19 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

#### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

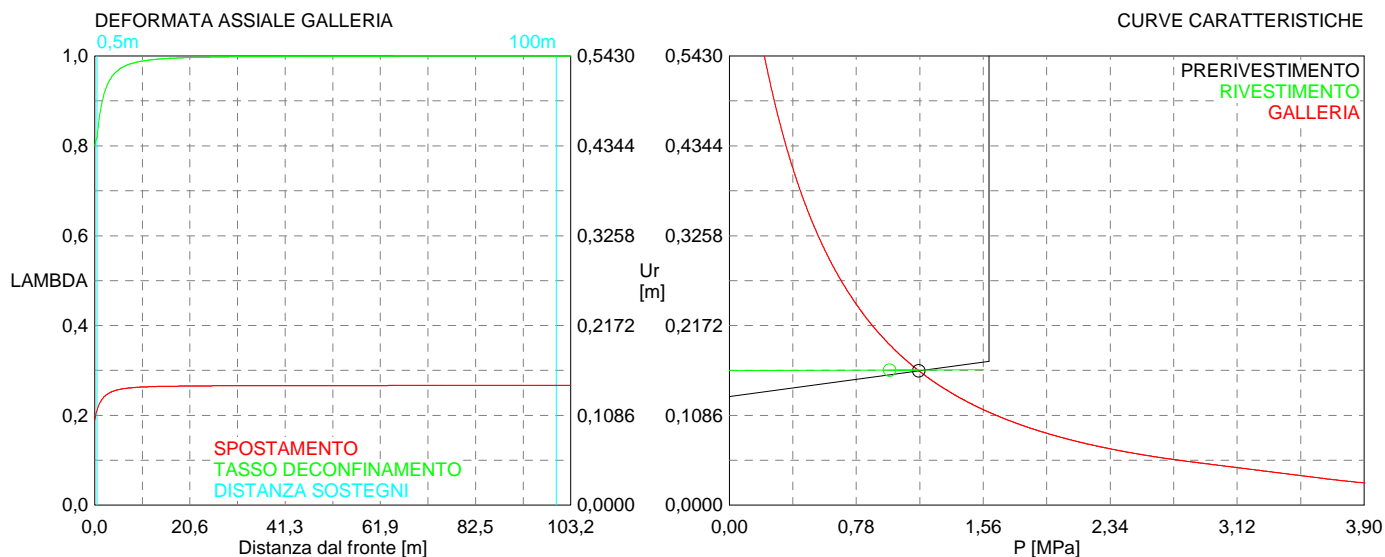
Spostamento radiale anello chiuso ,031 m

#### TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 16,9 MPa Centine 132,1 MPa

#### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,00078 m  
Tensione CLS 6,1 MPa



```

#####
#####
###
###
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
###   #####   ##   ##   ##
#####   ##   ##   ##   ##
#####   #####   #####
###

```

CALCOLO GALLERIE CON METODO  
CONVERGENZA-CONFINAMENTO  
SOLUTORE TRANSFER-MATRIX

VERSIONE 4 (2003)

C2sb\_GR3b\_500m  
TERAPIA

TIPO DI ANALISI: CALCOLO ACCOPPIATO FRONTE-GALLERIA  
VALUTAZIONE DEFORMATA GALLERIA AL FRONTE: 3  
1 -> metodo Panet-Guenot (galleria non sostenuta)  
2 -> metodo trasformazione omotetica (galleria non sostenuta)  
3 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da vuoto sferico)  
4 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da correlazione Ns)  
5 -> Nuovo Metodo Implicito (convergenza al fronte da trasformazione omotetica)

D A T I   A N A L I S I

R galleria [m] .....	5.43000
PARAMETRI GEOTECNICI -----	
Tensione originaria [MPa] .....	13.00000
Modulo di Young [MPa] .....	900.00000
Coefficiente di Poisson .....	.30000
Peso specifico (sovraccarico gravitativo) [kN/m3] .	.00000
Pressione interstiziale falda indisturbata [MPa] ..	.00000
Pressione interstiziale al bordo scavo B.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria B.T. [m] .....	5.43000
Pressione interstiziale al bordo scavo L.T. [MPa]..	.00000
Raggio influenza idraulica galleria L.T. [m] .....	5.43000
RESISTENZA ROCCIA	
Coesione picco [MPa] .....	.64000
Angolo attrito picco [°] .....	22.00000
Coesione residua [MPa] .....	.53500
Angolo attrito residuo [MPa] .....	19.00000
Angolo dilatanza [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
FRONTE DI SCAVO RINFORZATO	
Consolidamento generico del fronte	
Incremento coesione picco [MPa] .....	.18000
Pressione sul fronte di scavo [MPa] .....	.00000
Parametri di resistenza equivalenti del fronte rinforzato	
Coesione picco [MPa] .....	.82000
Coesione residua [MPa] .....	.53500
INIEZIONI O JET-GROUTING	
Spessore corona trattata [m] .....	2.00000
Modulo terreno trattato [MPa] .....	1800.00000
Coefficiente di Poisson terreno trattato .....	.30000
Coesione picco terreno trattato [MPa] .....	.14738
Angolo attrito picco terreno trattato [°] .....	22.00000
Coesione residua terreno trattato [MPa] .....	.14738
Angolo attrito residuo terreno trattato [MPa] .....	22.00000
Angolo dilatanza terreno trattato [°] .....	.00000
Modulo di softening apparente Ha [MPa] .....	.00000
Modulo di softening H [MPa] .....	.00000
PRERIVESTIMENTO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	.50000
Coefficiente riduzione rigidità .....	.11000
Forma del presinvestimento .....	CIRCOLARE CHIUSO
SPRITZ-BETON E CENTINE	
Spessore spritz [m] .....	.30000
Modulo Young spritz [MPa] .....	24000.00000
Coefficiente di Poisson spritz .....	.20000
Sezione centina [m2] .....	.01060
Altezza sezione centina [m2] .....	.24000
Posizione baricentro sezione centina [m] .....	.12000
Momento inerzia baricentrico sezione centina [m4] .	.00011260
Passo centine [m] .....	1.00000
Modulo Young ferro centine [MPa] .....	210000.00000
Resistenza compressione spritz [MPa] .....	23.10000

Resistenza ferro centine [MPa] .....	190.00000
RIVESTIMENTO DEFINITIVO -----	
Distanza dal fronte alla messa in opera [m] .....	100.00000
Spessore CLS [m] .....	.90000
Modulo Young CLS [MPa] .....	31220.00000
Coefficiente di Poisson CLS .....	.20000
Resistenza compressione CLS [MPa] .....	9.75000
Opzione calcolo rivestimento .....	0
[0 prerivestimenti non collaboranti a lungo termine]	
[1 prerivestimenti collaboranti a lungo termine]	
Gioco radiale posa in opera rivestimento [m] .....	.00000

R I S U L T A T O   A N A L I S I   F R O N T E   D I   S C A V O

Press. fine calcolo curva galleria [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale galleria [m] .....	1.641303
Raggio plastico galleria [m] .....	29.513829
Press. fine calcolo fronte sferico [MPa] .....	.000000
Spostamento radiale fronte sferico [m] .....	.221208
Spostamento radiale fronte (correl. Ns) [m] .....	.105829
Spostamento radiale fronte (trasf. omotet.) [m] ...	.308446
Raggio plastico fronte sferico [m] .....	9.891756

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL PRERIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	.26564
LAMBDA :	.85543
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	.43881
LAMBDA :	.91958
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.24052
LAMBDA :	.84080
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.13337
LAMBDA :	.73783
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.32353
LAMBDA :	.88251

STATO GALLERIA ALLA MESSA IN OPERA DEL RIVESTIMENTO -----

Metodo Panet-Guenot	
U [m] :	1.04065
LAMBDA :	.99843
Trasformazione Omotetica	
U [m] :	1.06310
LAMBDA :	.99997
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da soluzione cavità sferica	
U [m] :	.28566
LAMBDA :	.99998
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da correlazione Ns	
U [m] :	.19776
LAMBDA :	.99996
Nuovo Metodo Implicito - convergenza al fronte da trasformazione omotetica	
U [m] :	.35881
LAMBDA :	.99998

R I S U L T A T O   A N A L I S I   G A L L E R I A

Pressione fine calcolo [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo [m] .....	1.641303
Raggio plastico galleria fine calcolo [m] .....	29.513829
Pressione fine calcolo (L.T.) [MPa] .....	.000000
Spost. radiale galleria fine calcolo (L.T.) [m] ...	1.063606
Raggio plastico galleria fine calcolo (L.T.) [m] ..	23.540141

CORONA DI ROCCIA CONSOLIDATA MEDIANTE GROUTING -----	
fattore di sicurezza .....	1.00000

PRERIVESTIMENTO -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	14.59631
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	1.59465
Spostamento punto di equilibrio [m] .....	.37752
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.28231
Convergenza radiale prerivestimento [m] .....	.09521
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.840795
SPRITZ-BETON E CENTINE (ANELLO CHIUSO)	
Tensione spritz [MPa] .....	23.10000
Tensione centine [MPa] .....	190.00000
Coefficiente di sicurezza spritz .....	.44688
Coefficiente di sicurezza centine .....	.46908
Pressione rottura spritz [MPa] .....	1.59434
Pressione rottura centine [MPa] .....	1.67353
Rigidezza spritz [MPa] .....	158.37178
Rigidezza centinatura [MPa] .....	45.09392
RIVESTIMENTO DEFINITIVO (ANELLO CLS) -----	
Raggio plastico punto di equilibrio [m] .....	14.35351
Pressione punto di equilibrio [MPa] .....	1.27029
Spostamento punto di equilibrio [MPa] .....	.37853
Spostamento galleria alla messa in opera [m] .....	.37752
Convergenza radiale rivestimento [m] .....	.00100
Tensione CLS [MPa] .....	7.93689
Coefficiente di sicurezza CLS .....	1.22844
Pressione rottura CLS [MPa] .....	1.56048
Rigidezza anello CLS [MPa] .....	6506.66923
Tasso di deconfinamento alla messa in opera .....	.999975

Diametro della galleria: 10,86 m

Tipo di analisi: calcolo accoppiato fronte-galleria - Nuovo Metodo Implicito (spostamento fronte soluzione cavità sferica)

Calcolo curve caratteristiche: SOLUZIONI TRANSFER-MATRIX

#### PARAMETRI DELLA ROCCIA

E: 900 MPa NI: 0,3 GAMMA: 0 kN/m<sup>3</sup> SIGMA0: 13 MPa

Tipo di criterio di resistenza: MOHR-COULOMB

#### RESISTENZA

PHI picco: 22 °  
C picco: 0,64 MPa  
PHI residuo: 19 °  
C residua: 0,535 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### RESISTENZA A LUNGO TERMINE

PHI picco: 0,001 °  
C picco: 0,000001 MPa  
PHI residuo: 0,001 °  
C residua: 0,000001 MPa  
PSI: 0 °  
H apparente: 0 MPa

#### CORONA DI ROCCIA MIGLIORATA

Spessore 2 m modulo 1800,0 MPa resistenza 0,4 MPa  
Fattore di sicurezza della corona 1

#### PRECONSOLIDAMENTO FRONTE

Chiodatura assiale con barre sezione 0 m<sup>2</sup> incidenza 0,0 chiodi/m<sup>2</sup>  
Ulteriore miglioramento fronte - incremento Cp 0,18 MPa - pressione sul fronte 0 MPa

#### SOSTEGNI DI PRIMA FASE

Spritz-Beton sp. .3 m resistenza 23,1 MPa centine sez. 0,0106 m<sup>2</sup> passo 1 m resistenza 190 MPa

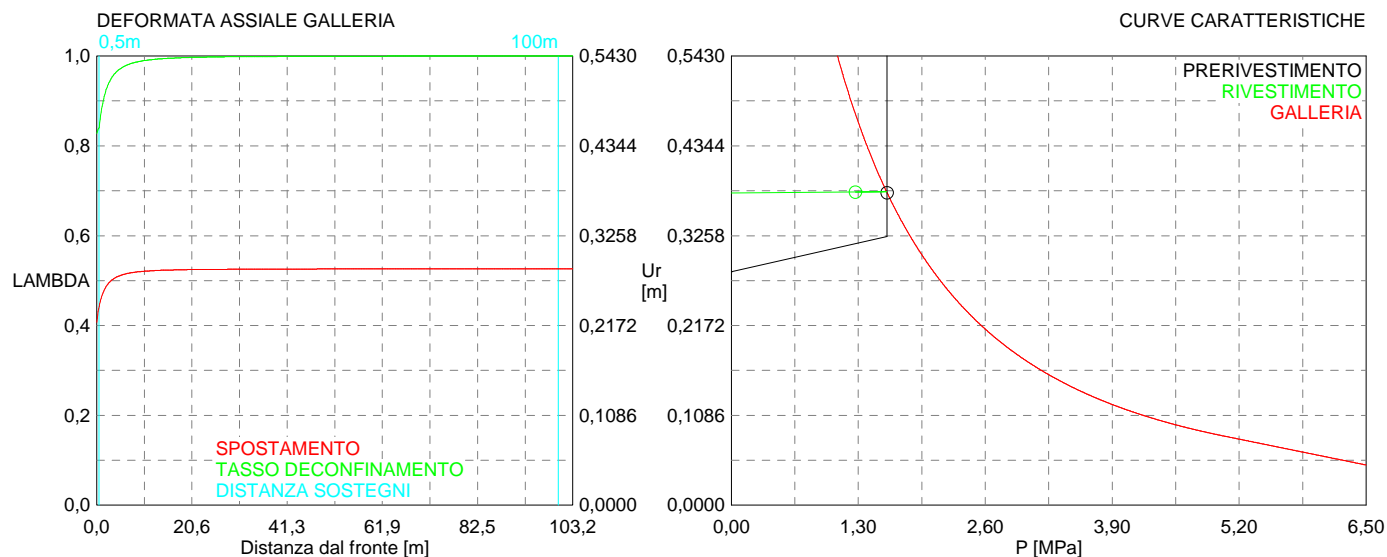
Spostamento radiale anello chiuso ,0952 m

#### TENSIONI ANELLO CHIUSO

Spritz-beton 23,1 MPa Centine 190,0 MPa

#### RIVESTIMENTO DEFINITIVO

CLS spessore 0,9 m resistenza 9,75 MPa gioco radiale 0 m  
Spostamento radiale 0,001 m  
Tensione CLS 7,9 MPa





## CENTINE 2 IPN 160 - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 0.5 GIORNI

INPUT PROGRAM							VERIFICHE SEZIONALI				CHECK							
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Intradosso Af	Estradosso A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2										
120	1001	beam	0.2	-1.832	3.965	0.698	10.04	10.04	-0.1	3.8	-2.7	2.6	OK	OK	OK	OK	1.4	2.0
119	1001	beam	0.2	-5.592	-17.620	-2.406	10.04	10.04	-0.2309	-9.1	13.4	-11.8	OK	OK	OK	OK	7.0	4.8
118	1001	beam	0.2	-9.345	4.940	2.407	10.04	10.04	-0.2414	11.7	-9.8	3.3	OK	OK	OK	OK	5.2	6.2
117	1001	beam	0.2	-13.440	10.910	1.537	10.04	10.04	-0.1731	4.5	-7.6	7.3	OK	OK	OK	OK	4.0	2.4
116	1001	beam	0.2	-16.960	-17.500	-2.699	10.04	10.04	-0.2876	-12.2	10.5	-11.7	OK	OK	OK	OK	5.5	6.4
115	1001	beam	0.2	-20.480	-4.961	-3.573	10.04	10.04	-0.3757	-15.8	14.7	-3.3	OK	OK	OK	OK	7.7	8.3
114	1001	beam	0.2	-24.230	22.400	3.573	10.04	10.04	-0.3852	13.2	-16.5	15.0	OK	OK	OK	OK	8.7	6.9
113	1001	beam	0.2	-28.110	0.552	0.468	10.04	10.04	-0.1263	-3.5	-6.5	0.4	OK	OK	OK	OK	3.4	1.8
112	1001	beam	0.2	-31.350	-23.640	-3.697	10.04	10.04	-0.4140	-18.1	11.2	-15.8	OK	OK	OK	OK	5.9	9.5
111	1001	beam	0.2	-34.510	1.960	3.697	10.04	10.04	-0.4217	10.0	-18.7	1.3	OK	OK	OK	OK	9.8	5.3
110	1001	beam	0.2	-38.170	27.930	3.351	10.04	10.04	-0.3989	6.7	-18.0	18.6	OK	OK	OK	OK	9.5	3.5
109	1001	beam	0.2	-41.890	2.069	1.928	10.04	10.04	-0.2835	-1.2	-13.7	1.4	OK	OK	OK	OK	7.2	0.6
108	1001	beam	0.2	-45.140	-26.320	-3.954	10.04	10.04	-0.4709	-21.3	7.9	-17.6	OK	OK	OK	OK	4.2	11.2
107	1001	beam	0.2	-48.630	18.020	3.954	10.04	10.04	-0.4794	6.8	-21.9	12.0	OK	OK	OK	OK	11.5	3.6
106	1001	beam	0.2	-53.300	11.790	2.710	10.04	10.04	-0.3818	-0.6	-18.3	7.9	OK	OK	OK	OK	9.6	0.3
105	1001	beam	0.2	-56.490	-22.890	-2.710	10.04	10.04	-0.3912	-18.8	-1.2	-15.3	OK	OK	OK	OK	0.7	9.9
104	1001	beam	0.2	-59.550	11.250	2.406	10.04	10.04	-0.3768	-2.9	-18.3	7.5	OK	OK	OK	OK	9.7	1.5
103	1001	beam	0.2	-63.320	11.460	2.669	10.04	10.04	-0.4091	-2.7	-19.9	7.7	OK	OK	OK	OK	10.5	1.4
102	1001	beam	0.2	-66.070	-16.770	-2.669	10.04	10.04	-0.4180	-20.3	-3.2	-11.2	OK	OK	OK	OK	1.7	10.7
101	1001	beam	0.2	-68.730	4.468	1.080	10.04	10.04	-0.3040	-8.8	-15.7	3.0	OK	OK	OK	OK	8.3	4.6
100	1001	beam	0.2	-71.730	10.340	2.228	10.04	10.04	-0.4022	-5.6	-19.9	6.9	OK	OK	OK	OK	10.5	3.0
99	1001	beam	0.2	-74.140	-12.080	-2.229	10.04	10.04	-0.4100	-20.4	-6.0	-8.1	OK	OK	OK	OK	3.2	10.7
98	1001	beam	0.2	-76.470	-1.116	-0.720	10.04	10.04	-0.3011	-15.9	-11.3	-0.7	OK	OK	OK	OK	5.9	8.4
97	1001	beam	0.2	-78.930	10.030	1.519	10.04	10.04	-0.3706	-9.2	-18.9	6.7	OK	OK	OK	OK	10.0	4.8
96	1001	beam	0.2	-81.120	-7.728	-1.519	10.04	10.04	-0.3777	-19.3	-9.6	-5.2	OK	OK	OK	OK	5.0	10.2
95	1001	beam	0.2	-83.200	-5.262	-1.384	10.04	10.04	-0.3739	-19.3	-10.4	-3.5	OK	OK	OK	OK	5.5	10.1
94	1001	beam	0.2	-85.300	10.830	1.384	10.04	10.04	-0.3807	-10.7	-19.6	7.2	OK	OK	OK	OK	10.3	5.7
93	1001	beam	0.2	-87.450	-3.361	-1.034	10.04	10.04	-0.3606	-18.9	-12.2	-2.2	OK	OK	OK	OK	6.4	9.9
92	1001	beam	0.2	-89.330	-8.246	-1.560	10.04	10.04	-0.4072	-20.9	-10.9	-5.5	OK	OK	OK	OK	5.7	11.0
91	1001	beam	0.2	-91.190	11.960	1.560	10.04	10.04	-0.4132	-11.2	-21.3	8.0	OK	OK	OK	OK	11.2	5.9
90	1001	beam	0.2	-93.330	-0.409	-1.110	10.04	10.04	-0.3853	-20.2	-13.0	-0.3	OK	OK	OK	OK	6.9	10.6
89	1001	beam	0.2	-95.020	-13.280	-1.948	10.04	10.04	-0.4554	-23.2	-10.7	-8.9	OK	OK	OK	OK	5.6	12.2
88	1001	beam	0.2	-96.600	8.094	1.948	10.04	10.04	-0.4604	-10.9	-23.5	5.4	OK	OK	OK	OK	12.3	5.8
87	1001	beam	0.2	-98.560	2.390	0.394	10.04	10.04	-0.3469	-16.3	-18.8	1.6	OK	OK	OK	OK	9.9	8.6
86	1001	beam	0.2	-100.000	-1.105	-0.394	10.04	10.04	-0.3516	-19.1	-16.5	-0.7	OK	OK	OK	OK	8.7	10.0
85	1001	beam	0.2	-101.300	-1.583	-0.207	10.04	10.04	-0.3413	-18.7	-17.4	-1.1	OK	OK	OK	OK	9.1	9.8
84	1001	beam	0.2	-102.800	5.693	0.811	10.04	10.04	-0.3927	-15.7	-20.9	3.8	OK	OK	OK	OK	11.0	8.3
83	1001	beam	0.2	-103.800	-4.772	-0.811	10.04	10.04	-0.3959	-21.1	-15.9	-3.2	OK	OK	OK	OK	8.4	11.1
82	1001	beam	0.2	-104.800	3.596	0.601	10.04	10.04	-0.3829	-16.7	-20.6	2.4	OK	OK	OK	OK	10.8	8.8

81	1001	beam	0.2	-105.900	-0.667	-0.601	10.04	10.04	-0.3864	-20.8	-16.9	-0.4	OK	OK	OK	OK	8.9	10.9
80	1001	beam	0.2	-106.800	-1.549	-0.482	10.04	10.04	-0.3802	-20.6	-17.5	-1.0	OK	OK	OK	OK	9.2	10.8
79	1001	beam	0.2	-107.600	1.382	0.451	10.04	10.04	-0.3804	-17.7	-20.6	0.9	OK	OK	OK	OK	10.8	9.3
78	1001	beam	0.2	-108.500	-3.076	-0.452	10.04	10.04	-0.3833	-20.8	-17.9	-2.1	OK	OK	OK	OK	9.4	10.9
77	1001	beam	0.2	-109.300	3.575	0.540	10.04	10.04	-0.3927	-17.7	-21.2	2.4	OK	OK	OK	OK	11.2	9.3
76	1001	beam	0.2	-110.000	-4.130	-0.540	10.04	10.04	-0.3950	-21.3	-17.8	-2.8	OK	OK	OK	OK	9.4	11.2
75	1001	beam	0.2	-110.700	4.688	0.640	10.04	10.04	-0.4049	-17.7	-21.8	3.1	OK	OK	OK	OK	11.5	9.3
74	1001	beam	0.2	-111.500	-1.769	-0.639	10.04	10.04	-0.4074	-21.9	-17.8	-1.2	OK	OK	OK	OK	9.4	11.5
73	1001	beam	0.2	-112.100	-0.433	-0.323	10.04	10.04	-0.3849	-21.0	-18.9	-0.3	OK	OK	OK	OK	10.0	11.1
72	1001	beam	0.2	-112.700	0.519	0.338	10.04	10.04	-0.3880	-19.0	-21.2	0.3	OK	OK	OK	OK	11.1	10.0
71	1001	beam	0.2	-113.200	-1.777	-0.338	10.04	10.04	-0.3896	-21.2	-19.1	-1.2	OK	OK	OK	OK	10.0	11.2
70	1001	beam	0.2	-113.700	2.652	0.494	10.04	10.04	-0.4033	-18.7	-21.8	1.8	OK	OK	OK	OK	11.5	9.8
69	1001	beam	0.2	-114.100	-3.595	-0.494	10.04	10.04	-0.4045	-21.9	-18.7	-2.4	OK	OK	OK	OK	9.9	11.5
68	1001	beam	0.2	-114.500	4.790	0.708	10.04	10.04	-0.4223	-18.1	-22.7	3.2	OK	OK	OK	OK	11.9	9.5
67	1001	beam	0.2	-114.900	-2.813	-0.707	10.04	10.04	-0.4236	-22.7	-18.2	-1.9	OK	OK	OK	OK	9.6	12.0
66	1001	beam	0.2	-115.200	0.865	0.359	10.04	10.04	-0.3977	-19.4	-21.7	0.6	OK	OK	OK	OK	11.4	10.2
65	1001	beam	0.2	-115.500	-0.715	-0.359	10.04	10.04	-0.3987	-21.7	-19.4	-0.5	OK	OK	OK	OK	10.2	11.4
64	1001	beam	0.2	-115.700	-0.489	-0.231	10.04	10.04	-0.3894	-21.3	-19.9	-0.3	OK	OK	OK	OK	10.5	11.2
63	1001	beam	0.2	-115.800	1.843	0.473	10.04	10.04	-0.4084	-19.1	-22.1	1.2	OK	OK	OK	OK	11.7	10.1
62	1001	beam	0.2	-115.900	-2.405	-0.473	10.04	10.04	-0.4087	-22.2	-19.1	-1.6	OK	OK	OK	OK	10.1	11.7
61	1001	beam	0.2	-115.900	4.077	0.772	10.04	10.04	-0.4318	-18.2	-23.1	2.7	OK	OK	OK	OK	12.2	9.6
60	1001	beam	0.2	-115.900	-4.106	-0.772	10.04	10.04	-0.4318	-23.1	-18.2	-2.7	OK	OK	OK	OK	9.6	12.2
59	1001	beam	0.2	-115.900	2.431	0.473	10.04	10.04	-0.4087	-19.1	-22.2	1.6	OK	OK	OK	OK	11.7	10.1
58	1001	beam	0.2	-115.800	-1.816	-0.473	10.04	10.04	-0.4084	-22.1	-19.1	-1.2	OK	OK	OK	OK	10.1	11.7
57	1001	beam	0.2	-115.600	0.469	0.232	10.04	10.04	-0.3892	-19.8	-21.3	0.3	OK	OK	OK	OK	11.2	10.4
56	1001	beam	0.2	-115.500	0.597	0.339	10.04	10.04	-0.3971	-19.5	-21.7	0.4	OK	OK	OK	OK	11.4	10.3
55	1001	beam	0.2	-115.200	-0.908	-0.339	10.04	10.04	-0.3961	-21.6	-19.4	-0.6	OK	OK	OK	OK	10.2	11.4
54	1001	beam	0.2	-114.900	2.885	0.692	10.04	10.04	-0.4224	-18.2	-22.7	1.9	OK	OK	OK	OK	11.9	9.6
53	1001	beam	0.2	-114.500	-4.725	-0.692	10.04	10.04	-0.4211	-22.6	-18.2	-3.2	OK	OK	OK	OK	9.6	11.9
52	1001	beam	0.2	-114.100	3.610	0.493	10.04	10.04	-0.4045	-18.7	-21.9	2.4	OK	OK	OK	OK	11.5	9.9
51	1001	beam	0.2	-113.700	-2.544	-0.493	10.04	10.04	-0.4032	-21.8	-18.7	-1.7	OK	OK	OK	OK	9.8	11.5
50	1001	beam	0.2	-113.200	1.867	0.372	10.04	10.04	-0.3923	-19.0	-21.4	1.2	OK	OK	OK	OK	11.2	10.0
49	1001	beam	0.2	-112.600	-0.532	-0.372	10.04	10.04	-0.3903	-21.2	-18.9	-0.4	OK	OK	OK	OK	9.9	11.2
48	1001	beam	0.2	-112.100	0.345	0.339	10.04	10.04	-0.3861	-18.9	-21.0	0.2	OK	OK	OK	OK	11.1	9.9
47	1001	beam	0.2	-111.400	1.630	0.630	10.04	10.04	-0.4064	-17.8	-21.9	1.1	OK	OK	OK	OK	11.5	9.4
46	1001	beam	0.2	-110.600	-4.743	-0.630	10.04	10.04	-0.4038	-21.7	-17.7	-3.2	OK	OK	OK	OK	9.3	11.4
45	1001	beam	0.2	-109.900	4.119	0.519	10.04	10.04	-0.3930	-17.9	-21.2	2.8	OK	OK	OK	OK	11.2	9.4
44	1001	beam	0.2	-109.200	-3.519	-0.518	10.04	10.04	-0.3907	-21.1	-17.8	-2.3	OK	OK	OK	OK	9.4	11.1
43	1001	beam	0.2	-108.400	3.130	0.449	10.04	10.04	-0.3828	-17.9	-20.7	2.1	OK	OK	OK	OK	10.9	9.4
42	1001	beam	0.2	-107.600	-1.371	-0.449	10.04	10.04	-0.3802	-20.6	-17.7	-0.9	OK	OK	OK	OK	9.3	10.8
41	1001	beam	0.2	-106.700	1.588	0.489	10.04	10.04	-0.3804	-17.4	-20.6	1.1	OK	OK	OK	OK	10.8	9.2
40	1001	beam	0.2	-105.800	0.748	0.622	10.04	10.04	-0.3878	-16.8	-20.8	0.5	OK	OK	OK	OK	11.0	8.9
39	1001	beam	0.2	-104.700	-3.699	-0.622	10.04	10.04	-0.3843	-20.6	-16.6	-2.5	OK	OK	OK	OK	8.8	10.9
38	1001	beam	0.2	-103.700	4.619	0.787	10.04	10.04	-0.3937	-15.9	-21.0	3.1	OK	OK	OK	OK	11.0	8.4

37	1001	beam	0.2	-102.700	-5.728	-0.787	10.04	10.04	-0.3905	-20.8	-15.8	-3.8	OK	OK	OK	OK	8.3	11.0
36	1001	beam	0.2	-101.200	1.727	0.237	10.04	10.04	-0.3433	-17.3	-18.8	1.2	OK	OK	OK	OK	9.9	9.1
35	1001	beam	0.2	-99.950	1.139	0.403	10.04	10.04	-0.3521	-16.5	-19.1	0.8	OK	OK	OK	OK	10.0	8.7
34	1001	beam	0.2	-98.490	-2.302	-0.403	10.04	10.04	-0.3474	-18.8	-16.2	-1.5	OK	OK	OK	OK	8.5	9.9
33	1001	beam	0.2	-96.540	-8.171	-1.937	10.04	10.04	-0.4594	-23.4	-11.0	-5.5	OK	OK	OK	OK	5.8	12.3
32	1001	beam	0.2	-94.960	13.220	1.937	10.04	10.04	-0.4543	-10.7	-23.1	8.8	OK	OK	OK	OK	12.2	5.6
31	1001	beam	0.2	-93.280	0.364	1.098	10.04	10.04	-0.3843	-13.1	-20.1	0.2	OK	OK	OK	OK	10.6	6.9
30	1001	beam	0.2	-91.140	-11.960	-1.572	10.04	10.04	-0.4139	-21.3	-11.2	-8.0	OK	OK	OK	OK	5.9	11.2
29	1001	beam	0.2	-89.280	8.312	1.572	10.04	10.04	-0.4079	-10.8	-21.0	5.6	OK	OK	OK	OK	11.0	5.7
28	1001	beam	0.2	-87.400	3.396	1.045	10.04	10.04	-0.3613	-12.2	-18.9	2.3	OK	OK	OK	OK	10.0	6.4
27	1001	beam	0.2	-85.260	-10.820	-1.372	10.04	10.04	-0.3796	-19.6	-10.8	-7.2	OK	OK	OK	OK	5.7	10.3
26	1001	beam	0.2	-83.150	5.181	1.372	10.04	10.04	-0.3728	-10.4	-19.2	3.5	OK	OK	OK	OK	10.1	5.5
25	1001	beam	0.2	-81.080	7.689	1.505	10.04	10.04	-0.3764	-9.6	-19.3	5.1	OK	OK	OK	OK	10.1	5.1
24	1001	beam	0.2	-78.880	-9.952	-1.505	10.04	10.04	-0.3694	-18.9	-9.2	-6.6	OK	OK	OK	OK	4.8	9.9
23	1001	beam	0.2	-76.420	1.101	0.717	10.04	10.04	-0.3008	-11.3	-15.9	0.7	OK	OK	OK	OK	8.4	5.9
22	1001	beam	0.2	-74.090	11.940	2.197	10.04	10.04	-0.4073	-6.1	-20.3	8.0	OK	OK	OK	OK	10.7	3.2
21	1001	beam	0.2	-71.680	-10.260	-2.197	10.04	10.04	-0.3996	-19.8	-5.7	-6.9	OK	OK	OK	OK	3.0	10.4
20	1001	beam	0.2	-68.680	-4.364	-1.069	10.04	10.04	-0.3030	-15.7	-8.8	-2.9	OK	OK	OK	OK	4.6	8.2
19	1001	beam	0.2	-66.020	16.720	2.668	10.04	10.04	-0.4177	-3.2	-20.3	11.2	OK	OK	OK	OK	10.7	1.7
18	1001	beam	0.2	-63.270	-11.430	-2.668	10.04	10.04	-0.4089	-19.8	-2.7	-7.6	OK	OK	OK	OK	1.4	10.4
17	1001	beam	0.2	-59.490	-11.240	-2.398	10.04	10.04	-0.3759	-18.3	-2.9	-7.5	OK	OK	OK	OK	1.5	9.6
16	1001	beam	0.2	-56.430	22.830	2.704	10.04	10.04	-0.3906	-1.3	-18.8	15.2	OK	OK	OK	OK	9.9	0.7
15	1001	beam	0.2	-53.240	-11.740	-2.704	10.04	10.04	-0.3811	-18.2	-0.6	-7.8	OK	OK	OK	OK	0.3	9.6
14	1001	beam	0.2	-48.580	-18.010	-3.945	10.04	10.04	-0.4785	-21.8	6.7	-12.0	OK	OK	OK	OK	3.5	11.5
13	1001	beam	0.2	-45.080	26.200	3.945	10.04	10.04	-0.4700	7.9	-21.3	17.5	OK	OK	OK	OK	11.2	4.1
12	1001	beam	0.2	-41.820	-2.004	-1.909	10.04	10.04	-0.2818	-13.6	-1.3	-1.3	OK	OK	OK	OK	0.7	7.2
11	1001	beam	0.2	-38.110	-27.790	-3.334	10.04	10.04	-0.3972	-18.0	6.6	-18.6	OK	OK	OK	OK	3.5	9.5
10	1001	beam	0.2	-34.460	-1.920	-3.672	10.04	10.04	-0.4193	-18.6	9.9	-1.3	OK	OK	OK	OK	5.2	9.8
9	1001	beam	0.2	-31.300	23.510	3.672	10.04	10.04	-0.4116	11.1	-18.0	15.7	OK	OK	OK	OK	9.5	5.8
8	1001	beam	0.2	-28.050	-0.617	-0.470	10.04	10.04	-0.1263	-6.5	-3.5	-0.4	OK	OK	OK	OK	1.8	3.4
7	1001	beam	0.2	-24.180	-22.400	-3.582	10.04	10.04	-0.3859	-16.5	13.2	-15.0	OK	OK	OK	OK	7.0	8.7
6	1001	beam	0.2	-20.430	5.025	3.582	10.04	10.04	-0.3764	14.7	-15.8	3.4	OK	OK	OK	OK	8.3	7.8
5	1001	beam	0.2	-16.920	17.770	2.697	10.04	10.04	-0.2873	10.5	-12.2	11.9	OK	OK	OK	OK	6.4	5.5
4	1001	beam	0.2	-13.410	-10.570	-1.428	10.04	10.04	-0.1631	-7.2	3.8	-7.1	OK	OK	OK	OK	2.0	3.8
3	1001	beam	0.2	-9.321	-4.936	-2.297	10.04	10.04	-0.2315	-9.5	11.0	-3.3	OK	OK	OK	OK	5.8	5.0
2	1001	beam	0.2	-5.576	16.250	2.297	10.04	10.04	-0.2211	12.7	-8.7	10.9	OK	OK	OK	OK	4.6	6.7
1	1001	beam	0.2	-1.829	-3.207	-0.565	10.04	10.04	-0.0557	-2.2	2.9	-2.1	OK	OK	OK	OK	1.5	1.2

## CENTINE 2 IPN 160 - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 3 GIORNI

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
120	1001	beam	0.2	-2.432	7.054	1.243	10.04	10.04	-0.2	6.8	-2.1	4.7	OK	OK	OK	OK	1.1	3.6
119	1001	beam	0.2	-7.402	-23.120	-2.831	10.04	10.04	-0.6	-4.9	14.6	-15.4	OK	OK	OK	OK	7.7	2.6
118	1001	beam	0.2	-12.360	4.399	2.831	10.04	10.04	-0.6	12.4	-5.3	2.9	OK	OK	OK	OK	2.8	6.5
117	1001	beam	0.2	-17.670	12.380	2.056	10.04	10.04	-0.4	5.5	-4.4	8.3	OK	OK	OK	OK	2.3	2.9
116	1001	beam	0.2	-22.320	-22.150	-3.779	10.04	10.04	-0.8	-7.5	14.1	-14.8	OK	OK	OK	OK	7.4	3.9
115	1001	beam	0.2	-26.980	-5.970	-4.831	10.04	10.04	-1.0	-9.5	18.6	-4.0	OK	OK	OK	OK	9.8	5.0
114	1001	beam	0.2	-31.930	27.860	4.831	10.04	10.04	-1.0	16.6	-9.8	18.6	OK	OK	OK	OK	5.1	8.7
113	1001	beam	0.2	-37.020	0.189	0.105	10.04	10.04	-0.2	-2.2	-2.5	0.1	OK	OK	OK	OK	1.3	1.2
112	1001	beam	0.2	-41.350	-30.170	-5.208	10.04	10.04	-1.0	-11.0	15.2	-20.1	OK	OK	OK	OK	8.0	5.8
111	1001	beam	0.2	-45.580	2.112	5.208	10.04	10.04	-1.0	13.7	-11.2	1.4	OK	OK	OK	OK	5.9	7.2
110	1001	beam	0.2	-50.430	34.980	4.836	10.04	10.04	-1.0	10.0	-10.8	23.4	OK	OK	OK	OK	5.7	5.3
109	1001	beam	0.2	-55.370	2.971	1.843	10.04	10.04	-0.5	-1.1	-6.0	2.0	OK	OK	OK	OK	3.1	0.6
108	1001	beam	0.2	-59.770	-32.180	-5.349	10.04	10.04	-1.1	-12.1	9.9	-21.5	OK	OK	OK	OK	5.2	6.4
107	1001	beam	0.2	-64.520	23.390	5.349	10.04	10.04	-1.1	8.5	-12.3	15.6	OK	OK	OK	OK	6.5	4.5
106	1001	beam	0.2	-70.790	15.280	3.294	10.04	10.04	-0.7	0.1	-9.0	10.2	OK	OK	OK	OK	4.7	0.1
105	1001	beam	0.2	-75.150	-28.170	-3.294	10.04	10.04	-0.7	-9.2	-0.3	-18.8	OK	OK	OK	OK	0.2	4.8
104	1001	beam	0.2	-79.340	14.460	3.002	10.04	10.04	-0.7	-1.1	-9.0	9.7	OK	OK	OK	OK	4.8	0.6
103	1001	beam	0.2	-84.450	14.560	3.482	10.04	10.04	-0.8	-0.7	-10.0	9.7	OK	OK	OK	OK	5.3	0.4
102	1001	beam	0.2	-88.260	-20.740	-3.482	10.04	10.04	-0.8	-10.3	-1.0	-13.8	OK	OK	OK	OK	0.5	5.4
101	1001	beam	0.2	-91.950	5.938	1.154	10.04	10.04	-0.5	-4.3	-7.4	4.0	OK	OK	OK	OK	3.9	2.3
100	1001	beam	0.2	-96.080	13.190	3.119	10.04	10.04	-0.8	-2.0	-10.3	8.8	OK	OK	OK	OK	5.4	1.1
99	1001	beam	0.2	-99.450	-14.940	-3.119	10.04	10.04	-0.8	-10.5	-2.2	-10.0	OK	OK	OK	OK	1.2	5.5
98	1001	beam	0.2	-102.700	-1.179	-0.484	10.04	10.04	-0.5	-7.2	-5.9	-0.8	OK	OK	OK	OK	3.1	3.8
97	1001	beam	0.2	-106.100	12.460	2.297	10.04	10.04	-0.7	-3.7	-9.8	8.3	OK	OK	OK	OK	5.2	2.0
96	1001	beam	0.2	-109.200	-10.040	-2.297	10.04	10.04	-0.8	-10.0	-3.9	-6.7	OK	OK	OK	OK	2.1	5.3
95	1001	beam	0.2	-112.100	-7.024	-1.516	10.04	10.04	-0.7	-9.2	-5.2	-4.7	OK	OK	OK	OK	2.7	4.8
94	1001	beam	0.2	-115.000	12.420	1.517	10.04	10.04	-0.7	-5.3	-9.4	8.3	OK	OK	OK	OK	4.9	2.8
93	1001	beam	0.2	-117.900	-5.613	-1.256	10.04	10.04	-0.7	-9.2	-5.9	-3.7	OK	OK	OK	OK	3.1	4.8
92	1001	beam	0.2	-120.600	-11.120	-2.483	10.04	10.04	-0.8	-11.0	-4.4	-7.4	OK	OK	OK	OK	2.3	5.8
91	1001	beam	0.2	-123.100	14.130	2.483	10.04	10.04	-0.8	-4.6	-11.2	9.4	OK	OK	OK	OK	5.9	2.4
90	1001	beam	0.2	-126.000	-0.860	-0.673	10.04	10.04	-0.6	-8.9	-7.2	-0.6	OK	OK	OK	OK	3.8	4.7
89	1001	beam	0.2	-128.400	-15.680	-3.023	10.04	10.04	-0.9	-12.2	-4.2	-10.5	OK	OK	OK	OK	2.2	6.4
88	1001	beam	0.2	-130.600	11.320	3.023	10.04	10.04	-0.9	-4.3	-12.3	7.6	OK	OK	OK	OK	6.5	2.3
87	1001	beam	0.2	-133.400	4.140	0.494	10.04	10.04	-0.6	-7.9	-9.2	2.8	OK	OK	OK	OK	4.8	4.1
86	1001	beam	0.2	-135.500	0.217	0.479	10.04	10.04	-0.6	-8.0	-9.3	0.1	OK	OK	OK	OK	4.9	4.2
85	1001	beam	0.2	-137.400	-0.463	-0.479	10.04	10.04	-0.7	-9.4	-8.1	-0.3	OK	OK	OK	OK	4.3	5.0
84	1001	beam	0.2	-139.500	7.729	1.758	10.04	10.04	-0.8	-6.6	-11.2	5.2	OK	OK	OK	OK	5.9	3.5
83	1001	beam	0.2	-141.000	-6.559	-1.758	10.04	10.04	-0.8	-11.3	-6.7	-4.4	OK	OK	OK	OK	3.5	6.0
82	1001	beam	0.2	-142.300	3.690	1.244	10.04	10.04	-0.8	-7.4	-10.7	2.5	OK	OK	OK	OK	5.7	3.9

81	1001	beam	0.2	-143.700	-2.070	-1.245	10.04	10.04	-0.8	-10.8	-7.5	-1.4	OK	OK	OK	OK	4.0	5.7
80	1001	beam	0.2	-145.000	-2.499	-0.874	10.04	10.04	-0.7	-10.4	-8.1	-1.7	OK	OK	OK	OK	4.3	5.5
79	1001	beam	0.2	-146.200	1.138	0.631	10.04	10.04	-0.7	-8.5	-10.2	0.8	OK	OK	OK	OK	5.4	4.5
78	1001	beam	0.2	-147.300	-4.059	-0.631	10.04	10.04	-0.7	-10.2	-8.6	-2.7	OK	OK	OK	OK	4.5	5.4
77	1001	beam	0.2	-148.400	4.424	0.695	10.04	10.04	-0.7	-8.6	-10.4	3.0	OK	OK	OK	OK	5.5	4.5
76	1001	beam	0.2	-149.500	-5.224	-0.695	10.04	10.04	-0.7	-10.5	-8.6	-3.5	OK	OK	OK	OK	4.5	5.5
75	1001	beam	0.2	-150.500	6.186	0.867	10.04	10.04	-0.8	-8.5	-10.8	4.1	OK	OK	OK	OK	5.7	4.5
74	1001	beam	0.2	-151.600	-2.332	-0.867	10.04	10.04	-0.8	-10.8	-8.5	-1.6	OK	OK	OK	OK	4.5	5.7
73	1001	beam	0.2	-152.500	-0.326	-0.450	10.04	10.04	-0.7	-10.3	-9.1	-0.2	OK	OK	OK	OK	4.8	5.4
72	1001	beam	0.2	-153.300	0.547	0.489	10.04	10.04	-0.7	-9.1	-10.4	0.4	OK	OK	OK	OK	5.5	4.8
71	1001	beam	0.2	-154.100	-2.218	-0.489	10.04	10.04	-0.7	-10.5	-9.2	-1.5	OK	OK	OK	OK	4.8	5.5
70	1001	beam	0.2	-154.800	3.414	0.703	10.04	10.04	-0.8	-9.0	-10.8	2.3	OK	OK	OK	OK	5.7	4.7
69	1001	beam	0.2	-155.300	-4.542	-0.703	10.04	10.04	-0.8	-10.9	-9.0	-3.0	OK	OK	OK	OK	4.7	5.7
68	1001	beam	0.2	-155.900	6.303	1.018	10.04	10.04	-0.8	-8.6	-11.3	4.2	OK	OK	OK	OK	6.0	4.5
67	1001	beam	0.2	-156.500	-3.733	-1.018	10.04	10.04	-0.8	-11.3	-8.7	-2.5	OK	OK	OK	OK	4.6	6.0
66	1001	beam	0.2	-156.900	1.227	0.569	10.04	10.04	-0.8	-9.3	-10.8	0.8	OK	OK	OK	OK	5.7	4.9
65	1001	beam	0.2	-157.300	-1.050	-0.569	10.04	10.04	-0.8	-10.8	-9.3	-0.7	OK	OK	OK	OK	4.9	5.7
64	1001	beam	0.2	-157.500	-0.735	-0.381	10.04	10.04	-0.7	-10.6	-9.6	-0.5	OK	OK	OK	OK	5.0	5.6
63	1001	beam	0.2	-157.800	2.272	0.656	10.04	10.04	-0.8	-9.2	-10.9	1.5	OK	OK	OK	OK	5.8	4.8
62	1001	beam	0.2	-157.900	-3.196	-0.656	10.04	10.04	-0.8	-11.0	-9.2	-2.1	OK	OK	OK	OK	4.9	5.8
61	1001	beam	0.2	-157.900	5.385	1.048	10.04	10.04	-0.8	-8.7	-11.5	3.6	OK	OK	OK	OK	6.0	4.6
60	1001	beam	0.2	-157.900	-5.366	-1.048	10.04	10.04	-0.8	-11.5	-8.7	-3.6	OK	OK	OK	OK	4.6	6.0
59	1001	beam	0.2	-157.900	3.219	0.663	10.04	10.04	-0.8	-9.2	-11.0	2.1	OK	OK	OK	OK	5.8	4.8
58	1001	beam	0.2	-157.800	-2.274	-0.663	10.04	10.04	-0.8	-11.0	-9.2	-1.5	OK	OK	OK	OK	4.8	5.8
57	1001	beam	0.2	-157.500	0.693	0.381	10.04	10.04	-0.7	-9.6	-10.6	0.5	OK	OK	OK	OK	5.6	5.0
56	1001	beam	0.2	-157.300	0.938	0.549	10.04	10.04	-0.8	-9.3	-10.8	0.6	OK	OK	OK	OK	5.7	4.9
55	1001	beam	0.2	-156.900	-1.268	-0.549	10.04	10.04	-0.7	-10.7	-9.3	-0.8	OK	OK	OK	OK	4.9	5.7
54	1001	beam	0.2	-156.500	3.806	1.002	10.04	10.04	-0.8	-8.7	-11.3	2.5	OK	OK	OK	OK	6.0	4.6
53	1001	beam	0.2	-155.900	-6.232	-1.002	10.04	10.04	-0.8	-11.3	-8.6	-4.2	OK	OK	OK	OK	4.5	5.9
52	1001	beam	0.2	-155.300	4.561	0.703	10.04	10.04	-0.8	-9.0	-10.9	3.0	OK	OK	OK	OK	5.7	4.7
51	1001	beam	0.2	-154.700	-3.302	-0.703	10.04	10.04	-0.8	-10.8	-9.0	-2.2	OK	OK	OK	OK	4.7	5.7
50	1001	beam	0.2	-154.000	2.300	0.524	10.04	10.04	-0.7	-9.1	-10.5	1.5	OK	OK	OK	OK	5.5	4.8
49	1001	beam	0.2	-153.300	-0.557	-0.524	10.04	10.04	-0.7	-10.5	-9.1	-0.4	OK	OK	OK	OK	4.8	5.5
48	1001	beam	0.2	-152.500	0.234	0.467	10.04	10.04	-0.7	-9.1	-10.4	0.2	OK	OK	OK	OK	5.5	4.8
47	1001	beam	0.2	-151.600	2.205	0.861	10.04	10.04	-0.8	-8.5	-10.8	1.5	OK	OK	OK	OK	5.7	4.5
46	1001	beam	0.2	-150.500	-6.240	-0.861	10.04	10.04	-0.8	-10.8	-8.5	-4.2	OK	OK	OK	OK	4.5	5.7
45	1001	beam	0.2	-149.500	5.209	0.677	10.04	10.04	-0.7	-8.7	-10.4	3.5	OK	OK	OK	OK	5.5	4.6
44	1001	beam	0.2	-148.400	-4.371	-0.677	10.04	10.04	-0.7	-10.4	-8.6	-2.9	OK	OK	OK	OK	4.5	5.5
43	1001	beam	0.2	-147.300	4.098	0.629	10.04	10.04	-0.7	-8.6	-10.2	2.7	OK	OK	OK	OK	5.4	4.5
42	1001	beam	0.2	-146.200	-1.139	-0.629	10.04	10.04	-0.7	-10.2	-8.5	-0.8	OK	OK	OK	OK	4.5	5.4
41	1001	beam	0.2	-145.000	2.511	0.875	10.04	10.04	-0.7	-8.1	-10.4	1.7	OK	OK	OK	OK	5.5	4.3
40	1001	beam	0.2	-143.700	2.142	1.258	10.04	10.04	-0.8	-7.5	-10.8	1.4	OK	OK	OK	OK	5.7	4.0
39	1001	beam	0.2	-142.300	-3.789	-1.258	10.04	10.04	-0.8	-10.8	-7.4	-2.5	OK	OK	OK	OK	3.9	5.7
38	1001	beam	0.2	-141.000	6.451	1.734	10.04	10.04	-0.8	-6.7	-11.3	4.3	OK	OK	OK	OK	5.9	3.5

37	1001	beam	0.2	-139.500	-7.690	-1.734	10.04	10.04	-0.8	-11.2	-6.6	-5.1	OK	OK	OK	OK	3.5	5.9
36	1001	beam	0.2	-137.400	0.504	0.472	10.04	10.04	-0.7	-8.2	-9.4	0.3	OK	OK	OK	OK	4.9	4.3
35	1001	beam	0.2	-135.500	-0.260	-0.472	10.04	10.04	-0.6	-9.3	-8.0	-0.2	OK	OK	OK	OK	4.2	4.9
34	1001	beam	0.2	-133.400	-4.037	-0.488	10.04	10.04	-0.6	-9.2	-7.9	-2.7	OK	OK	OK	OK	4.1	4.8
33	1001	beam	0.2	-130.600	-11.330	-3.019	10.04	10.04	-0.9	-12.3	-4.3	-7.6	OK	OK	OK	OK	2.3	6.5
32	1001	beam	0.2	-128.400	15.710	3.019	10.04	10.04	-0.9	-4.2	-12.2	10.5	OK	OK	OK	OK	6.4	2.2
31	1001	beam	0.2	-126.000	0.889	0.692	10.04	10.04	-0.6	-7.1	-9.0	0.6	OK	OK	OK	OK	4.7	3.8
30	1001	beam	0.2	-123.100	-14.150	-2.469	10.04	10.04	-0.8	-11.1	-4.6	-9.4	OK	OK	OK	OK	2.4	5.9
29	1001	beam	0.2	-120.600	11.110	2.469	10.04	10.04	-0.8	-4.4	-11.0	7.4	OK	OK	OK	OK	5.8	2.3
28	1001	beam	0.2	-118.000	5.578	1.261	10.04	10.04	-0.7	-5.9	-9.2	3.7	OK	OK	OK	OK	4.8	3.1
27	1001	beam	0.2	-115.100	-12.450	-1.520	10.04	10.04	-0.7	-9.4	-5.3	-8.3	OK	OK	OK	OK	2.8	4.9
26	1001	beam	0.2	-112.200	6.955	1.520	10.04	10.04	-0.7	-5.2	-9.2	4.6	OK	OK	OK	OK	4.8	2.7
25	1001	beam	0.2	-109.200	10.020	2.275	10.04	10.04	-0.7	-4.0	-10.0	6.7	OK	OK	OK	OK	5.3	2.1
24	1001	beam	0.2	-106.200	-12.360	-2.276	10.04	10.04	-0.7	-9.8	-3.8	-8.3	OK	OK	OK	OK	2.0	5.2
23	1001	beam	0.2	-102.700	1.176	0.484	10.04	10.04	-0.5	-5.9	-7.2	0.8	OK	OK	OK	OK	3.8	3.1
22	1001	beam	0.2	-99.480	14.820	3.090	10.04	10.04	-0.8	-2.3	-10.4	9.9	OK	OK	OK	OK	5.5	1.2
21	1001	beam	0.2	-96.110	-13.100	-3.090	10.04	10.04	-0.8	-10.2	-2.1	-8.7	OK	OK	OK	OK	1.1	5.4
20	1001	beam	0.2	-91.980	-5.839	-1.140	10.04	10.04	-0.5	-7.4	-4.4	-3.9	OK	OK	OK	OK	2.3	3.9
19	1001	beam	0.2	-88.290	20.690	3.484	10.04	10.04	-0.8	-1.0	-10.3	13.8	OK	OK	OK	OK	5.4	0.5
18	1001	beam	0.2	-84.480	-14.540	-3.484	10.04	10.04	-0.8	-10.0	-0.7	-9.7	OK	OK	OK	OK	0.4	5.3
17	1001	beam	0.2	-79.370	-14.470	-2.996	10.04	10.04	-0.7	-9.0	-1.1	-9.7	OK	OK	OK	OK	0.6	4.8
16	1001	beam	0.2	-75.170	28.110	3.287	10.04	10.04	-0.7	-0.3	-9.2	18.8	OK	OK	OK	OK	4.8	0.2
15	1001	beam	0.2	-70.800	-15.230	-3.287	10.04	10.04	-0.7	-9.0	0.1	-10.2	OK	OK	OK	OK	0.0	4.7
14	1001	beam	0.2	-64.530	-23.370	-5.341	10.04	10.04	-1.1	-12.3	8.5	-15.6	OK	OK	OK	OK	4.5	6.5
13	1001	beam	0.2	-59.780	32.060	5.341	10.04	10.04	-1.1	9.8	-12.1	21.4	OK	OK	OK	OK	6.3	5.2
12	1001	beam	0.2	-55.380	-2.900	-1.825	10.04	10.04	-0.5	-6.0	-1.1	-1.9	OK	OK	OK	OK	0.6	3.1
11	1001	beam	0.2	-50.440	-34.830	-4.816	10.04	10.04	-1.0	-10.7	9.9	-23.3	OK	OK	OK	OK	5.2	5.6
10	1001	beam	0.2	-45.590	-2.060	-5.178	10.04	10.04	-1.0	-11.1	13.5	-1.4	OK	OK	OK	OK	7.1	5.9
9	1001	beam	0.2	-41.360	30.080	5.178	10.04	10.04	-1.0	15.0	-10.9	20.1	OK	OK	OK	OK	5.7	7.9
8	1001	beam	0.2	-37.030	-0.205	-0.120	10.04	10.04	-0.2	-2.5	-2.2	-0.1	OK	OK	OK	OK	1.2	1.3
7	1001	beam	0.2	-31.940	-27.810	-4.810	10.04	10.04	-1.0	-9.7	16.5	-18.6	OK	OK	OK	OK	8.7	5.1
6	1001	beam	0.2	-26.990	6.047	4.810	10.04	10.04	-1.0	18.5	-9.4	4.0	OK	OK	OK	OK	5.0	9.7
5	1001	beam	0.2	-22.330	22.190	3.745	10.04	10.04	-0.7	13.9	-7.4	14.8	OK	OK	OK	OK	3.9	7.3
4	1001	beam	0.2	-17.680	-12.560	-2.049	10.04	10.04	-0.4	-4.4	5.5	-8.4	OK	OK	OK	OK	2.9	2.3
3	1001	beam	0.2	-12.350	-4.849	-2.904	10.04	10.04	-0.6	-5.4	12.8	-3.2	OK	OK	OK	OK	6.8	2.8
2	1001	beam	0.2	-7.403	22.640	2.904	10.04	10.04	-0.6	15.1	-5.0	15.1	OK	OK	OK	OK	2.6	7.9
1	1001	beam	0.2	-2.433	-6.157	-1.085	10.04	10.04	-0.2	-1.8	5.8	-4.1	OK	OK	OK	OK	3.0	1.0

## CENTINE 2 IPN 160 - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 28 GIORNI

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
120	1001	beam	0.2	-5.272	7.744	1.364	10.04	10.04	-0.3	6.1	-1.9	5.2	OK	OK	OK	OK	1.0	3.2
119	1001	beam	0.2	-15.990	-34.630	-4.736	10.04	10.04	-1.1	-6.6	22.3	-23.1	OK	OK	OK	OK	11.7	3.5
118	1001	beam	0.2	-26.690	24.490	4.736	10.04	10.04	-1.1	17.6	-7.3	16.4	OK	OK	OK	OK	3.8	9.3
117	1001	beam	0.2	-38.780	33.720	5.513	10.04	10.04	-1.3	17.3	-8.8	22.5	OK	OK	OK	OK	4.7	9.1
116	1001	beam	0.2	-49.040	-41.010	-5.513	10.04	10.04	-1.2	-9.3	13.5	-27.4	OK	OK	OK	OK	7.1	4.9
115	1001	beam	0.2	-59.190	-15.490	-4.439	10.04	10.04	-1.0	-8.0	5.1	-10.3	OK	OK	OK	OK	2.7	4.2
114	1001	beam	0.2	-69.670	45.200	4.439	10.04	10.04	-1.0	3.1	-8.3	30.2	OK	OK	OK	OK	4.3	1.7
113	1001	beam	0.2	-80.210	-8.779	-3.517	10.04	10.04	-0.8	-7.4	-0.1	-5.9	OK	OK	OK	OK	0.1	3.9
112	1001	beam	0.2	-89.640	-64.270	-9.351	10.04	10.04	-2.1	-15.9	20.6	-42.9	OK	OK	OK	OK	10.8	8.4
111	1001	beam	0.2	-98.860	1.864	9.350	10.04	10.04	-2.1	17.6	-16.2	1.2	OK	OK	OK	OK	8.5	9.3
110	1001	beam	0.2	-109.200	66.970	9.022	10.04	10.04	-2.0	13.1	-16.0	44.7	OK	OK	OK	OK	8.4	6.9
109	1001	beam	0.2	-119.700	7.739	4.127	10.04	10.04	-1.1	-1.5	-9.8	5.2	OK	OK	OK	OK	5.2	0.8
108	1001	beam	0.2	-129.300	-60.140	-9.315	10.04	10.04	-2.0	-16.9	9.7	-40.2	OK	OK	OK	OK	5.1	8.9
107	1001	beam	0.2	-139.500	38.900	9.315	10.04	10.04	-2.0	7.7	-17.2	26.0	OK	OK	OK	OK	9.0	4.1
106	1001	beam	0.2	-151.900	22.390	4.384	10.04	10.04	-1.2	-2.8	-11.6	15.0	OK	OK	OK	OK	6.1	1.5
105	1001	beam	0.2	-161.100	-47.390	-6.207	10.04	10.04	-1.5	-13.9	-1.4	-31.6	OK	OK	OK	OK	0.7	7.3
104	1001	beam	0.2	-169.900	24.570	6.207	10.04	10.04	-1.6	-1.8	-14.3	16.4	OK	OK	OK	OK	7.5	1.0
103	1001	beam	0.2	-179.800	20.690	3.906	10.04	10.04	-1.3	-4.6	-12.5	13.8	OK	OK	OK	OK	6.6	2.4
102	1001	beam	0.2	-187.500	-31.230	-3.906	10.04	10.04	-1.3	-12.8	-5.0	-20.9	OK	OK	OK	OK	2.6	6.8
101	1001	beam	0.2	-194.800	12.160	3.075	10.04	10.04	-1.3	-6.2	-12.3	8.1	OK	OK	OK	OK	6.5	3.2
100	1001	beam	0.2	-202.500	18.580	3.793	10.04	10.04	-1.4	-5.8	-13.4	12.4	OK	OK	OK	OK	7.1	3.1
99	1001	beam	0.2	-208.800	-19.980	-3.794	10.04	10.04	-1.4	-13.7	-6.1	-13.3	OK	OK	OK	OK	3.2	7.2
98	1001	beam	0.2	-214.600	2.545	0.671	10.04	10.04	-1.1	-9.5	-10.9	1.7	OK	OK	OK	OK	5.7	5.0
97	1001	beam	0.2	-220.500	16.900	3.671	10.04	10.04	-1.5	-6.8	-14.2	11.3	OK	OK	OK	OK	7.5	3.6
96	1001	beam	0.2	-225.600	-12.980	-3.671	10.04	10.04	-1.5	-14.4	-7.0	-8.7	OK	OK	OK	OK	3.7	7.6
95	1001	beam	0.2	-230.100	-5.268	-0.769	10.04	10.04	-1.1	-11.7	-10.2	-3.5	OK	OK	OK	OK	5.3	6.2
94	1001	beam	0.2	-234.500	14.500	2.830	10.04	10.04	-1.4	-8.3	-14.0	9.7	OK	OK	OK	OK	7.4	4.4
93	1001	beam	0.2	-238.400	-10.280	-2.830	10.04	10.04	-1.4	-14.2	-8.5	-6.9	OK	OK	OK	OK	4.5	7.5
92	1001	beam	0.2	-241.900	-11.520	-2.042	10.04	10.04	-1.4	-13.5	-9.4	-7.7	OK	OK	OK	OK	5.0	7.1
91	1001	beam	0.2	-245.100	14.460	2.041	10.04	10.04	-1.4	-9.6	-13.7	9.7	OK	OK	OK	OK	7.2	5.0
90	1001	beam	0.2	-248.300	-5.113	-1.189	10.04	10.04	-1.3	-13.0	-10.6	-3.4	OK	OK	OK	OK	5.6	6.8
89	1001	beam	0.2	-250.900	-11.080	-2.431	10.04	10.04	-1.4	-14.4	-9.5	-7.4	OK	OK	OK	OK	5.0	7.6
88	1001	beam	0.2	-253.300	18.990	2.431	10.04	10.04	-1.5	-9.6	-14.5	12.7	OK	OK	OK	OK	7.6	5.0
87	1001	beam	0.2	-256.400	4.946	2.918	10.04	10.04	-1.5	-9.2	-15.1	3.3	OK	OK	OK	OK	8.0	4.9
86	1001	beam	0.2	-258.500	4.111	3.836	10.04	10.04	-1.7	-8.4	-16.1	2.7	OK	OK	OK	OK	8.5	4.4
85	1001	beam	0.2	-260.500	1.856	4.251	10.04	10.04	-1.7	-8.1	-16.6	1.2	OK	OK	OK	OK	8.8	4.3
84	1001	beam	0.2	-262.500	8.013	5.684	10.04	10.04	-1.9	-6.8	-18.2	5.4	OK	OK	OK	OK	9.6	3.6
83	1001	beam	0.2	-263.600	-12.450	-5.684	10.04	10.04	-1.9	-18.2	-6.8	-8.3	OK	OK	OK	OK	3.6	9.6
82	1001	beam	0.2	-264.800	1.509	3.726	10.04	10.04	-1.7	-8.8	-16.3	1.0	OK	OK	OK	OK	8.6	4.6

81	1001	beam	0.2	-265.600	-10.140	-3.726	10.04	10.04	-1.7	-16.4	-8.9	-6.8	OK	OK	OK	OK	4.7	8.6
80	1001	beam	0.2	-266.600	-4.544	-1.912	10.04	10.04	-1.4	-14.6	-10.7	-3.0	OK	OK	OK	OK	5.7	7.7
79	1001	beam	0.2	-267.400	-2.692	-1.099	10.04	10.04	-1.3	-13.8	-11.6	-1.8	OK	OK	OK	OK	6.1	7.3
78	1001	beam	0.2	-268.300	-6.188	-0.618	10.04	10.04	-1.3	-13.4	-12.1	-4.1	OK	OK	OK	OK	6.4	7.0
77	1001	beam	0.2	-269.200	4.089	0.489	10.04	10.04	-1.3	-12.3	-13.3	2.7	OK	OK	OK	OK	7.0	6.5
76	1001	beam	0.2	-269.900	-8.180	-1.222	10.04	10.04	-1.4	-14.0	-11.6	-5.5	OK	OK	OK	OK	6.1	7.4
75	1001	beam	0.2	-270.800	8.219	1.222	10.04	10.04	-1.4	-11.6	-14.1	5.5	OK	OK	OK	OK	7.4	6.1
74	1001	beam	0.2	-271.700	-6.139	-0.849	10.04	10.04	-1.3	-13.8	-12.0	-4.1	OK	OK	OK	OK	6.3	7.2
73	1001	beam	0.2	-272.500	1.262	0.849	10.04	10.04	-1.3	-12.1	-13.8	0.8	OK	OK	OK	OK	7.3	6.4
72	1001	beam	0.2	-273.200	-0.405	-0.696	10.04	10.04	-1.3	-13.7	-12.3	-0.3	OK	OK	OK	OK	6.5	7.2
71	1001	beam	0.2	-273.800	-2.257	-1.100	10.04	10.04	-1.4	-14.1	-11.9	-1.5	OK	OK	OK	OK	6.3	7.4
70	1001	beam	0.2	-274.500	4.609	1.100	10.04	10.04	-1.4	-11.9	-14.1	3.1	OK	OK	OK	OK	7.4	6.3
69	1001	beam	0.2	-275.000	-6.361	-1.414	10.04	10.04	-1.4	-14.5	-11.6	-4.2	OK	OK	OK	OK	6.1	7.6
68	1001	beam	0.2	-275.500	9.570	1.414	10.04	10.04	-1.4	-11.7	-14.5	6.4	OK	OK	OK	OK	7.6	6.1
67	1001	beam	0.2	-276.100	-6.761	-0.911	10.04	10.04	-1.4	-14.0	-12.2	-4.5	OK	OK	OK	OK	6.4	7.4
66	1001	beam	0.2	-276.500	3.164	0.911	10.04	10.04	-1.4	-12.2	-14.0	2.1	OK	OK	OK	OK	7.4	6.4
65	1001	beam	0.2	-276.900	-1.811	-0.668	10.04	10.04	-1.3	-13.8	-12.5	-1.2	OK	OK	OK	OK	6.6	7.3
64	1001	beam	0.2	-277.200	-0.772	-0.806	10.04	10.04	-1.4	-14.0	-12.4	-0.5	OK	OK	OK	OK	6.5	7.4
63	1001	beam	0.2	-277.500	3.429	0.806	10.04	10.04	-1.4	-12.4	-14.0	2.3	OK	OK	OK	OK	7.4	6.5
62	1001	beam	0.2	-277.600	-5.109	-1.107	10.04	10.04	-1.4	-14.3	-12.1	-3.4	OK	OK	OK	OK	6.4	7.5
61	1001	beam	0.2	-277.700	9.079	1.107	10.04	10.04	-1.4	-12.1	-14.3	6.1	OK	OK	OK	OK	7.5	6.4
60	1001	beam	0.2	-277.800	-8.175	-0.945	10.04	10.04	-1.4	-14.1	-12.2	-5.5	OK	OK	OK	OK	6.4	7.4
59	1001	beam	0.2	-277.800	5.550	0.945	10.04	10.04	-1.4	-12.2	-14.1	3.7	OK	OK	OK	OK	7.4	6.4
58	1001	beam	0.2	-277.800	-2.682	-0.431	10.04	10.04	-1.3	-13.6	-12.8	-1.8	OK	OK	OK	OK	6.7	7.2
57	1001	beam	0.2	-277.700	1.202	0.431	10.04	10.04	-1.3	-12.8	-13.6	0.8	OK	OK	OK	OK	7.2	6.7
56	1001	beam	0.2	-277.500	2.537	0.237	10.04	10.04	-1.3	-12.9	-13.4	1.7	OK	OK	OK	OK	7.1	6.8
55	1001	beam	0.2	-277.200	-2.617	-0.237	10.04	10.04	-1.3	-13.4	-12.9	-1.7	OK	OK	OK	OK	6.8	7.1
54	1001	beam	0.2	-276.900	7.743	1.154	10.04	10.04	-1.4	-12.0	-14.3	5.2	OK	OK	OK	OK	7.5	6.3
53	1001	beam	0.2	-276.400	-8.760	-1.154	10.04	10.04	-1.4	-14.3	-12.0	-5.8	OK	OK	OK	OK	6.3	7.5
52	1001	beam	0.2	-275.900	7.087	0.855	10.04	10.04	-1.4	-12.2	-14.0	4.7	OK	OK	OK	OK	7.3	6.4
51	1001	beam	0.2	-275.400	-3.919	-0.855	10.04	10.04	-1.4	-13.9	-12.2	-2.6	OK	OK	OK	OK	6.4	7.3
50	1001	beam	0.2	-274.800	2.851	0.664	10.04	10.04	-1.3	-12.4	-13.7	1.9	OK	OK	OK	OK	7.2	6.5
49	1001	beam	0.2	-274.100	0.557	0.764	10.04	10.04	-1.3	-12.3	-13.8	0.4	OK	OK	OK	OK	7.3	6.4
48	1001	beam	0.2	-273.300	-1.193	-0.764	10.04	10.04	-1.3	-13.7	-12.2	-0.8	OK	OK	OK	OK	6.4	7.2
47	1001	beam	0.2	-272.500	5.692	1.569	10.04	10.04	-1.4	-11.4	-14.5	3.8	OK	OK	OK	OK	7.6	6.0
46	1001	beam	0.2	-271.400	-8.810	-1.569	10.04	10.04	-1.4	-14.5	-11.3	-5.9	OK	OK	OK	OK	6.0	7.6
45	1001	beam	0.2	-270.400	8.101	1.442	10.04	10.04	-1.4	-11.4	-14.3	5.4	OK	OK	OK	OK	7.5	6.0
44	1001	beam	0.2	-269.400	-4.903	-1.442	10.04	10.04	-1.4	-14.2	-11.3	-3.3	OK	OK	OK	OK	6.0	7.5
43	1001	beam	0.2	-268.300	5.917	1.624	10.04	10.04	-1.4	-11.1	-14.4	4.0	OK	OK	OK	OK	7.6	5.8
42	1001	beam	0.2	-267.200	1.262	1.849	10.04	10.04	-1.4	-10.8	-14.5	0.8	OK	OK	OK	OK	7.7	5.7
41	1001	beam	0.2	-266.000	3.895	2.546	10.04	10.04	-1.5	-10.1	-15.2	2.6	OK	OK	OK	OK	8.0	5.3
40	1001	beam	0.2	-264.600	8.592	4.083	10.04	10.04	-1.7	-8.5	-16.7	5.7	OK	OK	OK	OK	8.8	4.5
39	1001	beam	0.2	-263.400	-2.683	-4.083	10.04	10.04	-1.7	-16.6	-8.4	-1.8	OK	OK	OK	OK	4.4	8.7
38	1001	beam	0.2	-261.800	12.130	5.773	10.04	10.04	-1.9	-6.6	-18.2	8.1	OK	OK	OK	OK	9.6	3.5



37	1001	beam	0.2	-260.200	-10.250	-5.773	10.04	10.04	-1.9	-18.2	-6.6	-6.8	OK	OK	OK	OK	3.4	9.6
36	1001	beam	0.2	-257.600	-4.060	-3.941	10.04	10.04	-1.7	-16.2	-8.3	-2.7	OK	OK	OK	OK	4.4	8.5
35	1001	beam	0.2	-254.800	-6.079	-3.033	10.04	10.04	-1.5	-15.1	-9.1	-4.1	OK	OK	OK	OK	4.8	8.0
34	1001	beam	0.2	-252.000	-7.661	-1.676	10.04	10.04	-1.4	-13.7	-10.3	-5.1	OK	OK	OK	OK	5.4	7.2
33	1001	beam	0.2	-248.000	-20.250	-4.561	10.04	10.04	-1.7	-16.4	-7.2	-13.5	OK	OK	OK	OK	3.8	8.6
32	1001	beam	0.2	-244.900	16.400	4.561	10.04	10.04	-1.7	-7.0	-16.2	11.0	OK	OK	OK	OK	8.5	3.7
31	1001	beam	0.2	-241.500	5.901	0.896	10.04	10.04	-1.2	-10.6	-12.4	3.9	OK	OK	OK	OK	6.5	5.6
30	1001	beam	0.2	-237.600	-15.580	-3.055	10.04	10.04	-1.5	-14.4	-8.2	-10.4	OK	OK	OK	OK	4.3	7.6
29	1001	beam	0.2	-233.700	15.700	3.055	10.04	10.04	-1.4	-8.0	-14.2	10.5	OK	OK	OK	OK	7.5	4.2
28	1001	beam	0.2	-229.600	11.260	2.969	10.04	10.04	-1.4	-7.9	-13.9	7.5	OK	OK	OK	OK	7.3	4.2
27	1001	beam	0.2	-225.000	-16.570	-2.969	10.04	10.04	-1.4	-13.7	-7.7	-11.1	OK	OK	OK	OK	4.1	7.2
26	1001	beam	0.2	-220.100	7.144	0.865	10.04	10.04	-1.1	-9.6	-11.3	4.8	OK	OK	OK	OK	6.0	5.0
25	1001	beam	0.2	-215.000	13.490	3.879	10.04	10.04	-1.5	-6.3	-14.1	9.0	OK	OK	OK	OK	7.4	3.3
24	1001	beam	0.2	-209.400	-19.660	-3.879	10.04	10.04	-1.4	-13.8	-6.0	-13.1	OK	OK	OK	OK	3.2	7.3
23	1001	beam	0.2	-203.200	-1.905	-0.935	10.04	10.04	-1.0	-10.6	-8.7	-1.3	OK	OK	OK	OK	4.6	5.6
22	1001	beam	0.2	-197.100	21.180	3.799	10.04	10.04	-1.4	-5.5	-13.2	14.1	OK	OK	OK	OK	6.9	2.9
21	1001	beam	0.2	-190.700	-20.170	-3.798	10.04	10.04	-1.3	-12.9	-5.2	-13.5	OK	OK	OK	OK	2.8	6.8
20	1001	beam	0.2	-182.900	-11.010	-3.167	10.04	10.04	-1.2	-11.9	-5.5	-7.4	OK	OK	OK	OK	2.9	6.2
19	1001	beam	0.2	-175.700	33.030	4.214	10.04	10.04	-1.3	-4.1	-12.6	22.1	OK	OK	OK	OK	6.6	2.2
18	1001	beam	0.2	-168.200	-21.360	-4.214	10.04	10.04	-1.3	-12.2	-3.8	-14.3	OK	OK	OK	OK	2.0	6.4
17	1001	beam	0.2	-158.600	-23.490	-5.807	10.04	10.04	-1.5	-13.4	-1.7	-15.7	OK	OK	OK	OK	0.9	7.0
16	1001	beam	0.2	-150.200	47.510	5.807	10.04	10.04	-1.4	-1.3	-13.0	31.7	OK	OK	OK	OK	6.8	0.7
15	1001	beam	0.2	-141.500	-23.390	-4.812	10.04	10.04	-1.3	-11.6	-1.9	-15.6	OK	OK	OK	OK	1.0	6.1
14	1001	beam	0.2	-129.500	-38.620	-9.045	10.04	10.04	-2.0	-16.5	8.6	-25.8	OK	OK	OK	OK	4.5	8.7
13	1001	beam	0.2	-120.000	57.180	9.045	10.04	10.04	-2.0	10.6	-16.3	38.2	OK	OK	OK	OK	8.6	5.6
12	1001	beam	0.2	-111.100	-8.411	-3.734	10.04	10.04	-1.0	-9.0	-1.5	-5.6	OK	OK	OK	OK	0.8	4.8
11	1001	beam	0.2	-101.100	-65.040	-9.194	10.04	10.04	-2.0	-16.0	16.2	-43.4	OK	OK	OK	OK	8.5	8.4
10	1001	beam	0.2	-91.480	-3.422	-9.796	10.04	10.04	-2.2	-16.6	22.4	-2.3	OK	OK	OK	OK	11.8	8.7
9	1001	beam	0.2	-82.940	58.210	9.796	10.04	10.04	-2.2	25.4	-16.3	38.9	OK	OK	OK	OK	8.6	13.4
8	1001	beam	0.2	-74.210	5.384	1.406	10.04	10.04	-0.5	-2.1	-4.9	3.6	OK	OK	OK	OK	2.6	1.1
7	1001	beam	0.2	-64.320	-45.320	-6.572	10.04	10.04	-1.5	-11.2	14.0	-30.3	OK	OK	OK	OK	7.4	5.9
6	1001	beam	0.2	-54.540	12.310	6.572	10.04	10.04	-1.5	17.4	-10.9	8.2	OK	OK	OK	OK	5.7	9.2
5	1001	beam	0.2	-45.160	38.570	4.404	10.04	10.04	-1.0	8.7	-7.6	25.8	OK	OK	OK	OK	4.0	4.6
4	1001	beam	0.2	-35.720	-26.540	-2.391	10.04	10.04	-0.5	-4.4	2.0	-17.7	OK	OK	OK	OK	1.1	2.3
3	1001	beam	0.2	-24.850	-14.630	-4.859	10.04	10.04	-1.1	-7.3	19.1	-9.8	OK	OK	OK	OK	10.1	3.8
2	1001	beam	0.2	-14.910	36.000	4.859	10.04	10.04	-1.1	23.6	-6.6	24.0	OK	OK	OK	OK	3.5	12.4
1	1001	beam	0.2	-4.922	-8.412	-1.482	10.04	10.04	-0.3	-2.0	7.0	-5.6	OK	OK	OK	OK	3.7	1.1

### B0L - TIME - LT

INPUT PLAXIS						Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI			CHECK			
Element	Node	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_c,inf$ [Mpa]	$\tau$ [kPa]	T	CLS	CLS	M/N
-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2							
AR	306	0.81	-301.938	33.130	-26.210	0.00	0.00	-0.616	-0.133	45.6	OK	OK	OK	0.087
AR	307	0.80	-295.934	23.868	-18.713	0.00	0.00	-0.543	-0.194	33.0	OK	OK	OK	0.063
AR	308	0.80	-287.585	18.333	-13.342	0.00	0.00	-0.487	-0.235	25.6	OK	OK	OK	0.046
AR	309	0.80	-285.615	9.953	-10.027	0.00	0.00	-0.448	-0.262	13.7	OK	OK	OK	0.035
AR	310	0.80	-280.722	2.742	-7.124	0.00	0.00	-0.417	-0.284	3.8	OK	OK	OK	0.025
AR	311	0.80	-277.116	-0.400	-5.748	0.00	0.00	-0.402	-0.294	-0.6	OK	OK	OK	0.021
AR	312	0.79	-274.969	-2.125	-4.979	0.00	0.00	-0.393	-0.299	-3.0	OK	OK	OK	0.018
AR	313	0.80	-276.468	-5.929	-4.191	0.00	0.00	-0.385	-0.306	-8.2	OK	OK	OK	0.015
AR	314	0.80	-274.455	-6.828	-4.425	0.00	0.00	-0.387	-0.303	-9.5	OK	OK	OK	0.016
AR	315	0.79	-273.996	-6.984	-4.182	0.00	0.00	-0.385	-0.305	-9.8	OK	OK	OK	0.015
AR	316	0.80	-274.461	-6.871	-3.876	0.00	0.00	-0.381	-0.308	-9.6	OK	OK	OK	0.014
AR	317	0.79	-273.196	-6.935	-4.014	0.00	0.00	-0.384	-0.307	-9.7	OK	OK	OK	0.015
AR	318	0.80	-275.187	-7.016	-3.931	0.00	0.00	-0.381	-0.307	-9.7	OK	OK	OK	0.014
AR	319	0.79	-272.254	-7.488	-3.413	0.00	0.00	-0.377	-0.311	-10.5	OK	OK	OK	0.013
AR	320	0.80	-273.619	-8.896	-3.952	0.00	0.00	-0.381	-0.306	-12.4	OK	OK	OK	0.014
AR	321	0.79	-273.174	-10.553	-3.983	0.00	0.00	-0.382	-0.306	-14.8	OK	OK	OK	0.015
AR	322	0.80	-274.412	-12.895	-4.242	0.00	0.00	-0.385	-0.305	-18.0	OK	OK	OK	0.015
AR	323	0.80	-278.817	-15.652	-5.506	0.00	0.00	-0.400	-0.297	-21.7	OK	OK	OK	0.020
AR	324	0.79	-278.720	-20.559	-6.829	0.00	0.00	-0.416	-0.286	-28.7	OK	OK	OK	0.024
AR	325	0.80	-282.467	-23.474	-8.537	0.00	0.00	-0.436	-0.274	-32.8	OK	OK	OK	0.030
AR	326	0.80	-288.858	-27.835	-12.543	0.00	0.00	-0.478	-0.243	-38.6	OK	OK	OK	0.043
AR	327	0.80	-294.992	-36.628	-17.068	0.00	0.00	-0.525	-0.208	-50.6	OK	OK	OK	0.058
AR	328	0.80	-297.019	-49.141	-22.726	0.00	0.00	-0.588	-0.158	-68.6	OK	OK	OK	0.077
AR	329	0.80	-309.533	-57.971	-32.481	0.00	0.00	-0.688	-0.083	-80.2	OK	OK	OK	0.105
PIEDRITTO	24	0.68	-376.722	23.211	1.587	0.00	0.00	-0.575	-0.533	37.9	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	23	0.68	-386.605	26.184	-1.639	0.00	0.00	-0.590	-0.547	42.8	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	22	0.67	-396.849	23.189	-5.629	0.00	0.00	-0.667	-0.517	38.4	OK	OK	OK	0.014
PIEDRITTO	21	0.66	-408.123	20.670	-9.617	0.00	0.00	-0.747	-0.485	34.7	OK	OK	OK	0.024

PIEDRITTO	20	0.65	-412.331	38.929	-11.459	0.00	0.00	-0.801	-0.473	66.8	OK	OK	OK	0.028
PIEDRITTO	19	0.65	-428.324	22.196	-11.740	0.00	0.00	-0.823	-0.491	37.8	OK	OK	OK	0.027
PIEDRITTO	18	0.65	-431.750	9.949	-12.614	0.00	0.00	-0.845	-0.486	17.0	OK	OK	OK	0.029
PIEDRITTO	17	0.65	-435.786	22.221	-12.742	0.00	0.00	-0.857	-0.491	38.2	OK	OK	OK	0.029
PIEDRITTO	16	0.65	-436.353	10.287	-10.341	0.00	0.00	-0.823	-0.526	17.7	OK	OK	OK	0.024
PIEDRITTO	15	0.66	-436.564	-12.057	-9.572	0.00	0.00	-0.797	-0.531	-20.4	OK	OK	OK	0.022
PIEDRITTO	14	0.65	-428.330	-0.096	-8.338	0.00	0.00	-0.778	-0.541	-0.2	OK	OK	OK	0.019
PIEDRITTO	13	0.66	-431.623	-6.031	-6.135	0.00	0.00	-0.734	-0.567	-10.1	OK	OK	OK	0.014
PIEDRITTO	12	0.68	-425.880	-32.636	-4.401	0.00	0.00	-0.685	-0.571	-53.5	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	11	0.68	-420.699	-23.530	-4.215	0.00	0.00	-0.669	-0.561	-38.2	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	10	0.70	-421.124	-16.207	-2.487	0.00	0.00	-0.630	-0.570	-25.7	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	9	0.72	-411.414	-51.132	0.927	0.00	0.00	-0.582	-0.560	-78.9	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	8	0.74	-407.476	-44.782	0.015	0.00	0.00	-0.551	-0.550	-67.2	OK	OK	OK	0.000
PIEDRITTO	7	0.75	-402.389	-18.861	0.921	0.00	0.00	-0.546	-0.526	-27.9	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	6	0.78	-391.658	-64.124	6.127	0.00	0.00	-0.560	-0.440	-91.0	OK	OK	OK	0.016
PIEDRITTO	5	0.81	-382.489	-60.420	4.818	0.00	0.00	-0.519	-0.430	-83.3	OK	OK	OK	0.013
PIEDRITTO	4	0.83	-388.252	-8.149	4.823	0.00	0.00	-0.510	-0.426	-10.9	OK	OK	OK	0.012
PIEDRITTO	3	0.86	-368.189	-67.879	12.194	0.00	0.00	-0.530	-0.330	-88.1	OK	OK	OK	0.033
PIEDRITTO	2	0.88	-356.484	-70.504	10.773	0.00	0.00	-0.487	-0.321	-88.8	OK	OK	OK	0.030
PIEDRITTO	1	0.92	-372.070	4.549	8.312	0.00	0.00	-0.464	-0.346	5.5	OK	OK	OK	0.022
PIEDRITTO	24	0.68	-433.441	-30.400	3.497	0.00	0.00	-0.683	-0.592	-49.7	OK	OK	OK	0.008
PIEDRITTO	23	0.68	-438.090	-30.890	4.937	0.00	0.00	-0.709	-0.580	-50.5	OK	OK	OK	0.011
PIEDRITTO	22	0.67	-436.404	-23.876	5.673	0.00	0.00	-0.726	-0.575	-39.5	OK	OK	OK	0.013
PIEDRITTO	21	0.66	-435.429	-19.221	6.690	0.00	0.00	-0.749	-0.566	-32.2	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	20	0.65	-429.040	-40.433	6.134	0.00	0.00	-0.750	-0.575	-69.4	OK	OK	OK	0.014
PIEDRITTO	19	0.65	-435.935	-18.199	4.249	0.00	0.00	-0.729	-0.609	-31.0	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	18	0.65	-431.891	-3.398	4.327	0.00	0.00	-0.727	-0.604	-5.8	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	17	0.65	-429.997	-19.176	3.496	0.00	0.00	-0.715	-0.615	-33.0	OK	OK	OK	0.008
PIEDRITTO	16	0.65	-425.861	-4.376	0.806	0.00	0.00	-0.670	-0.647	-7.5	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	15	0.66	-422.371	20.861	0.096	0.00	0.00	-0.644	-0.641	35.3	OK	OK	OK	0.000
PIEDRITTO	14	0.65	-413.141	5.772	-0.011	0.00	0.00	-0.636	-0.636	9.9	OK	OK	OK	0.000
PIEDRITTO	13	0.66	-413.141	12.753	-1.721	0.00	0.00	-0.646	-0.599	21.4	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	12	0.68	-405.373	41.685	-2.605	0.00	0.00	-0.632	-0.564	68.3	OK	OK	OK	0.006

PIEDRITTO	11	0.68	-398.290	29.407	-1.405	0.00	0.00	-0.600	-0.564	47.8	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	10	0.70	-397.061	20.706	-2.445	0.00	0.00	-0.596	-0.536	32.8	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	9	0.72	-386.097	57.046	-5.160	0.00	0.00	-0.596	-0.476	88.0	OK	OK	OK	0.013
PIEDRITTO	8	0.74	-381.333	47.816	-3.329	0.00	0.00	-0.552	-0.479	71.8	OK	OK	OK	0.009
PIEDRITTO	7	0.75	-376.467	20.020	-3.407	0.00	0.00	-0.538	-0.465	29.6	OK	OK	OK	0.009
PIEDRITTO	6	0.78	-365.175	66.616	-8.121	0.00	0.00	-0.546	-0.387	94.5	OK	OK	OK	0.022
PIEDRITTO	5	0.81	-356.002	61.850	-5.901	0.00	0.00	-0.496	-0.387	85.3	OK	OK	OK	0.017
PIEDRITTO	4	0.83	-361.606	10.395	-5.184	0.00	0.00	-0.481	-0.390	13.9	OK	OK	OK	0.014
PIEDRITTO	3	0.86	-340.369	70.669	-12.113	0.00	0.00	-0.497	-0.299	91.8	OK	OK	OK	0.036
PIEDRITTO	2	0.88	-327.626	73.018	-10.157	0.00	0.00	-0.450	-0.293	92.0	OK	OK	OK	0.031
PIEDRITTO	1	0.92	-340.489	0.944	-7.415	0.00	0.00	-0.423	-0.318	1.1	OK	OK	OK	0.022
CALOTTA	846	0.69	-432.735	-44.563	-2.333	0.00	0.00	-0.652	-0.594	-71.3	OK	OK	OK	0.005
CALOTTA	847	0.68	-418.693	-42.059	-2.283	0.00	0.00	-0.646	-0.586	-68.8	OK	OK	OK	0.005
CALOTTA	848	0.69	-419.508	-38.983	-3.080	0.00	0.00	-0.651	-0.572	-63.1	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	849	0.67	-411.671	-41.676	-3.261	0.00	0.00	-0.654	-0.568	-68.7	OK	OK	OK	0.008
CALOTTA	850	0.67	-413.899	-30.155	-3.017	0.00	0.00	-0.655	-0.575	-49.8	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	851	0.66	-409.340	-34.646	-3.651	0.00	0.00	-0.668	-0.568	-58.1	OK	OK	OK	0.009
CALOTTA	852	0.66	-404.459	-27.122	-2.994	0.00	0.00	-0.659	-0.575	-46.0	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	853	0.65	-402.769	-28.218	-2.526	0.00	0.00	-0.653	-0.582	-48.1	OK	OK	OK	0.006
CALOTTA	854	0.64	-394.370	-25.324	-2.996	0.00	0.00	-0.660	-0.573	-44.0	OK	OK	OK	0.008
CALOTTA	855	0.64	-388.049	-25.843	-1.553	0.00	0.00	-0.630	-0.585	-44.9	OK	OK	OK	0.004
CALOTTA	856	0.63	-374.420	-23.748	1.122	0.00	0.00	-0.610	-0.576	-41.8	OK	OK	OK	0.003
CALOTTA	857	0.63	-361.224	-20.218	3.607	0.00	0.00	-0.630	-0.520	-35.8	OK	OK	OK	0.010
CALOTTA	858	0.62	-346.444	-20.464	5.871	0.00	0.00	-0.646	-0.465	-36.4	OK	OK	OK	0.017
CALOTTA	859	0.62	-330.237	-21.446	8.349	0.00	0.00	-0.667	-0.404	-38.6	OK	OK	OK	0.025
CALOTTA	860	0.62	-321.081	-18.434	9.995	0.00	0.00	-0.676	-0.362	-33.1	OK	OK	OK	0.031
CALOTTA	861	0.61	-309.787	-18.043	9.793	0.00	0.00	-0.667	-0.350	-32.9	OK	OK	OK	0.032
CALOTTA	862	0.61	-306.272	-19.387	9.500	0.00	0.00	-0.652	-0.348	-35.2	OK	OK	OK	0.031
CALOTTA	863	0.60	-297.425	-15.822	8.629	0.00	0.00	-0.634	-0.350	-29.1	OK	OK	OK	0.029
CALOTTA	864	0.61	-292.763	-13.051	7.989	0.00	0.00	-0.612	-0.352	-23.9	OK	OK	OK	0.027
CALOTTA	865	0.60	-284.243	-13.974	6.825	0.00	0.00	-0.587	-0.360	-25.9	OK	OK	OK	0.024
CALOTTA	866	0.60	-282.016	-5.961	6.127	0.00	0.00	-0.570	-0.367	-11.0	OK	OK	OK	0.022
CALOTTA	867	0.60	-276.798	-4.632	5.447	0.00	0.00	-0.552	-0.371	-8.6	OK	OK	OK	0.020

CALOTTA	868	0.60	-271.064	-4.627	4.529	0.00	0.00	-0.528	-0.377	-8.6	OK	OK	OK	0.017
CALOTTA	869	0.60	-266.436	-3.830	4.119	0.00	0.00	-0.513	-0.375	-7.1	OK	OK	OK	0.015
CALOTTA	870	0.60	-264.091	1.077	3.598	0.00	0.00	-0.501	-0.381	2.0	OK	OK	OK	0.014
CALOTTA	871	0.60	-263.117	-1.463	3.668	0.00	0.00	-0.500	-0.377	-2.7	OK	OK	OK	0.014
CALOTTA	872	0.60	-261.890	2.851	3.450	0.00	0.00	-0.492	-0.378	5.3	OK	OK	OK	0.013
CALOTTA	873	0.60	-258.944	9.816	3.284	0.00	0.00	-0.486	-0.377	18.2	OK	OK	OK	0.013
CALOTTA	874	0.61	-261.318	9.943	3.463	0.00	0.00	-0.487	-0.374	18.2	OK	OK	OK	0.013
CALOTTA	875	0.60	-259.588	12.937	3.624	0.00	0.00	-0.489	-0.370	23.8	OK	OK	OK	0.014
CALOTTA	876	0.61	-262.407	15.384	3.711	0.00	0.00	-0.488	-0.369	27.9	OK	OK	OK	0.014
CALOTTA	877	0.61	-260.821	21.552	4.056	0.00	0.00	-0.494	-0.363	39.3	OK	OK	OK	0.016
CALOTTA	878	0.62	-265.130	19.601	4.566	0.00	0.00	-0.501	-0.357	35.2	OK	OK	OK	0.017
CALOTTA	879	0.62	-264.402	28.876	5.165	0.00	0.00	-0.510	-0.347	52.0	OK	OK	OK	0.020
CALOTTA	880	0.62	-268.556	27.422	5.835	0.00	0.00	-0.520	-0.340	48.8	OK	OK	OK	0.022
CALOTTA	881	0.63	-273.356	33.181	6.696	0.00	0.00	-0.537	-0.333	58.7	OK	OK	OK	0.024
CALOTTA	882	0.63	-276.180	35.574	7.748	0.00	0.00	-0.554	-0.321	62.6	OK	OK	OK	0.028
CALOTTA	883	0.64	-282.088	38.555	8.463	0.00	0.00	-0.566	-0.317	67.1	OK	OK	OK	0.030
CALOTTA	884	0.64	-285.412	44.101	9.500	0.00	0.00	-0.585	-0.307	76.6	OK	OK	OK	0.033
CALOTTA	885	0.65	-296.723	41.079	10.960	0.00	0.00	-0.610	-0.300	70.0	OK	OK	OK	0.037
CALOTTA	886	0.66	-302.578	45.548	11.265	0.00	0.00	-0.619	-0.304	77.2	OK	OK	OK	0.037
CALOTTA	887	0.66	-306.711	44.238	11.854	0.00	0.00	-0.626	-0.301	74.2	OK	OK	OK	0.039
CALOTTA	888	0.67	-313.592	44.907	13.022	0.00	0.00	-0.638	-0.293	74.1	OK	OK	OK	0.042
CALOTTA	889	0.67	-316.476	48.103	12.735	0.00	0.00	-0.638	-0.301	79.3	OK	OK	OK	0.040
CALOTTA	890	0.69	-336.022	47.413	11.644	0.00	0.00	-0.638	-0.341	76.8	OK	OK	OK	0.035
CALOTTA	891	0.68	-346.834	51.918	8.583	0.00	0.00	-0.622	-0.399	84.9	OK	OK	OK	0.025
CALOTTA	892	0.69	-370.863	42.183	4.747	0.00	0.00	-0.593	-0.475	67.5	OK	OK	OK	0.013

**CENTINE 1 HE 180 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 0.5 GIORNI**

INPUT PROGRAM							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2										
168	1001	beam	0.25	-0.618	-1.987	-0.359	21.00	21.00	0.0	-0.7	0.9	-1.5	OK	OK	OK	OK	0.5	0.3
167	1001	beam	0.25	-1.876	-6.158	-1.472	21.00	21.00	-0.0759	-2.6	3.7	-4.6	OK	OK	OK	OK	2.0	1.4
166	1001	beam	0.25	-3.149	6.340	1.473	21.00	21.00	-0.0783	3.4	-2.8	4.8	OK	OK	OK	OK	1.5	1.8
165	1001	beam	0.25	-4.735	4.581	0.496	21.00	21.00	-0.0325	0.4	-1.4	3.5	OK	OK	OK	OK	0.7	0.2
164	1001	beam	0.25	-5.908	-11.590	-1.594	21.00	21.00	-0.0890	-3.3	3.2	-8.7	OK	OK	OK	OK	1.7	1.7
163	1001	beam	0.25	-7.073	7.740	1.594	21.00	21.00	-0.0910	2.9	-3.4	5.8	OK	OK	OK	OK	1.8	1.5
162	1001	beam	0.25	-8.835	12.140	1.992	21.00	21.00	-0.1137	3.7	-4.3	9.2	OK	OK	OK	OK	2.3	1.9
161	1001	beam	0.25	-9.926	-9.512	-1.991	21.00	21.00	-0.1155	-4.4	3.4	-7.2	OK	OK	OK	OK	1.8	2.3
160	1001	beam	0.25	-10.970	-13.470	-2.157	21.00	21.00	-0.1255	-4.8	3.7	-10.2	OK	OK	OK	OK	1.9	2.5
159	1001	beam	0.25	-11.980	10.760	2.158	21.00	21.00	-0.1272	3.5	-4.9	8.1	OK	OK	OK	OK	2.6	1.8
158	1001	beam	0.25	-13.810	13.400	2.200	21.00	21.00	-0.1323	3.2	-5.2	10.1	OK	OK	OK	OK	2.7	1.7
157	1001	beam	0.25	-14.740	-10.610	-2.202	21.00	21.00	-0.1339	-5.3	3.0	-8.0	OK	OK	OK	OK	1.6	2.8
156	1001	beam	0.25	-15.470	-17.140	-1.689	21.00	21.00	-0.1095	-4.5	1.5	-12.9	OK	OK	OK	OK	0.8	2.4
155	1001	beam	0.25	-16.020	-9.398	-2.773	21.00	21.00	-0.1645	-6.4	4.3	-7.1	OK	OK	OK	OK	2.3	3.4
154	1001	beam	0.25	-16.570	13.530	2.774	21.00	21.00	-0.1654	4.2	-6.5	10.2	OK	OK	OK	OK	3.4	2.2
153	1001	beam	0.25	-18.070	26.590	1.852	21.00	21.00	-0.1219	1.5	-5.1	20.1	OK	OK	OK	OK	2.7	0.8
152	1001	beam	0.25	-19.340	8.858	2.873	21.00	21.00	-0.1749	3.9	-6.9	6.7	OK	OK	OK	OK	3.7	2.1
151	1001	beam	0.25	-19.820	-12.330	-2.873	21.00	21.00	-0.1757	-7.0	3.8	-9.3	OK	OK	OK	OK	2.0	3.7
150	1001	beam	0.25	-20.310	-18.830	-1.450	21.00	21.00	-0.1059	-4.7	0.1	-14.2	OK	OK	OK	OK	0.1	2.5
149	1001	beam	0.25	-20.760	-14.090	-2.348	21.00	21.00	-0.1510	-6.2	2.2	-10.6	OK	OK	OK	OK	1.2	3.3
148	1001	beam	0.25	-21.210	2.908	2.348	21.00	21.00	-0.1518	2.2	-6.3	2.2	OK	OK	OK	OK	3.3	1.1
147	1001	beam	0.25	-21.930	23.190	2.012	21.00	21.00	-0.1363	1.2	-5.8	17.5	OK	OK	OK	OK	3.0	0.6
146	1001	beam	0.25	-23.580	13.700	2.242	21.00	21.00	-0.1504	1.5	-6.4	10.3	OK	OK	OK	OK	3.3	0.8
145	1001	beam	0.25	-23.970	-9.604	-2.243	21.00	21.00	-0.1511	-6.4	1.4	-7.2	OK	OK	OK	OK	0.7	3.4
144	1001	beam	0.25	-24.330	-17.990	-1.135	21.00	21.00	-0.0992	-4.6	-1.0	-13.6	OK	OK	OK	OK	0.5	2.4
143	1001	beam	0.25	-24.680	-16.010	-2.787	21.00	21.00	-0.1794	-7.4	2.7	-12.1	OK	OK	OK	OK	1.4	3.9
142	1001	beam	0.25	-25.010	-3.973	-3.245	21.00	21.00	-0.2027	-8.2	3.8	-3.0	OK	OK	OK	OK	2.0	4.3
141	1001	beam	0.25	-25.320	21.760	3.247	21.00	21.00	-0.2034	3.7	-8.2	16.4	OK	OK	OK	OK	4.3	2.0
140	1001	beam	0.25	-27.450	19.200	1.477	21.00	21.00	-0.1205	-0.8	-5.5	14.5	OK	OK	OK	OK	2.9	0.4
139	1001	beam	0.25	-27.740	-4.778	-1.474	21.00	21.00	-0.1210	-5.5	-0.8	-3.6	OK	OK	OK	OK	0.4	2.9
138	1001	beam	0.25	-28.020	-14.560	-0.923	21.00	21.00	-0.0977	-4.7	-1.8	-11.0	OK	OK	OK	OK	0.9	2.5
137	1001	beam	0.25	-28.270	-14.490	-2.428	21.00	21.00	-0.1674	-7.2	1.1	-10.9	OK	OK	OK	OK	0.6	3.8
136	1001	beam	0.25	-28.500	-5.757	-3.093	21.00	21.00	-0.2009	-8.3	2.7	-4.3	OK	OK	OK	OK	1.4	4.4
135	1001	beam	0.25	-28.730	14.090	3.092	21.00	21.00	-0.2012	2.7	-8.4	10.6	OK	OK	OK	OK	4.4	1.4
134	1001	beam	0.25	-30.000	18.470	1.467	21.00	21.00	-0.1252	-1.1	-5.8	13.9	OK	OK	OK	OK	3.0	0.6
133	1001	beam	0.25	-30.480	1.933	0.884	21.00	21.00	-0.1011	-2.1	-4.9	1.5	OK	OK	OK	OK	2.6	1.1
132	1001	beam	0.25	-30.660	-10.510	-0.882	21.00	21.00	-0.1015	-4.9	-2.1	-7.9	OK	OK	OK	OK	1.1	2.6
131	1001	beam	0.25	-30.860	-12.770	-1.803	21.00	21.00	-0.1420	-6.4	-0.6	-9.6	OK	OK	OK	OK	0.3	3.4
130	1001	beam	0.25	-31.030	-6.750	-2.582	21.00	21.00	-0.1797	-7.7	1.0	-5.1	OK	OK	OK	OK	0.5	4.1

129	1001	beam	0.25	-31.200	9.040	2.582	21.00	21.00	-0.1800	1.0	-7.8	6.8	OK	OK	OK	OK	4.1	0.5
128	1001	beam	0.25	-31.940	20.320	1.539	21.00	21.00	-0.1324	-1.2	-6.1	15.3	OK	OK	OK	OK	3.2	0.6
127	1001	beam	0.25	-32.890	9.726	1.925	21.00	21.00	-0.1515	-0.7	-6.8	7.3	OK	OK	OK	OK	3.6	0.4
126	1001	beam	0.25	-33.050	-5.549	-1.925	21.00	21.00	-0.1518	-6.9	-0.7	-4.2	OK	OK	OK	OK	0.4	3.6
125	1001	beam	0.25	-33.200	-10.620	-1.285	21.00	21.00	-0.1240	-5.8	-1.8	-8.0	OK	OK	OK	OK	0.9	3.1
124	1001	beam	0.25	-33.340	-8.142	-0.880	21.00	21.00	-0.1069	-5.2	-2.4	-6.1	OK	OK	OK	OK	1.3	2.7
123	1001	beam	0.25	-33.480	2.489	0.879	21.00	21.00	-0.1071	-2.5	-5.2	1.9	OK	OK	OK	OK	2.8	1.3
122	1001	beam	0.25	-33.750	18.040	1.490	21.00	21.00	-0.1340	-1.5	-6.2	13.6	OK	OK	OK	OK	3.3	0.8
121	1001	beam	0.25	-34.970	10.990	2.759	21.00	21.00	-0.1951	0.8	-8.5	8.3	OK	OK	OK	OK	4.5	0.4
120	1001	beam	0.25	-35.090	-6.967	-2.760	21.00	21.00	-0.1954	-8.5	0.8	-5.3	OK	OK	OK	OK	0.4	4.5
119	1001	beam	0.25	-35.200	-14.030	-1.956	21.00	21.00	-0.1574	-7.1	-0.9	-10.6	OK	OK	OK	OK	0.5	3.8
118	1001	beam	0.25	-35.300	-13.690	-1.242	21.00	21.00	-0.1265	-6.0	-2.1	-10.3	OK	OK	OK	OK	1.1	3.2
117	1001	beam	0.25	-35.370	-6.342	-1.973	21.00	21.00	-0.1585	-7.2	-0.9	-4.8	OK	OK	OK	OK	0.5	3.8
116	1001	beam	0.25	-35.440	10.690	1.973	21.00	21.00	-0.1586	-0.9	-7.2	8.1	OK	OK	OK	OK	3.8	0.5
115	1001	beam	0.25	-36.360	9.928	0.740	21.00	21.00	-0.1071	-3.0	-5.3	7.5	OK	OK	OK	OK	2.8	1.6
114	1001	beam	0.25	-36.450	-2.885	-0.404	21.00	21.00	-0.0929	-4.8	-3.5	-2.2	OK	OK	OK	OK	1.9	2.5
113	1001	beam	0.25	-36.500	-3.183	-0.296	21.00	21.00	-0.0883	-4.7	-3.7	-2.4	OK	OK	OK	OK	2.0	2.5
112	1001	beam	0.25	-36.550	9.922	0.847	21.00	21.00	-0.1121	-2.9	-5.5	7.5	OK	OK	OK	OK	2.9	1.5
111	1001	beam	0.25	-37.320	6.176	1.559	21.00	21.00	-0.1444	-1.8	-6.8	4.7	OK	OK	OK	OK	3.6	1.0
110	1001	beam	0.25	-37.350	-4.586	-1.558	21.00	21.00	-0.1444	-6.8	-1.8	-3.5	OK	OK	OK	OK	1.0	3.6
109	1001	beam	0.25	-37.370	-0.234	-1.028	21.00	21.00	-0.1216	-5.9	-2.7	-0.2	OK	OK	OK	OK	1.4	3.1
108	1001	beam	0.25	-37.780	-0.030	-1.001	21.00	21.00	-0.1213	-5.9	-2.8	0.0	OK	OK	OK	OK	1.4	3.1
107	1001	beam	0.25	-37.720	-4.039	-0.995	21.00	21.00	-0.1209	-5.9	-2.8	-3.0	OK	OK	OK	OK	1.5	3.1
106	1001	beam	0.25	-37.740	3.637	0.924	21.00	21.00	-0.1179	-2.9	-5.8	2.7	OK	OK	OK	OK	3.1	1.5
105	1001	beam	0.25	-37.950	0.482	1.010	21.00	21.00	-0.1220	-2.8	-6.0	0.4	OK	OK	OK	OK	3.1	1.5
104	1001	beam	0.25	-37.980	-2.694	-1.011	21.00	21.00	-0.1222	-6.0	-2.8	-2.0	OK	OK	OK	OK	1.5	3.1
103	1001	beam	0.25	-37.940	0.403	0.600	21.00	21.00	-0.1044	-3.4	-5.3	0.3	OK	OK	OK	OK	2.8	1.8
102	1001	beam	0.25	-37.920	-3.176	-0.601	21.00	21.00	-0.1044	-5.3	-3.4	-2.4	OK	OK	OK	OK	1.8	2.8
101	1001	beam	0.25	-37.940	2.874	0.547	21.00	21.00	-0.1021	-3.5	-5.2	2.2	OK	OK	OK	OK	2.7	1.8
100	1001	beam	0.25	-38.080	-0.167	-0.546	21.00	21.00	-0.1024	-5.2	-3.5	-0.1	OK	OK	OK	OK	1.8	2.8
99	1001	beam	0.25	-38.110	-1.135	-0.516	21.00	21.00	-0.1011	-5.2	-3.6	-0.9	OK	OK	OK	OK	1.9	2.7
98	1001	beam	0.25	-38.120	0.548	0.410	21.00	21.00	-0.0966	-3.7	-5.0	0.4	OK	OK	OK	OK	2.6	2.0
97	1001	beam	0.25	-38.130	-2.317	-0.409	21.00	21.00	-0.0966	-5.0	-3.7	-1.7	OK	OK	OK	OK	2.0	2.6
96	1001	beam	0.25	-38.160	2.310	0.407	21.00	21.00	-0.0965	-3.7	-5.0	1.7	OK	OK	OK	OK	2.6	2.0
95	1001	beam	0.25	-38.270	-0.643	-0.407	21.00	21.00	-0.0968	-5.0	-3.7	-0.5	OK	OK	OK	OK	2.0	2.7
94	1001	beam	0.25	-38.310	-0.045	-0.292	21.00	21.00	-0.0919	-4.9	-3.9	0.0	OK	OK	OK	OK	2.1	2.6
93	1001	beam	0.25	-38.340	0.165	0.313	21.00	21.00	-0.0929	-3.9	-4.9	0.1	OK	OK	OK	OK	2.6	2.1
92	1001	beam	0.25	-38.360	-1.586	-0.313	21.00	21.00	-0.0929	-4.9	-3.9	-1.2	OK	OK	OK	OK	2.1	2.6
91	1001	beam	0.25	-38.400	1.604	0.316	21.00	21.00	-0.0931	-3.9	-4.9	1.2	OK	OK	OK	OK	2.6	2.1
90	1001	beam	0.25	-38.470	-1.007	-0.316	21.00	21.00	-0.0933	-4.9	-3.9	-0.8	OK	OK	OK	OK	2.1	2.6
89	1001	beam	0.25	-38.520	0.508	0.226	21.00	21.00	-0.0895	-4.1	-4.8	0.4	OK	OK	OK	OK	2.5	2.1
88	1001	beam	0.25	-38.550	-0.678	-0.226	21.00	21.00	-0.0896	-4.8	-4.1	-0.5	OK	OK	OK	OK	2.1	2.5
87	1001	beam	0.25	-38.570	-0.973	-0.105	21.00	21.00	-0.0844	-4.6	-4.3	-0.7	OK	OK	OK	OK	2.2	2.4
86	1001	beam	0.25	-38.590	0.779	0.070	21.00	21.00	-0.0830	-4.3	-4.5	0.6	OK	OK	OK	OK	2.4	2.3

85	1001	beam	0.25	-38.600	-1.131	-0.133	21.00	21.00	-0.0856	-4.6	-4.2	-0.9	OK	OK	OK	OK	2.2	2.4
84	1001	beam	0.25	-38.620	0.938	0.133	21.00	21.00	-0.0857	-4.2	-4.6	0.7	OK	OK	OK	OK	2.4	2.2
83	1001	beam	0.25	-38.630	-0.835	-0.115	21.00	21.00	-0.0850	-4.6	-4.3	-0.6	OK	OK	OK	OK	2.2	2.4
82	1001	beam	0.25	-38.650	0.747	0.116	21.00	21.00	-0.0850	-4.3	-4.6	0.6	OK	OK	OK	OK	2.4	2.2
81	1001	beam	0.25	-38.670	0.756	0.154	21.00	21.00	-0.0867	-4.2	-4.7	0.6	OK	OK	OK	OK	2.5	2.2
80	1001	beam	0.25	-38.690	-0.520	-0.154	21.00	21.00	-0.0867	-4.7	-4.2	-0.4	OK	OK	OK	OK	2.2	2.5
79	1001	beam	0.25	-38.690	1.098	0.258	21.00	21.00	-0.0912	-4.0	-4.8	0.8	OK	OK	OK	OK	2.6	2.1
78	1001	beam	0.25	-38.680	-1.430	-0.257	21.00	21.00	-0.0912	-4.8	-4.0	-1.1	OK	OK	OK	OK	2.1	2.6
77	1001	beam	0.25	-38.680	1.537	0.277	21.00	21.00	-0.0920	-4.0	-4.9	1.2	OK	OK	OK	OK	2.6	2.1
76	1001	beam	0.25	-38.690	0.028	0.282	21.00	21.00	-0.0923	-4.0	-4.9	0.0	OK	OK	OK	OK	2.6	2.1
75	1001	beam	0.25	-38.690	0.043	0.289	21.00	21.00	-0.0925	-4.0	-4.9	0.0	OK	OK	OK	OK	2.6	2.1
74	1001	beam	0.25	-38.680	0.711	0.415	21.00	21.00	-0.0980	-3.8	-5.1	0.5	OK	OK	OK	OK	2.7	2.0
73	1001	beam	0.25	-38.610	-2.235	-0.415	21.00	21.00	-0.0978	-5.1	-3.8	-1.7	OK	OK	OK	OK	2.0	2.7
72	1001	beam	0.25	-38.620	2.203	0.409	21.00	21.00	-0.0976	-3.8	-5.1	1.7	OK	OK	OK	OK	2.7	2.0
71	1001	beam	0.25	-38.650	-0.398	-0.408	21.00	21.00	-0.0976	-5.1	-3.8	-0.3	OK	OK	OK	OK	2.0	2.7
70	1001	beam	0.25	-38.690	1.087	0.532	21.00	21.00	-0.1030	-3.6	-5.3	0.8	OK	OK	OK	OK	2.8	1.9
69	1001	beam	0.25	-38.680	0.335	0.593	21.00	21.00	-0.1056	-3.5	-5.4	0.3	OK	OK	OK	OK	2.8	1.8
68	1001	beam	0.25	-38.580	-2.718	-0.594	21.00	21.00	-0.1054	-5.4	-3.5	-2.0	OK	OK	OK	OK	1.8	2.8
67	1001	beam	0.25	-38.610	3.145	0.671	21.00	21.00	-0.1088	-3.4	-5.5	2.4	OK	OK	OK	OK	2.9	1.8
66	1001	beam	0.25	-38.680	-0.231	-0.672	21.00	21.00	-0.1090	-5.5	-3.4	-0.2	OK	OK	OK	OK	1.8	2.9
65	1001	beam	0.25	-38.770	2.700	1.116	21.00	21.00	-0.1283	-2.7	-6.2	2.0	OK	OK	OK	OK	3.3	1.4
64	1001	beam	0.25	-38.770	-0.238	-1.116	21.00	21.00	-0.1283	-6.2	-2.7	-0.2	OK	OK	OK	OK	1.4	3.3
63	1001	beam	0.25	-38.610	-3.494	-1.073	21.00	21.00	-0.1261	-6.1	-2.7	-2.6	OK	OK	OK	OK	1.4	3.2
62	1001	beam	0.25	-38.620	3.902	1.146	21.00	21.00	-0.1293	-2.6	-6.2	2.9	OK	OK	OK	OK	3.3	1.4
61	1001	beam	0.25	-38.720	-0.037	-1.146	21.00	21.00	-0.1295	-6.3	-2.6	0.0	OK	OK	OK	OK	1.4	3.3
60	1001	beam	0.25	-38.330	0.143	1.155	21.00	21.00	-0.1291	-2.6	-6.2	0.1	OK	OK	OK	OK	3.3	1.4
59	1001	beam	0.25	-38.310	4.435	1.667	21.00	21.00	-0.1511	-1.8	-7.0	3.3	OK	OK	OK	OK	3.7	0.9
58	1001	beam	0.25	-38.270	-6.053	-1.667	21.00	21.00	-0.1510	-7.0	-1.8	-4.6	OK	OK	OK	OK	0.9	3.7
57	1001	beam	0.25	-37.520	-9.954	-0.969	21.00	21.00	-0.1194	-5.8	-2.8	-7.5	OK	OK	OK	OK	1.5	3.1
56	1001	beam	0.25	-37.480	2.744	0.180	21.00	21.00	-0.0854	-4.0	-4.6	2.1	OK	OK	OK	OK	2.4	2.1
55	1001	beam	0.25	-37.440	2.093	0.378	21.00	21.00	-0.0938	-3.7	-4.9	1.6	OK	OK	OK	OK	2.6	1.9
54	1001	beam	0.25	-37.340	-11.060	-0.899	21.00	21.00	-0.1160	-5.7	-2.9	-8.3	OK	OK	OK	OK	1.5	3.0
53	1001	beam	0.25	-36.310	-12.200	-2.308	21.00	21.00	-0.1758	-7.9	-0.4	-9.2	OK	OK	OK	OK	0.2	4.1
52	1001	beam	0.25	-36.260	4.887	2.308	21.00	21.00	-0.1757	-0.4	-7.8	3.7	OK	OK	OK	OK	4.1	0.2
51	1001	beam	0.25	-36.200	12.710	1.745	21.00	21.00	-0.1500	-1.4	-6.9	9.6	OK	OK	OK	OK	3.6	0.7
50	1001	beam	0.25	-36.120	14.140	1.353	21.00	21.00	-0.1330	-2.0	-6.3	10.7	OK	OK	OK	OK	3.3	1.1
49	1001	beam	0.25	-36.010	8.935	2.385	21.00	21.00	-0.1789	-0.2	-7.9	6.7	OK	OK	OK	OK	4.2	0.1
48	1001	beam	0.25	-35.890	-6.066	-2.385	21.00	21.00	-0.1787	-7.9	-0.2	-4.6	OK	OK	OK	OK	0.1	4.2
47	1001	beam	0.25	-35.140	-18.360	-1.685	21.00	21.00	-0.1453	-6.7	-1.4	-13.8	OK	OK	OK	OK	0.7	3.5
46	1001	beam	0.25	-34.390	-9.633	-1.543	21.00	21.00	-0.1376	-6.4	-1.5	-7.3	OK	OK	OK	OK	0.8	3.4
45	1001	beam	0.25	-34.260	5.340	1.543	21.00	21.00	-0.1373	-1.5	-6.4	4.0	OK	OK	OK	OK	3.4	0.8
44	1001	beam	0.25	-34.120	11.780	0.927	21.00	21.00	-0.1105	-2.4	-5.4	8.9	OK	OK	OK	OK	2.8	1.3
43	1001	beam	0.25	-33.960	11.400	1.749	21.00	21.00	-0.1456	-1.1	-6.7	8.6	OK	OK	OK	OK	3.5	0.6
42	1001	beam	0.25	-33.780	2.971	2.092	21.00	21.00	-0.1609	-0.5	-7.2	2.2	OK	OK	OK	OK	3.8	0.2



41	1001	beam	0.25	-33.610	-18.090	-2.092	21.00	21.00	-0.1606	-7.2	-0.4	-13.6	OK	OK	OK	OK	0.2	3.8
40	1001	beam	0.25	-31.580	-22.290	-2.568	21.00	21.00	-0.1799	-7.8	0.9	-16.8	OK	OK	OK	OK	0.5	4.1
39	1001	beam	0.25	-31.350	-0.280	-2.600	21.00	21.00	-0.1811	-7.8	1.0	-0.2	OK	OK	OK	OK	0.5	4.1
38	1001	beam	0.25	-31.160	11.190	2.600	21.00	21.00	-0.1808	1.1	-7.8	8.4	OK	OK	OK	OK	4.1	0.6
37	1001	beam	0.25	-30.970	14.320	1.309	21.00	21.00	-0.1204	-1.5	-5.6	10.8	OK	OK	OK	OK	3.0	0.8
36	1001	beam	0.25	-30.760	9.774	1.473	21.00	21.00	-0.1271	-1.2	-5.9	7.4	OK	OK	OK	OK	3.1	0.6
35	1001	beam	0.25	-30.540	-5.440	-1.472	21.00	21.00	-0.1266	-5.8	-1.2	-4.1	OK	OK	OK	OK	0.6	3.1
34	1001	beam	0.25	-29.810	-21.580	-1.643	21.00	21.00	-0.1327	-6.0	-0.8	-16.3	OK	OK	OK	OK	0.4	3.2
33	1001	beam	0.25	-28.530	-14.130	-3.274	21.00	21.00	-0.2099	-8.6	3.2	-10.7	OK	OK	OK	OK	1.7	4.5
32	1001	beam	0.25	-28.280	6.102	3.274	21.00	21.00	-0.2095	3.3	-8.6	4.6	OK	OK	OK	OK	4.5	1.7
31	1001	beam	0.25	-28.020	15.080	2.569	21.00	21.00	-0.1740	1.5	-7.4	11.4	OK	OK	OK	OK	3.9	0.8
30	1001	beam	0.25	-27.730	15.630	0.975	21.00	21.00	-0.0994	-1.6	-4.7	11.8	OK	OK	OK	OK	2.5	0.9
29	1001	beam	0.25	-27.440	6.797	1.760	21.00	21.00	-0.1336	-0.3	-6.0	5.1	OK	OK	OK	OK	3.1	0.1
28	1001	beam	0.25	-27.120	-16.480	-1.760	21.00	21.00	-0.1330	-5.9	-0.2	-12.4	OK	OK	OK	OK	0.1	3.1
27	1001	beam	0.25	-25.230	-24.180	-2.932	21.00	21.00	-0.1875	-7.7	2.9	-18.2	OK	OK	OK	OK	1.5	4.1
26	1001	beam	0.25	-24.650	-2.229	-3.189	21.00	21.00	-0.1994	-8.1	3.7	-1.7	OK	OK	OK	OK	2.0	4.2
25	1001	beam	0.25	-24.290	13.970	3.189	21.00	21.00	-0.1988	3.8	-8.0	10.5	OK	OK	OK	OK	4.2	2.0
24	1001	beam	0.25	-23.910	19.380	1.577	21.00	21.00	-0.1185	-0.1	-5.3	14.6	OK	OK	OK	OK	2.8	0.1
23	1001	beam	0.25	-23.510	15.310	2.426	21.00	21.00	-0.1594	1.9	-6.7	11.5	OK	OK	OK	OK	3.5	1.0
22	1001	beam	0.25	-23.100	-1.208	-2.426	21.00	21.00	-0.1588	-6.6	2.0	-0.9	OK	OK	OK	OK	1.1	3.5
21	1001	beam	0.25	-22.390	-24.840	-2.287	21.00	21.00	-0.1507	-6.3	1.8	-18.7	OK	OK	OK	OK	0.9	3.3
20	1001	beam	0.25	-20.310	-20.140	-2.901	21.00	21.00	-0.1779	-7.1	3.8	-15.2	OK	OK	OK	OK	2.0	3.7
19	1001	beam	0.25	-19.850	6.570	2.901	21.00	21.00	-0.1772	3.9	-7.1	5.0	OK	OK	OK	OK	3.7	2.0
18	1001	beam	0.25	-19.370	18.300	2.143	21.00	21.00	-0.1386	2.0	-5.7	13.8	OK	OK	OK	OK	3.0	1.0
17	1001	beam	0.25	-18.880	19.210	2.186	21.00	21.00	-0.1399	2.2	-5.8	14.5	OK	OK	OK	OK	3.0	1.1
16	1001	beam	0.25	-18.370	8.932	3.217	21.00	21.00	-0.1905	5.0	-7.4	6.7	OK	OK	OK	OK	3.9	2.7
15	1001	beam	0.25	-17.850	-17.560	-3.217	21.00	21.00	-0.1896	-7.3	5.2	-13.2	OK	OK	OK	OK	2.7	3.9
14	1001	beam	0.25	-15.800	-30.590	-2.337	21.00	21.00	-0.1424	-5.7	3.2	-23.1	OK	OK	OK	OK	1.7	3.0
13	1001	beam	0.25	-14.600	-10.260	-3.522	21.00	21.00	-0.1993	-7.5	6.7	-7.7	OK	OK	OK	OK	3.5	3.9
12	1001	beam	0.25	-13.880	15.420	3.522	21.00	21.00	-0.1981	6.8	-7.4	11.6	OK	OK	OK	OK	3.9	3.6
11	1001	beam	0.25	-12.980	18.780	2.644	21.00	21.00	-0.1530	4.6	-5.8	14.2	OK	OK	OK	OK	3.1	2.4
10	1001	beam	0.25	-12.040	-4.146	-2.644	21.00	21.00	-0.1515	-5.7	4.8	-3.1	OK	OK	OK	OK	2.5	3.0
9	1001	beam	0.25	-10.530	-11.530	-1.897	21.00	21.00	-0.1118	-4.3	3.0	-8.7	OK	OK	OK	OK	1.6	2.3
8	1001	beam	0.25	-9.445	2.294	0.233	21.00	21.00	-0.0296	-0.7	-1.5	1.7	OK	OK	OK	OK	0.8	0.4
7	1001	beam	0.25	-8.344	-6.774	-0.988	21.00	21.00	-0.0629	-2.6	1.0	-5.1	OK	OK	OK	OK	0.5	1.4
6	1001	beam	0.25	-7.003	-1.782	-1.309	21.00	21.00	-0.0767	-3.0	2.1	-1.3	OK	OK	OK	OK	1.1	1.6
5	1001	beam	0.25	-5.854	12.180	1.309	21.00	21.00	-0.0748	2.4	-2.8	9.2	OK	OK	OK	OK	1.5	1.3
4	1001	beam	0.25	-4.702	-5.593	-0.888	21.00	21.00	-0.0520	-2.0	1.5	-4.2	OK	OK	OK	OK	0.8	1.1
3	1001	beam	0.25	-3.049	-8.169	-1.593	21.00	21.00	-0.0840	-3.0	3.8	-6.2	OK	OK	OK	OK	2.0	1.6
2	1001	beam	0.25	-1.811	6.293	1.592	21.00	21.00	-0.0817	4.1	-2.8	4.7	OK	OK	OK	OK	1.5	2.1
1	1001	beam	0.25	-0.596	2.538	0.458	21.00	21.00	-0.0236	1.2	-0.8	1.9	OK	OK	OK	OK	0.4	0.6

**CENTINE 1 HE 180 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 3 GIORNI**

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
168	1001	beam	0.25	-1.666	-6.531	-1.178	21.00	21.00	-0.1	-1.0	2.8	-4.9	OK	OK	OK	OK	1.5	0.5
167	1001	beam	0.25	-5.058	-14.270	-3.753	21.00	21.00	-0.4	-3.0	8.9	-10.8	OK	OK	OK	OK	4.7	1.6
166	1001	beam	0.25	-8.491	13.340	3.754	21.00	21.00	-0.4	8.1	-3.2	10.1	OK	OK	OK	OK	1.7	4.3
165	1001	beam	0.25	-12.620	10.310	1.344	21.00	21.00	-0.2	1.0	-1.6	7.8	OK	OK	OK	OK	0.9	0.5
164	1001	beam	0.25	-15.890	-20.740	-3.226	21.00	21.00	-0.4	-3.3	5.1	-15.6	OK	OK	OK	OK	2.7	1.7
163	1001	beam	0.25	-19.150	15.590	3.227	21.00	21.00	-0.4	4.5	-3.5	11.8	OK	OK	OK	OK	1.8	2.3
162	1001	beam	0.25	-23.580	22.670	3.675	21.00	21.00	-0.4	4.7	-4.0	17.1	OK	OK	OK	OK	2.1	2.5
161	1001	beam	0.25	-26.710	-18.810	-3.676	21.00	21.00	-0.4	-4.2	4.2	-14.2	OK	OK	OK	OK	2.2	2.2
160	1001	beam	0.25	-29.720	-25.270	-4.278	21.00	21.00	-0.5	-4.8	5.1	-19.1	OK	OK	OK	OK	2.7	2.5
159	1001	beam	0.25	-32.680	22.470	4.278	21.00	21.00	-0.5	4.6	-4.9	16.9	OK	OK	OK	OK	2.6	2.4
158	1001	beam	0.25	-37.350	27.410	4.719	21.00	21.00	-0.6	4.8	-5.5	20.7	OK	OK	OK	OK	2.9	2.5
157	1001	beam	0.25	-40.230	-20.150	-4.718	21.00	21.00	-0.6	-5.6	4.3	-15.2	OK	OK	OK	OK	2.3	2.9
156	1001	beam	0.25	-42.480	-33.990	-2.839	21.00	21.00	-0.4	-4.1	0.3	-26.6	OK	OK	OK	OK	0.2	2.1
155	1001	beam	0.25	-44.230	-18.800	-5.007	21.00	21.00	-0.6	-6.0	4.3	-14.2	OK	OK	OK	OK	2.3	3.2
154	1001	beam	0.25	-45.960	26.150	5.005	21.00	21.00	-0.6	4.0	-6.1	19.7	OK	OK	OK	OK	3.2	2.1
153	1001	beam	0.25	-49.520	51.260	3.920	21.00	21.00	-0.5	1.4	-5.3	38.7	OK	OK	OK	OK	2.8	0.7
152	1001	beam	0.25	-52.650	16.300	5.802	21.00	21.00	-0.7	4.8	-7.0	12.3	OK	OK	OK	OK	3.7	2.5
151	1001	beam	0.25	-54.290	-25.340	-5.803	21.00	21.00	-0.7	-7.1	4.5	-19.1	OK	OK	OK	OK	2.4	3.7
150	1001	beam	0.25	-55.910	-38.360	-2.878	21.00	21.00	-0.4	-4.7	-0.6	-28.9	OK	OK	OK	OK	0.3	2.5
149	1001	beam	0.25	-57.510	-28.710	-4.860	21.00	21.00	-0.6	-6.4	2.1	-21.7	OK	OK	OK	OK	1.1	3.4
148	1001	beam	0.25	-59.090	5.589	4.861	21.00	21.00	-0.6	1.9	-6.5	4.2	OK	OK	OK	OK	3.4	1.0
147	1001	beam	0.25	-61.230	45.880	4.217	21.00	21.00	-0.5	0.7	-6.0	34.6	OK	OK	OK	OK	3.1	0.3
146	1001	beam	0.25	-65.170	26.720	4.151	21.00	21.00	-0.5	0.2	-6.1	20.2	OK	OK	OK	OK	3.2	0.1
145	1001	beam	0.25	-66.640	-19.030	-4.150	21.00	21.00	-0.5	-6.1	0.1	-14.4	OK	OK	OK	OK	0.1	3.2
144	1001	beam	0.25	-68.080	-35.670	-2.159	21.00	21.00	-0.4	-4.7	-1.7	-26.9	OK	OK	OK	OK	0.9	2.5
143	1001	beam	0.25	-69.490	-31.430	-5.785	21.00	21.00	-0.7	-7.6	2.4	-23.7	OK	OK	OK	OK	1.3	4.0
142	1001	beam	0.25	-70.870	-6.859	-6.576	21.00	21.00	-0.8	-8.4	3.8	-5.2	OK	OK	OK	OK	2.0	4.4
141	1001	beam	0.25	-72.220	44.590	6.577	21.00	21.00	-0.8	3.6	-8.4	33.6	OK	OK	OK	OK	4.4	1.9
140	1001	beam	0.25	-77.210	37.640	2.909	21.00	21.00	-0.5	-1.6	-5.7	28.4	OK	OK	OK	OK	3.0	0.8
139	1001	beam	0.25	-78.500	-10.090	-2.910	21.00	21.00	-0.5	-5.7	-1.6	-7.6	OK	OK	OK	OK	0.9	3.0
138	1001	beam	0.25	-79.760	-29.790	-1.746	21.00	21.00	-0.4	-5.0	-2.5	-22.5	OK	OK	OK	OK	1.3	2.6
137	1001	beam	0.25	-80.980	-29.410	-5.084	21.00	21.00	-0.6	-7.5	0.2	-22.2	OK	OK	OK	OK	0.1	3.9
136	1001	beam	0.25	-82.170	-11.270	-6.383	21.00	21.00	-0.8	-8.6	2.0	-8.5	OK	OK	OK	OK	1.1	4.6
135	1001	beam	0.25	-83.340	28.940	6.381	21.00	21.00	-0.8	1.9	-8.7	21.8	OK	OK	OK	OK	4.6	1.0
134	1001	beam	0.25	-86.580	36.540	3.039	21.00	21.00	-0.5	-1.9	-6.2	27.6	OK	OK	OK	OK	3.3	1.0
133	1001	beam	0.25	-88.220	3.495	1.576	21.00	21.00	-0.4	-3.0	-5.3	2.6	OK	OK	OK	OK	2.8	1.6
132	1001	beam	0.25	-89.290	-20.940	-1.575	21.00	21.00	-0.4	-5.3	-3.1	-15.8	OK	OK	OK	OK	1.6	2.8
131	1001	beam	0.25	-90.350	-25.300	-3.758	21.00	21.00	-0.6	-6.9	-1.6	-19.1	OK	OK	OK	OK	0.8	3.6
130	1001	beam	0.25	-91.350	-13.190	-5.279	21.00	21.00	-0.7	-8.1	-0.3	-9.9	OK	OK	OK	OK	0.2	4.3

129	1001	beam	0.25	-92.350	17.820	5.280	21.00	21.00	-0.7	-0.4	-8.1	13.4	OK	OK	OK	OK	4.3	0.2
128	1001	beam	0.25	-94.440	38.450	3.224	21.00	21.00	-0.5	-2.2	-6.7	29.0	OK	OK	OK	OK	3.5	1.1
127	1001	beam	0.25	-96.800	16.390	3.100	21.00	21.00	-0.5	-2.4	-6.7	12.4	OK	OK	OK	OK	3.5	1.2
126	1001	beam	0.25	-97.740	-12.540	-3.105	21.00	21.00	-0.5	-6.8	-2.4	-9.5	OK	OK	OK	OK	1.3	3.6
125	1001	beam	0.25	-98.650	-21.510	-1.662	21.00	21.00	-0.4	-5.8	-3.5	-16.2	OK	OK	OK	OK	1.8	3.1
124	1001	beam	0.25	-99.580	-15.490	-2.605	21.00	21.00	-0.5	-6.5	-2.8	-11.7	OK	OK	OK	OK	1.5	3.4
123	1001	beam	0.25	-100.400	6.216	2.605	21.00	21.00	-0.5	-2.9	-6.6	4.7	OK	OK	OK	OK	3.5	1.5
122	1001	beam	0.25	-101.600	36.310	2.300	21.00	21.00	-0.5	-3.2	-6.4	27.4	OK	OK	OK	OK	3.4	1.7
121	1001	beam	0.25	-104.600	20.730	4.692	21.00	21.00	-0.7	-1.6	-8.2	15.6	OK	OK	OK	OK	4.3	0.8
120	1001	beam	0.25	-105.400	-13.120	-4.691	21.00	21.00	-0.7	-8.3	-1.7	-9.9	OK	OK	OK	OK	0.9	4.3
119	1001	beam	0.25	-106.200	-26.680	-3.178	21.00	21.00	-0.6	-7.2	-2.8	-20.1	OK	OK	OK	OK	1.5	3.8
118	1001	beam	0.25	-107.000	-25.830	-2.881	21.00	21.00	-0.6	-7.1	-3.0	-19.5	OK	OK	OK	OK	1.6	3.7
117	1001	beam	0.25	-107.700	-11.040	-4.154	21.00	21.00	-0.6	-8.0	-2.1	-8.3	OK	OK	OK	OK	1.1	4.2
116	1001	beam	0.25	-108.500	22.210	4.154	21.00	21.00	-0.6	-2.2	-8.0	16.7	OK	OK	OK	OK	4.2	1.1
115	1001	beam	0.25	-110.800	18.450	1.594	21.00	21.00	-0.5	-4.1	-6.3	13.9	OK	OK	OK	OK	3.3	2.2
114	1001	beam	0.25	-111.600	-4.791	-0.531	21.00	21.00	-0.4	-5.6	-4.9	-3.6	OK	OK	OK	OK	2.6	3.0
113	1001	beam	0.25	-112.200	-4.213	-0.509	21.00	21.00	-0.4	-5.6	-4.9	-3.2	OK	OK	OK	OK	2.6	3.0
112	1001	beam	0.25	-112.800	21.070	1.920	21.00	21.00	-0.5	-4.0	-6.7	15.9	OK	OK	OK	OK	3.5	2.1
111	1001	beam	0.25	-114.900	10.950	3.182	21.00	21.00	-0.6	-3.2	-7.6	8.3	OK	OK	OK	OK	4.0	1.7
110	1001	beam	0.25	-115.400	-7.937	-3.181	21.00	21.00	-0.6	-7.7	-3.2	-6.0	OK	OK	OK	OK	1.7	4.0
109	1001	beam	0.25	-116.000	1.334	2.419	21.00	21.00	-0.5	-3.8	-7.2	1.0	OK	OK	OK	OK	3.8	2.0
108	1001	beam	0.25	-117.500	1.024	2.602	21.00	21.00	-0.6	-3.7	-7.4	0.8	OK	OK	OK	OK	3.9	1.9
107	1001	beam	0.25	-118.200	-6.792	-2.600	21.00	21.00	-0.6	-7.4	-3.7	-5.1	OK	OK	OK	OK	2.0	3.9
106	1001	beam	0.25	-118.900	9.080	3.009	21.00	21.00	-0.6	-3.5	-7.7	6.8	OK	OK	OK	OK	4.1	1.8
105	1001	beam	0.25	-120.100	0.089	3.023	21.00	21.00	-0.6	-3.5	-7.8	0.1	OK	OK	OK	OK	4.1	1.9
104	1001	beam	0.25	-120.800	-4.268	-3.024	21.00	21.00	-0.6	-7.8	-3.6	-3.2	OK	OK	OK	OK	1.9	4.1
103	1001	beam	0.25	-121.300	-0.040	-2.257	21.00	21.00	-0.6	-7.3	-4.1	0.0	OK	OK	OK	OK	2.2	3.8
102	1001	beam	0.25	-121.800	-6.792	-2.249	21.00	21.00	-0.6	-7.3	-4.1	-5.1	OK	OK	OK	OK	2.2	3.9
101	1001	beam	0.25	-122.300	5.663	2.046	21.00	21.00	-0.5	-4.3	-7.2	4.3	OK	OK	OK	OK	3.8	2.3
100	1001	beam	0.25	-123.000	-2.595	-2.045	21.00	21.00	-0.5	-7.2	-4.3	-2.0	OK	OK	OK	OK	2.3	3.8
99	1001	beam	0.25	-123.500	-2.072	-1.579	21.00	21.00	-0.5	-6.9	-4.7	-1.6	OK	OK	OK	OK	2.5	3.6
98	1001	beam	0.25	-123.900	-0.223	-1.207	21.00	21.00	-0.5	-6.7	-5.0	-0.2	OK	OK	OK	OK	2.6	3.5
97	1001	beam	0.25	-124.200	-4.943	-1.165	21.00	21.00	-0.5	-6.7	-5.0	-3.7	OK	OK	OK	OK	2.6	3.5
96	1001	beam	0.25	-124.600	4.661	1.113	21.00	21.00	-0.5	-5.1	-6.6	3.5	OK	OK	OK	OK	3.5	2.7
95	1001	beam	0.25	-125.100	-2.951	-1.114	21.00	21.00	-0.5	-6.7	-5.1	-2.2	OK	OK	OK	OK	2.7	3.5
94	1001	beam	0.25	-125.500	0.588	0.689	21.00	21.00	-0.5	-5.4	-6.4	0.4	OK	OK	OK	OK	3.4	2.9
93	1001	beam	0.25	-125.800	-0.322	-0.689	21.00	21.00	-0.5	-6.4	-5.4	-0.2	OK	OK	OK	OK	2.9	3.4
92	1001	beam	0.25	-126.100	-2.712	-0.631	21.00	21.00	-0.5	-6.4	-5.5	-2.0	OK	OK	OK	OK	2.9	3.4
91	1001	beam	0.25	-126.400	4.187	0.895	21.00	21.00	-0.5	-5.3	-6.6	3.2	OK	OK	OK	OK	3.5	2.8
90	1001	beam	0.25	-126.700	-2.434	-0.893	21.00	21.00	-0.5	-6.6	-5.3	-1.8	OK	OK	OK	OK	2.8	3.5
89	1001	beam	0.25	-126.900	2.624	0.927	21.00	21.00	-0.5	-5.3	-6.6	2.0	OK	OK	OK	OK	3.5	2.8
88	1001	beam	0.25	-127.100	-1.221	-0.925	21.00	21.00	-0.5	-6.6	-5.3	-0.9	OK	OK	OK	OK	2.8	3.5
87	1001	beam	0.25	-127.200	-1.138	-0.706	21.00	21.00	-0.5	-6.5	-5.5	-0.9	OK	OK	OK	OK	2.9	3.4
86	1001	beam	0.25	-127.300	2.571	0.961	21.00	21.00	-0.5	-5.3	-6.7	1.9	OK	OK	OK	OK	3.5	2.8

85	1001	beam	0.25	-127.300	-2.965	-0.961	21.00	21.00	-0.5	-6.7	-5.3	-2.2	OK	OK	OK	OK	2.8	3.5
84	1001	beam	0.25	-127.300	2.724	0.917	21.00	21.00	-0.5	-5.3	-6.6	2.1	OK	OK	OK	OK	3.5	2.8
83	1001	beam	0.25	-127.300	-2.599	-0.917	21.00	21.00	-0.5	-6.6	-5.3	-2.0	OK	OK	OK	OK	2.8	3.5
82	1001	beam	0.25	-127.200	0.997	0.631	21.00	21.00	-0.5	-5.5	-6.4	0.8	OK	OK	OK	OK	3.4	2.9
81	1001	beam	0.25	-127.200	1.524	0.904	21.00	21.00	-0.5	-5.3	-6.6	1.1	OK	OK	OK	OK	3.5	2.8
80	1001	beam	0.25	-127.000	-2.378	-0.904	21.00	21.00	-0.5	-6.6	-5.3	-1.8	OK	OK	OK	OK	2.8	3.5
79	1001	beam	0.25	-126.900	2.726	0.966	21.00	21.00	-0.5	-5.3	-6.7	2.1	OK	OK	OK	OK	3.5	2.8
78	1001	beam	0.25	-126.600	-3.935	-0.965	21.00	21.00	-0.5	-6.6	-5.3	-3.0	OK	OK	OK	OK	2.8	3.5
77	1001	beam	0.25	-126.400	2.522	0.712	21.00	21.00	-0.5	-5.4	-6.4	1.9	OK	OK	OK	OK	3.4	2.9
76	1001	beam	0.25	-126.100	0.324	0.770	21.00	21.00	-0.5	-5.4	-6.5	0.2	OK	OK	OK	OK	3.4	2.8
75	1001	beam	0.25	-125.800	-0.783	-0.789	21.00	21.00	-0.5	-6.5	-5.4	-0.6	OK	OK	OK	OK	2.8	3.4
74	1001	beam	0.25	-125.500	2.972	1.161	21.00	21.00	-0.5	-5.1	-6.7	2.2	OK	OK	OK	OK	3.5	2.7
73	1001	beam	0.25	-125.100	-4.502	-1.160	21.00	21.00	-0.5	-6.7	-5.1	-3.4	OK	OK	OK	OK	2.7	3.5
72	1001	beam	0.25	-124.700	4.791	1.212	21.00	21.00	-0.5	-5.0	-6.7	3.6	OK	OK	OK	OK	3.5	2.6
71	1001	beam	0.25	-124.400	0.380	1.280	21.00	21.00	-0.5	-5.0	-6.8	0.3	OK	OK	OK	OK	3.6	2.6
70	1001	beam	0.25	-124.100	1.978	1.635	21.00	21.00	-0.5	-4.7	-7.0	1.5	OK	OK	OK	OK	3.7	2.5
69	1001	beam	0.25	-123.600	2.780	2.132	21.00	21.00	-0.6	-4.3	-7.3	2.1	OK	OK	OK	OK	3.9	2.3
68	1001	beam	0.25	-123.000	-5.494	-2.132	21.00	21.00	-0.5	-7.3	-4.3	-4.1	OK	OK	OK	OK	2.3	3.8
67	1001	beam	0.25	-122.500	6.525	2.317	21.00	21.00	-0.6	-4.1	-7.4	4.9	OK	OK	OK	OK	3.9	2.2
66	1001	beam	0.25	-122.100	0.056	2.328	21.00	21.00	-0.6	-4.1	-7.4	0.0	OK	OK	OK	OK	3.9	2.2
65	1001	beam	0.25	-121.600	4.034	3.053	21.00	21.00	-0.6	-3.6	-7.9	3.0	OK	OK	OK	OK	4.1	1.9
64	1001	beam	0.25	-121.000	0.257	3.099	21.00	21.00	-0.6	-3.5	-7.9	0.2	OK	OK	OK	OK	4.1	1.8
63	1001	beam	0.25	-119.900	-8.703	-3.099	21.00	21.00	-0.6	-7.8	-3.5	-6.6	OK	OK	OK	OK	1.8	4.1
62	1001	beam	0.25	-119.200	6.646	2.730	21.00	21.00	-0.6	-3.7	-7.5	5.0	OK	OK	OK	OK	4.0	1.9
61	1001	beam	0.25	-118.600	-1.026	-2.730	21.00	21.00	-0.6	-7.5	-3.7	-0.8	OK	OK	OK	OK	1.9	3.9
60	1001	beam	0.25	-117.200	-1.447	-2.547	21.00	21.00	-0.6	-7.3	-3.7	-1.1	OK	OK	OK	OK	2.0	3.8
59	1001	beam	0.25	-116.600	7.630	3.261	21.00	21.00	-0.6	-3.2	-7.8	5.8	OK	OK	OK	OK	4.1	1.7
58	1001	beam	0.25	-116.000	-10.550	-3.263	21.00	21.00	-0.6	-7.8	-3.2	-8.0	OK	OK	OK	OK	1.7	4.1
57	1001	beam	0.25	-114.000	-20.840	-2.045	21.00	21.00	-0.5	-6.8	-3.9	-15.7	OK	OK	OK	OK	2.1	3.6
56	1001	beam	0.25	-113.300	3.490	0.360	21.00	21.00	-0.4	-5.1	-5.6	2.6	OK	OK	OK	OK	2.9	2.7
55	1001	beam	0.25	-112.700	3.526	0.451	21.00	21.00	-0.4	-5.0	-5.6	2.7	OK	OK	OK	OK	3.0	2.6
54	1001	beam	0.25	-111.900	-19.890	-1.842	21.00	21.00	-0.5	-6.6	-4.0	-15.0	OK	OK	OK	OK	2.1	3.5
53	1001	beam	0.25	-109.400	-24.120	-4.626	21.00	21.00	-0.7	-8.4	-1.9	-18.2	OK	OK	OK	OK	1.0	4.4
52	1001	beam	0.25	-108.700	9.130	4.626	21.00	21.00	-0.7	-1.9	-8.4	6.9	OK	OK	OK	OK	4.4	1.0
51	1001	beam	0.25	-108.000	24.630	3.572	21.00	21.00	-0.6	-2.6	-7.6	18.6	OK	OK	OK	OK	4.0	1.3
50	1001	beam	0.25	-107.300	27.330	2.424	21.00	21.00	-0.5	-3.3	-6.8	20.6	OK	OK	OK	OK	3.6	1.8
49	1001	beam	0.25	-106.500	17.030	4.386	21.00	21.00	-0.7	-1.9	-8.1	12.8	OK	OK	OK	OK	4.3	1.0
48	1001	beam	0.25	-105.700	-11.360	-4.382	21.00	21.00	-0.7	-8.1	-1.9	-8.6	OK	OK	OK	OK	1.0	4.2
47	1001	beam	0.25	-103.700	-35.880	-3.069	21.00	21.00	-0.6	-7.0	-2.7	-27.1	OK	OK	OK	OK	1.4	3.7
46	1001	beam	0.25	-101.700	-20.080	-3.384	21.00	21.00	-0.6	-7.2	-2.4	-15.1	OK	OK	OK	OK	1.3	3.8
45	1001	beam	0.25	-100.800	9.426	3.385	21.00	21.00	-0.6	-2.4	-7.1	7.1	OK	OK	OK	OK	3.8	1.2
44	1001	beam	0.25	-99.980	22.620	2.298	21.00	21.00	-0.5	-3.1	-6.3	17.1	OK	OK	OK	OK	3.3	1.6
43	1001	beam	0.25	-99.080	22.400	2.897	21.00	21.00	-0.5	-2.6	-6.7	16.9	OK	OK	OK	OK	3.5	1.4
42	1001	beam	0.25	-98.170	6.350	3.627	21.00	21.00	-0.6	-2.1	-7.2	4.8	OK	OK	OK	OK	3.8	1.1

41	1001	beam	0.25	-97.220	-33.670	-3.626	21.00	21.00	-0.6	-7.1	-2.0	-25.4	OK	OK	OK	OK	1.1	3.8
40	1001	beam	0.25	-92.680	-44.470	-5.391	21.00	21.00	-0.7	-8.2	-0.3	-33.5	OK	OK	OK	OK	0.2	4.3
39	1001	beam	0.25	-91.610	-1.781	-5.594	21.00	21.00	-0.7	-8.3	0.0	-1.3	OK	OK	OK	OK	0.0	4.4
38	1001	beam	0.25	-90.610	21.400	5.595	21.00	21.00	-0.7	0.1	-8.3	16.1	OK	OK	OK	OK	4.4	0.1
37	1001	beam	0.25	-89.560	28.290	3.124	21.00	21.00	-0.5	-2.0	-6.4	21.3	OK	OK	OK	OK	3.4	1.1
36	1001	beam	0.25	-88.500	19.780	2.427	21.00	21.00	-0.5	-2.5	-5.9	14.9	OK	OK	OK	OK	3.1	1.3
35	1001	beam	0.25	-87.410	-9.664	-2.427	21.00	21.00	-0.5	-5.8	-2.4	-7.3	OK	OK	OK	OK	1.3	3.1
34	1001	beam	0.25	-85.330	-41.770	-3.503	21.00	21.00	-0.5	-6.5	-1.5	-31.5	OK	OK	OK	OK	0.8	3.4
33	1001	beam	0.25	-82.120	-28.210	-6.758	21.00	21.00	-0.8	-9.0	2.7	-21.3	OK	OK	OK	OK	1.4	4.7
32	1001	beam	0.25	-80.920	12.300	6.757	21.00	21.00	-0.8	2.8	-8.9	9.3	OK	OK	OK	OK	4.7	1.5
31	1001	beam	0.25	-79.700	30.810	5.337	21.00	21.00	-0.7	0.6	-7.7	23.2	OK	OK	OK	OK	4.0	0.3
30	1001	beam	0.25	-78.450	32.000	1.911	21.00	21.00	-0.4	-2.3	-5.0	24.1	OK	OK	OK	OK	2.7	1.2
29	1001	beam	0.25	-77.180	13.940	3.520	21.00	21.00	-0.5	-1.1	-6.1	10.5	OK	OK	OK	OK	3.2	0.6
28	1001	beam	0.25	-75.870	-32.490	-3.520	21.00	21.00	-0.5	-6.1	-1.1	-24.5	OK	OK	OK	OK	0.6	3.2
27	1001	beam	0.25	-71.360	-49.330	-5.918	21.00	21.00	-0.7	-7.8	2.4	-37.2	OK	OK	OK	OK	1.3	4.1
26	1001	beam	0.25	-69.480	-5.869	-6.595	21.00	21.00	-0.8	-8.3	4.0	-4.4	OK	OK	OK	OK	2.1	4.4
25	1001	beam	0.25	-68.070	27.150	6.594	21.00	21.00	-0.8	4.2	-8.3	20.5	OK	OK	OK	OK	4.4	2.2
24	1001	beam	0.25	-66.620	38.710	3.461	21.00	21.00	-0.5	-0.6	-5.6	29.2	OK	OK	OK	OK	2.9	0.3
23	1001	beam	0.25	-65.140	30.870	4.569	21.00	21.00	-0.6	0.8	-6.4	23.3	OK	OK	OK	OK	3.4	0.4
22	1001	beam	0.25	-63.640	-1.764	-4.572	21.00	21.00	-0.6	-6.4	1.0	-1.3	OK	OK	OK	OK	0.5	3.4
21	1001	beam	0.25	-61.560	-48.310	-4.368	21.00	21.00	-0.5	-6.1	0.9	-36.4	OK	OK	OK	OK	0.4	3.2
20	1001	beam	0.25	-56.800	-39.780	-5.791	21.00	21.00	-0.7	-7.2	4.1	-30.0	OK	OK	OK	OK	2.2	3.8
19	1001	beam	0.25	-55.210	13.190	5.791	21.00	21.00	-0.7	4.4	-7.1	9.9	OK	OK	OK	OK	3.7	2.3
18	1001	beam	0.25	-53.590	36.980	4.268	21.00	21.00	-0.5	1.5	-5.7	27.9	OK	OK	OK	OK	3.0	0.8
17	1001	beam	0.25	-51.960	38.920	4.493	21.00	21.00	-0.5	2.1	-5.9	29.4	OK	OK	OK	OK	3.1	1.1
16	1001	beam	0.25	-50.290	18.310	6.607	21.00	21.00	-0.8	7.1	-7.6	13.8	OK	OK	OK	OK	4.0	3.7
15	1001	beam	0.25	-48.600	-33.510	-6.608	21.00	21.00	-0.8	-7.5	7.4	-25.3	OK	OK	OK	OK	3.9	3.9
14	1001	beam	0.25	-43.960	-59.680	-4.140	21.00	21.00	-0.5	-5.3	2.5	-45.0	OK	OK	OK	OK	1.3	2.8
13	1001	beam	0.25	-40.940	-20.560	-6.515	21.00	21.00	-0.8	-7.1	8.6	-15.5	OK	OK	OK	OK	4.5	3.7
12	1001	beam	0.25	-38.690	29.110	6.516	21.00	21.00	-0.8	9.0	-7.0	22.0	OK	OK	OK	OK	3.7	4.7
11	1001	beam	0.25	-35.900	35.350	5.105	21.00	21.00	-0.6	6.0	-5.7	26.7	OK	OK	OK	OK	3.0	3.2
10	1001	beam	0.25	-33.040	-8.807	-5.104	21.00	21.00	-0.6	-5.6	6.5	-6.6	OK	OK	OK	OK	3.4	2.9
9	1001	beam	0.25	-29.000	-24.220	-3.516	21.00	21.00	-0.4	-4.1	3.4	-18.3	OK	OK	OK	OK	1.8	2.2
8	1001	beam	0.25	-25.860	2.556	0.849	21.00	21.00	-0.1	-0.6	-1.8	1.9	OK	OK	OK	OK	1.0	0.3
7	1001	beam	0.25	-22.690	-13.960	-2.904	21.00	21.00	-0.3	-3.4	3.0	-10.5	OK	OK	OK	OK	1.6	1.8
6	1001	beam	0.25	-19.050	-3.629	-3.558	21.00	21.00	-0.4	-3.7	5.3	-2.7	OK	OK	OK	OK	2.8	1.9
5	1001	beam	0.25	-15.800	24.110	3.558	21.00	21.00	-0.4	6.0	-3.5	18.2	OK	OK	OK	OK	1.9	3.2
4	1001	beam	0.25	-12.560	-9.324	-0.892	21.00	21.00	-0.1	-1.2	0.2	-7.0	OK	OK	OK	OK	0.1	0.7
3	1001	beam	0.25	-8.448	-14.120	-3.438	21.00	21.00	-0.4	-3.0	7.3	-10.6	OK	OK	OK	OK	3.8	1.6
2	1001	beam	0.25	-5.036	13.660	3.437	21.00	21.00	-0.4	8.0	-2.8	10.3	OK	OK	OK	OK	1.5	4.2
1	1001	beam	0.25	-1.662	5.404	0.974	21.00	21.00	-0.1	2.2	-0.8	4.1	OK	OK	OK	OK	0.4	1.2

## CENTINE 1 HE 180 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 28 GIORNI

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
168	1001	beam	0.25	-12.750	-93.160	-16.810	21.00	21.00	-2.1	-9.7	41.2	-70.3	OK	OK	OK	OK	21.7	5.1
167	1001	beam	0.25	-38.450	-70.770	-29.580	21.00	21.00	-3.8	-18.0	68.8	-53.4	OK	OK	OK	OK	36.2	9.5
166	1001	beam	0.25	-64.270	121.800	29.580	21.00	21.00	-3.8	62.9	-19.4	91.9	OK	OK	OK	OK	10.2	33.1
165	1001	beam	0.25	-96.870	105.700	11.480	21.00	21.00	-1.5	10.0	-10.6	79.7	OK	OK	OK	OK	5.6	5.3
164	1001	beam	0.25	-121.700	-40.790	-11.480	21.00	21.00	-1.5	-11.3	6.3	-30.8	OK	OK	OK	OK	3.3	5.9
163	1001	beam	0.25	-145.700	86.180	19.670	21.00	21.00	-2.6	20.6	-17.4	65.0	OK	OK	OK	OK	9.2	10.8
162	1001	beam	0.25	-174.100	81.840	34.430	21.00	21.00	-4.5	51.6	-27.4	61.7	OK	OK	OK	OK	14.4	27.2
161	1001	beam	0.25	-196.100	-79.230	-34.430	21.00	21.00	-4.5	-28.3	47.2	-59.8	OK	OK	OK	OK	24.8	14.9
160	1001	beam	0.25	-217.300	-107.200	-20.130	21.00	21.00	-2.6	-19.9	10.6	-80.8	OK	OK	OK	OK	5.6	10.5
159	1001	beam	0.25	-237.800	74.220	14.180	21.00	21.00	-2.0	0.0	-16.4	56.0	OK	OK	OK	OK	8.6	0.0
158	1001	beam	0.25	-262.800	71.300	27.030	21.00	21.00	-3.5	18.2	-25.9	53.8	OK	OK	OK	OK	13.6	9.6
157	1001	beam	0.25	-281.500	-104.200	-27.030	21.00	21.00	-3.5	-26.5	15.6	-78.6	OK	OK	OK	OK	8.2	13.9
156	1001	beam	0.25	-296.500	-113.300	-11.760	21.00	21.00	-1.9	-17.0	-4.2	-85.4	OK	OK	OK	OK	2.2	8.9
155	1001	beam	0.25	-308.100	-108.300	-24.250	21.00	21.00	-3.2	-25.2	7.5	-81.7	OK	OK	OK	OK	4.0	13.3
154	1001	beam	0.25	-319.500	89.250	24.250	21.00	21.00	-3.2	6.5	-25.5	67.3	OK	OK	OK	OK	13.4	3.4
153	1001	beam	0.25	-337.500	124.700	13.960	21.00	21.00	-2.2	-4.5	-19.6	94.0	OK	OK	OK	OK	10.3	2.4
152	1001	beam	0.25	-353.600	48.220	14.040	21.00	21.00	-2.3	-5.0	-20.2	36.4	OK	OK	OK	OK	10.7	2.6
151	1001	beam	0.25	-364.200	-111.300	-14.040	21.00	21.00	-2.3	-20.6	-5.4	-83.9	OK	OK	OK	OK	2.8	10.9
150	1001	beam	0.25	-374.700	-120.100	-16.120	21.00	21.00	-2.5	-22.1	-4.6	-90.6	OK	OK	OK	OK	2.4	11.6
149	1001	beam	0.25	-384.900	-104.900	-28.220	21.00	21.00	-3.7	-30.1	6.3	-79.1	OK	OK	OK	OK	3.3	15.8
148	1001	beam	0.25	-394.900	35.160	28.220	21.00	21.00	-3.8	5.5	-30.3	26.5	OK	OK	OK	OK	16.0	2.9
147	1001	beam	0.25	-407.400	125.900	24.160	21.00	21.00	-3.3	-0.1	-28.0	94.9	OK	OK	OK	OK	14.7	0.1
146	1001	beam	0.25	-427.100	106.800	10.750	21.00	21.00	-2.3	-9.4	-21.1	80.5	OK	OK	OK	OK	11.1	5.0
145	1001	beam	0.25	-436.400	-70.420	-10.750	21.00	21.00	-2.3	-21.4	-9.7	-53.1	OK	OK	OK	OK	5.1	11.3
144	1001	beam	0.25	-445.500	-125.600	-11.860	21.00	21.00	-2.4	-22.3	-9.5	-94.7	OK	OK	OK	OK	5.0	11.8
143	1001	beam	0.25	-454.300	-105.000	-23.980	21.00	21.00	-3.4	-29.4	-2.7	-79.2	OK	OK	OK	OK	1.4	15.5
142	1001	beam	0.25	-462.900	-12.270	-25.400	21.00	21.00	-3.6	-30.5	-2.0	-9.3	OK	OK	OK	OK	1.1	16.1
141	1001	beam	0.25	-471.300	137.800	25.400	21.00	21.00	-3.6	-2.4	-30.8	103.9	OK	OK	OK	OK	16.2	1.3
140	1001	beam	0.25	-494.100	140.300	12.460	21.00	21.00	-2.6	-10.9	-24.4	105.8	OK	OK	OK	OK	12.8	5.7
139	1001	beam	0.25	-502.100	-40.230	-12.460	21.00	21.00	-2.7	-24.7	-11.2	-30.3	OK	OK	OK	OK	5.9	13.0
138	1001	beam	0.25	-509.800	-104.900	-7.814	21.00	21.00	-2.3	-22.4	-14.0	-79.1	OK	OK	OK	OK	7.3	11.8
137	1001	beam	0.25	-517.300	-98.620	-15.670	21.00	21.00	-3.0	-27.0	-10.0	-74.4	OK	OK	OK	OK	5.2	14.2
136	1001	beam	0.25	-524.500	-32.790	-19.450	21.00	21.00	-3.3	-29.3	-8.2	-24.7	OK	OK	OK	OK	4.3	15.4
135	1001	beam	0.25	-531.600	113.800	19.450	21.00	21.00	-3.3	-8.4	-29.5	85.8	OK	OK	OK	OK	15.5	4.4
134	1001	beam	0.25	-546.000	123.400	7.908	21.00	21.00	-2.5	-15.2	-23.8	93.1	OK	OK	OK	OK	12.5	8.0
133	1001	beam	0.25	-554.200	-1.146	-7.907	21.00	21.00	-2.5	-24.1	-15.5	-0.9	OK	OK	OK	OK	8.2	12.7
132	1001	beam	0.25	-560.500	-79.790	-7.775	21.00	21.00	-2.5	-24.2	-15.8	-60.2	OK	OK	OK	OK	8.3	12.8
131	1001	beam	0.25	-566.700	-87.640	-11.540	21.00	21.00	-2.8	-26.5	-14.0	-66.1	OK	OK	OK	OK	7.4	13.9
130	1001	beam	0.25	-572.600	-44.320	-16.660	21.00	21.00	-3.2	-29.5	-11.4	-33.4	OK	OK	OK	OK	6.0	15.5

129	1001	beam	0.25	-578.300	59.120	16.660	21.00	21.00	-3.3	-11.6	-29.7	44.6	OK	OK	OK	OK	15.6	6.1
128	1001	beam	0.25	-587.300	114.600	9.835	21.00	21.00	-2.8	-15.6	-26.3	86.4	OK	OK	OK	OK	13.8	8.2
127	1001	beam	0.25	-596.200	28.740	6.685	21.00	21.00	-2.5	-17.7	-24.9	21.7	OK	OK	OK	OK	13.1	9.3
126	1001	beam	0.25	-601.400	-55.080	-6.686	21.00	21.00	-2.6	-25.1	-17.8	-41.5	OK	OK	OK	OK	9.4	13.2
125	1001	beam	0.25	-606.300	-71.550	-7.924	21.00	21.00	-2.7	-25.9	-17.3	-54.0	OK	OK	OK	OK	9.1	13.7
124	1001	beam	0.25	-611.000	-45.300	-13.150	21.00	21.00	-3.1	-29.0	-14.7	-34.2	OK	OK	OK	OK	7.7	15.2
123	1001	beam	0.25	-615.500	23.660	13.150	21.00	21.00	-3.1	-14.8	-29.1	17.8	OK	OK	OK	OK	15.3	7.8
122	1001	beam	0.25	-620.900	111.500	10.420	21.00	21.00	-2.9	-16.5	-27.8	84.1	OK	OK	OK	OK	14.6	8.7
121	1001	beam	0.25	-631.000	45.680	7.707	21.00	21.00	-2.7	-18.3	-26.7	34.4	OK	OK	OK	OK	14.1	9.7
120	1001	beam	0.25	-635.000	-39.110	-7.708	21.00	21.00	-2.8	-26.9	-18.5	-29.5	OK	OK	OK	OK	9.7	14.1
119	1001	beam	0.25	-638.800	-62.190	-3.979	21.00	21.00	-2.5	-25.0	-20.6	-46.9	OK	OK	OK	OK	10.9	13.1
118	1001	beam	0.25	-642.400	-48.410	-9.564	21.00	21.00	-2.9	-28.1	-17.7	-36.5	OK	OK	OK	OK	9.3	14.8
117	1001	beam	0.25	-645.900	-1.685	-9.758	21.00	21.00	-3.0	-28.4	-17.8	-1.3	OK	OK	OK	OK	9.3	14.9
116	1001	beam	0.25	-649.100	91.550	9.758	21.00	21.00	-3.0	-17.9	-28.5	69.0	OK	OK	OK	OK	15.0	9.4
115	1001	beam	0.25	-658.300	54.480	7.087	21.00	21.00	-2.8	-19.7	-27.3	41.1	OK	OK	OK	OK	14.4	10.3
114	1001	beam	0.25	-661.500	-1.613	-7.087	21.00	21.00	-2.8	-27.5	-19.8	-1.2	OK	OK	OK	OK	10.4	14.5
113	1001	beam	0.25	-664.300	8.270	7.856	21.00	21.00	-2.9	-19.5	-28.0	6.2	OK	OK	OK	OK	14.7	10.2
112	1001	beam	0.25	-667.200	75.980	16.620	21.00	21.00	-3.6	-14.8	-32.8	57.3	OK	OK	OK	OK	17.3	7.8
111	1001	beam	0.25	-674.100	20.480	18.980	21.00	21.00	-3.8	-13.8	-34.4	15.4	OK	OK	OK	OK	18.1	7.2
110	1001	beam	0.25	-676.500	-16.740	-18.980	21.00	21.00	-3.8	-34.5	-13.9	-12.6	OK	OK	OK	OK	7.3	18.1
109	1001	beam	0.25	-678.800	13.730	18.630	21.00	21.00	-3.8	-14.1	-34.3	10.4	OK	OK	OK	OK	18.1	7.4
108	1001	beam	0.25	-683.600	2.701	19.120	21.00	21.00	-3.8	-14.0	-34.8	2.0	OK	OK	OK	OK	18.3	7.4
107	1001	beam	0.25	-686.200	-22.910	-19.120	21.00	21.00	-3.8	-34.9	-14.1	-17.3	OK	OK	OK	OK	7.4	18.4
106	1001	beam	0.25	-689.000	24.810	19.460	21.00	21.00	-3.9	-14.0	-35.2	18.7	OK	OK	OK	OK	18.5	7.4
105	1001	beam	0.25	-691.800	-21.080	-19.460	21.00	21.00	-3.9	-35.3	-14.1	-15.9	OK	OK	OK	OK	7.4	18.6
104	1001	beam	0.25	-694.200	-10.840	-15.680	21.00	21.00	-3.6	-33.3	-16.3	-8.2	OK	OK	OK	OK	8.6	17.5
103	1001	beam	0.25	-695.800	-8.526	-13.740	21.00	21.00	-3.4	-32.3	-17.4	-6.4	OK	OK	OK	OK	9.2	17.0
102	1001	beam	0.25	-697.200	-23.320	-12.210	21.00	21.00	-3.3	-31.5	-18.3	-17.6	OK	OK	OK	OK	9.6	16.6
101	1001	beam	0.25	-699.000	16.380	10.970	21.00	21.00	-3.2	-19.0	-30.9	12.4	OK	OK	OK	OK	16.3	10.0
100	1001	beam	0.25	-700.400	-23.450	-10.970	21.00	21.00	-3.2	-31.0	-19.1	-17.7	OK	OK	OK	OK	10.0	16.3
99	1001	beam	0.25	-701.900	-2.446	-6.761	21.00	21.00	-2.9	-28.7	-21.4	-1.8	OK	OK	OK	OK	11.3	15.1
98	1001	beam	0.25	-703.100	-7.878	-6.323	21.00	21.00	-2.9	-28.5	-21.7	-5.9	OK	OK	OK	OK	11.4	15.0
97	1001	beam	0.25	-704.000	-15.390	-4.912	21.00	21.00	-2.8	-27.8	-22.5	-11.6	OK	OK	OK	OK	11.8	14.6
96	1001	beam	0.25	-705.200	15.270	4.889	21.00	21.00	-2.8	-22.5	-27.8	11.5	OK	OK	OK	OK	14.6	11.9
95	1001	beam	0.25	-706.100	-20.410	-4.889	21.00	21.00	-2.8	-27.9	-22.6	-15.4	OK	OK	OK	OK	11.9	14.7
94	1001	beam	0.25	-707.100	6.174	2.336	21.00	21.00	-2.6	-24.0	-26.5	4.7	OK	OK	OK	OK	14.0	12.6
93	1001	beam	0.25	-708.000	-7.343	-2.336	21.00	21.00	-2.6	-26.5	-24.0	-5.5	OK	OK	OK	OK	12.6	14.0
92	1001	beam	0.25	-708.600	-8.393	-1.021	21.00	21.00	-2.5	-25.9	-24.7	-6.3	OK	OK	OK	OK	13.0	13.6
91	1001	beam	0.25	-709.400	14.420	2.099	21.00	21.00	-2.6	-24.2	-26.5	10.9	OK	OK	OK	OK	13.9	12.7
90	1001	beam	0.25	-709.900	-17.050	-2.099	21.00	21.00	-2.6	-26.5	-24.2	-12.9	OK	OK	OK	OK	12.7	13.9
89	1001	beam	0.25	-710.500	11.890	1.173	21.00	21.00	-2.5	-24.7	-26.0	9.0	OK	OK	OK	OK	13.7	13.0
88	1001	beam	0.25	-711.100	-8.916	-1.173	21.00	21.00	-2.5	-26.0	-24.8	-6.7	OK	OK	OK	OK	13.0	13.7
87	1001	beam	0.25	-711.300	-2.389	-0.852	21.00	21.00	-2.5	-25.9	-24.9	-1.8	OK	OK	OK	OK	13.1	13.6
86	1001	beam	0.25	-711.700	13.370	1.543	21.00	21.00	-2.5	-24.6	-26.2	10.1	OK	OK	OK	OK	13.8	12.9

85	1001	beam	0.25	-711.900	-13.120	-1.543	21.00	21.00	-2.5	-26.3	-24.6	-9.9	OK	OK	OK	OK	12.9	13.8
84	1001	beam	0.25	-712.000	17.000	2.239	21.00	21.00	-2.6	-24.2	-26.6	12.8	OK	OK	OK	OK	14.0	12.7
83	1001	beam	0.25	-712.200	-9.569	-2.239	21.00	21.00	-2.6	-26.6	-24.2	-7.2	OK	OK	OK	OK	12.7	14.0
82	1001	beam	0.25	-712.100	4.229	1.283	21.00	21.00	-2.5	-24.7	-26.1	3.2	OK	OK	OK	OK	13.7	13.0
81	1001	beam	0.25	-712.000	10.560	3.175	21.00	21.00	-2.7	-23.7	-27.1	8.0	OK	OK	OK	OK	14.3	12.5
80	1001	beam	0.25	-711.700	-11.430	-3.175	21.00	21.00	-2.7	-27.1	-23.7	-8.6	OK	OK	OK	OK	12.5	14.3
79	1001	beam	0.25	-711.200	17.450	4.255	21.00	21.00	-2.7	-23.1	-27.7	13.2	OK	OK	OK	OK	14.6	12.1
78	1001	beam	0.25	-710.800	-14.180	-4.255	21.00	21.00	-2.7	-27.7	-23.1	-10.7	OK	OK	OK	OK	12.1	14.6
77	1001	beam	0.25	-710.100	8.380	3.217	21.00	21.00	-2.7	-23.6	-27.1	6.3	OK	OK	OK	OK	14.3	12.4
76	1001	beam	0.25	-709.500	7.235	4.512	21.00	21.00	-2.8	-22.9	-27.8	5.5	OK	OK	OK	OK	14.6	12.0
75	1001	beam	0.25	-708.600	-7.072	-4.512	21.00	21.00	-2.8	-27.7	-22.9	-5.3	OK	OK	OK	OK	12.0	14.6
74	1001	beam	0.25	-707.500	18.380	6.539	21.00	21.00	-2.9	-21.7	-28.8	13.9	OK	OK	OK	OK	15.2	11.4
73	1001	beam	0.25	-706.200	-18.570	-6.539	21.00	21.00	-2.9	-28.8	-21.7	-14.0	OK	OK	OK	OK	11.4	15.1
72	1001	beam	0.25	-704.800	13.650	5.660	21.00	21.00	-2.8	-22.1	-28.2	10.3	OK	OK	OK	OK	14.9	11.6
71	1001	beam	0.25	-703.600	5.524	6.649	21.00	21.00	-2.9	-21.5	-28.7	4.2	OK	OK	OK	OK	15.1	11.3
70	1001	beam	0.25	-702.100	0.982	6.825	21.00	21.00	-2.9	-21.4	-28.8	0.7	OK	OK	OK	OK	15.1	11.2
69	1001	beam	0.25	-700.200	20.380	10.480	21.00	21.00	-3.2	-19.3	-30.7	15.4	OK	OK	OK	OK	16.2	10.2
68	1001	beam	0.25	-698.000	-20.950	-10.480	21.00	21.00	-3.2	-30.6	-19.2	-15.8	OK	OK	OK	OK	10.1	16.1
67	1001	beam	0.25	-695.600	21.710	10.620	21.00	21.00	-3.2	-19.1	-30.6	16.4	OK	OK	OK	OK	16.1	10.0
66	1001	beam	0.25	-693.500	3.134	11.180	21.00	21.00	-3.2	-18.7	-30.8	2.4	OK	OK	OK	OK	16.2	9.8
65	1001	beam	0.25	-690.900	8.357	12.670	21.00	21.00	-3.3	-17.8	-31.5	6.3	OK	OK	OK	OK	16.6	9.4
64	1001	beam	0.25	-687.700	15.110	15.380	21.00	21.00	-3.5	-16.2	-32.9	11.4	OK	OK	OK	OK	17.3	8.5
63	1001	beam	0.25	-683.500	-29.950	-15.380	21.00	21.00	-3.5	-32.7	-16.1	-22.6	OK	OK	OK	OK	8.5	17.2
62	1001	beam	0.25	-679.700	26.090	14.690	21.00	21.00	-3.5	-16.3	-32.2	19.7	OK	OK	OK	OK	17.0	8.6
61	1001	beam	0.25	-676.100	-1.344	-14.690	21.00	21.00	-3.4	-32.1	-16.2	-1.0	OK	OK	OK	OK	8.5	16.9
60	1001	beam	0.25	-670.000	-10.100	-14.450	21.00	21.00	-3.4	-31.8	-16.1	-7.6	OK	OK	OK	OK	8.5	16.7
59	1001	beam	0.25	-667.000	24.630	16.130	21.00	21.00	-3.5	-15.1	-32.6	18.6	OK	OK	OK	OK	17.1	7.9
58	1001	beam	0.25	-663.800	-26.560	-16.130	21.00	21.00	-3.5	-32.5	-14.9	-20.0	OK	OK	OK	OK	7.9	17.1
57	1001	beam	0.25	-655.500	-83.050	-13.060	21.00	21.00	-3.2	-30.5	-16.3	-62.6	OK	OK	OK	OK	8.6	16.0
56	1001	beam	0.25	-651.800	-1.935	-3.481	21.00	21.00	-2.5	-25.2	-21.4	-1.5	OK	OK	OK	OK	11.3	13.2
55	1001	beam	0.25	-648.200	4.351	3.760	21.00	21.00	-2.5	-21.1	-25.2	3.3	OK	OK	OK	OK	13.3	11.1
54	1001	beam	0.25	-644.100	-69.470	-4.255	21.00	21.00	-2.5	-25.3	-20.7	-52.4	OK	OK	OK	OK	10.9	13.3
53	1001	beam	0.25	-632.900	-103.500	-16.200	21.00	21.00	-3.4	-31.4	-13.8	-78.1	OK	OK	OK	OK	7.3	16.5
52	1001	beam	0.25	-628.800	10.920	16.200	21.00	21.00	-3.4	-13.7	-31.2	8.2	OK	OK	OK	OK	16.4	7.2
51	1001	beam	0.25	-624.600	67.250	14.940	21.00	21.00	-3.3	-14.2	-30.4	50.7	OK	OK	OK	OK	16.0	7.5
50	1001	beam	0.25	-620.200	83.920	7.181	21.00	21.00	-2.7	-18.2	-26.0	63.3	OK	OK	OK	OK	13.7	9.6
49	1001	beam	0.25	-615.600	59.980	9.428	21.00	21.00	-2.8	-16.9	-27.1	45.2	OK	OK	OK	OK	14.3	8.9
48	1001	beam	0.25	-610.900	-27.360	-9.428	21.00	21.00	-2.8	-26.9	-16.7	-20.6	OK	OK	OK	OK	8.8	14.2
47	1001	beam	0.25	-602.300	-119.100	-7.461	21.00	21.00	-2.6	-25.6	-17.5	-89.8	OK	OK	OK	OK	9.2	13.4
46	1001	beam	0.25	-593.000	-71.050	-15.660	21.00	21.00	-3.2	-29.7	-12.7	-53.6	OK	OK	OK	OK	6.7	15.6
45	1001	beam	0.25	-587.800	35.800	15.660	21.00	21.00	-3.2	-12.5	-29.5	27.0	OK	OK	OK	OK	15.5	6.6
44	1001	beam	0.25	-582.500	85.990	11.530	21.00	21.00	-2.9	-14.5	-27.1	64.8	OK	OK	OK	OK	14.2	7.7
43	1001	beam	0.25	-576.900	91.750	8.987	21.00	21.00	-2.7	-15.7	-25.5	69.2	OK	OK	OK	OK	13.4	8.3
42	1001	beam	0.25	-571.300	42.140	13.850	21.00	21.00	-3.0	-12.9	-27.9	31.8	OK	OK	OK	OK	14.7	6.8



41	1001	beam	0.25	-565.400	-101.700	-13.850	21.00	21.00	-3.0	-27.7	-12.7	-76.7	OK	OK	OK	OK	6.7	14.6
40	1001	beam	0.25	-547.300	-102.300	-16.610	21.00	21.00	-3.2	-28.6	-10.5	-77.1	OK	OK	OK	OK	5.5	15.0
39	1001	beam	0.25	-540.800	-2.889	-16.950	21.00	21.00	-3.2	-28.5	-10.1	-2.2	OK	OK	OK	OK	5.3	15.0
38	1001	beam	0.25	-534.400	82.980	16.950	21.00	21.00	-3.1	-9.9	-28.3	62.6	OK	OK	OK	OK	14.9	5.2
37	1001	beam	0.25	-527.800	110.800	7.370	21.00	21.00	-2.4	-14.8	-22.8	83.6	OK	OK	OK	OK	12.0	7.8
36	1001	beam	0.25	-521.100	83.040	15.000	21.00	21.00	-2.9	-10.5	-26.7	62.6	OK	OK	OK	OK	14.1	5.5
35	1001	beam	0.25	-514.200	-26.870	-15.000	21.00	21.00	-2.9	-26.5	-10.2	-20.3	OK	OK	OK	OK	5.4	13.9
34	1001	beam	0.25	-503.700	-119.100	-11.900	21.00	21.00	-2.6	-24.4	-11.5	-89.8	OK	OK	OK	OK	6.1	12.9
33	1001	beam	0.25	-488.300	-118.400	-20.110	21.00	21.00	-3.2	-28.3	-6.5	-89.3	OK	OK	OK	OK	3.4	14.9
32	1001	beam	0.25	-480.800	39.070	20.110	21.00	21.00	-3.2	-6.3	-28.1	29.5	OK	OK	OK	OK	14.8	3.3
31	1001	beam	0.25	-473.200	109.800	15.600	21.00	21.00	-2.8	-8.4	-25.4	82.8	OK	OK	OK	OK	13.3	4.4
30	1001	beam	0.25	-465.400	116.400	10.520	21.00	21.00	-2.4	-10.9	-22.3	87.8	OK	OK	OK	OK	11.8	5.7
29	1001	beam	0.25	-457.400	50.240	16.310	21.00	21.00	-2.8	-7.5	-25.2	37.9	OK	OK	OK	OK	13.3	3.9
28	1001	beam	0.25	-449.300	-113.200	-16.310	21.00	21.00	-2.8	-24.9	-7.2	-85.4	OK	OK	OK	OK	3.8	13.1
27	1001	beam	0.25	-427.600	-121.900	-23.490	21.00	21.00	-3.3	-28.2	-1.8	-91.9	OK	OK	OK	OK	1.0	14.8
26	1001	beam	0.25	-416.900	-38.440	-27.930	21.00	21.00	-3.8	-30.8	3.4	-29.0	OK	OK	OK	OK	1.8	16.2
25	1001	beam	0.25	-408.300	94.520	27.930	21.00	21.00	-3.7	4.0	-30.5	71.3	OK	OK	OK	OK	16.1	2.1
24	1001	beam	0.25	-399.500	142.700	17.020	21.00	21.00	-2.7	-5.0	-23.5	107.6	OK	OK	OK	OK	12.4	2.6
23	1001	beam	0.25	-390.500	116.600	12.900	21.00	21.00	-2.3	-6.9	-20.9	87.9	OK	OK	OK	OK	11.0	3.7
22	1001	beam	0.25	-381.500	-8.375	-12.900	21.00	21.00	-2.3	-20.6	-6.6	-6.3	OK	OK	OK	OK	3.5	10.9
21	1001	beam	0.25	-370.000	-125.500	-11.930	21.00	21.00	-2.2	-19.7	-6.7	-94.6	OK	OK	OK	OK	3.5	10.4
20	1001	beam	0.25	-347.500	-114.100	-29.560	21.00	21.00	-3.9	-30.0	12.2	-86.0	OK	OK	OK	OK	6.4	15.8
19	1001	beam	0.25	-338.000	62.000	29.560	21.00	21.00	-3.9	13.3	-29.7	46.8	OK	OK	OK	OK	15.7	7.0
18	1001	beam	0.25	-328.300	108.500	22.400	21.00	21.00	-3.0	3.2	-24.5	81.8	OK	OK	OK	OK	12.9	1.7
17	1001	beam	0.25	-318.500	119.900	18.950	21.00	21.00	-2.6	0.0	-21.9	90.4	OK	OK	OK	OK	11.5	0.0
16	1001	beam	0.25	-308.600	122.700	33.110	21.00	21.00	-4.3	24.2	-31.4	92.5	OK	OK	OK	OK	16.5	12.7
15	1001	beam	0.25	-298.600	-78.020	-33.110	21.00	21.00	-4.3	-31.1	25.7	-58.8	OK	OK	OK	OK	13.6	16.4
14	1001	beam	0.25	-280.100	-115.800	-24.100	21.00	21.00	-3.2	-24.4	10.3	-87.3	OK	OK	OK	OK	5.4	12.8
13	1001	beam	0.25	-266.400	-26.680	-2.681	21.00	21.00	-1.1	-11.0	-8.1	-20.1	OK	OK	OK	OK	4.2	5.8
12	1001	beam	0.25	-253.000	127.600	26.210	21.00	21.00	-3.4	17.9	-25.1	96.2	OK	OK	OK	OK	13.2	9.4
11	1001	beam	0.25	-236.400	127.200	52.740	21.00	21.00	-6.9	85.4	-40.7	95.9	OK	OK	OK	OK	21.4	44.9
10	1001	beam	0.25	-219.200	-20.750	-52.740	21.00	21.00	-6.9	-39.9	89.0	-15.6	OK	OK	OK	OK	46.9	21.0
9	1001	beam	0.25	-197.200	-102.000	-49.000	21.00	21.00	-6.4	-36.8	84.1	-76.9	OK	OK	OK	OK	44.3	19.3
8	1001	beam	0.25	-177.800	-32.530	-30.610	21.00	21.00	-4.0	-25.3	41.3	-24.5	OK	OK	OK	OK	21.7	13.3
7	1001	beam	0.25	-157.400	-116.500	-24.750	21.00	21.00	-3.2	-21.0	30.7	-87.9	OK	OK	OK	OK	16.2	11.1
6	1001	beam	0.25	-131.000	-115.100	-17.010	21.00	21.00	-2.2	-15.3	16.9	-86.8	OK	OK	OK	OK	8.9	8.0
5	1001	beam	0.25	-109.800	-26.370	-21.760	21.00	21.00	-2.9	-17.3	32.7	-19.9	OK	OK	OK	OK	17.2	9.1
4	1001	beam	0.25	-87.340	-126.100	-44.490	21.00	21.00	-5.8	-28.7	96.7	-95.1	OK	OK	OK	OK	50.9	15.1
3	1001	beam	0.25	-57.870	-87.500	-60.260	21.00	21.00	-7.7	-35.4	144.9	-66.0	OK	OK	OK	OK	76.3	18.6
2	1001	beam	0.25	-34.680	119.200	60.260	21.00	21.00	-7.7	150.4	-34.0	89.9	OK	OK	OK	OK	17.9	79.1
1	1001	beam	0.25	-11.520	125.100	33.360	21.00	21.00	-4.2	85.1	-18.4	94.3	OK	OK	OK	OK	9.7	44.8

**B0/1 - TIME - LT**

INPUT PLAXIS						Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI			CHECK			
Element	Node	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma$ [Mpa]	$\sigma_{inf}$ [Mpa]	$\tau$ [kPa]	T	CLS	CLS	M/N
-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2							
AR	189	0.90	-718.765	17.582	-47.690	0.00	0.00	-1.154	-0.445	21.7	OK	OK	OK	0.066
AR	190	0.90	-719.665	14.967	-40.298	0.00	0.00	-1.094	-0.501	18.4	OK	OK	OK	0.056
AR	191	0.90	-727.342	9.416	-29.522	0.00	0.00	-1.032	-0.591	11.7	OK	OK	OK	0.041
AR	192	0.91	-730.697	3.812	-26.266	0.00	0.00	-0.997	-0.614	4.7	OK	OK	OK	0.036
AR	193	0.90	-714.297	-2.251	-23.866	0.00	0.00	-0.971	-0.617	-2.8	OK	OK	OK	0.033
AR	194	0.89	-695.038	-6.404	-26.101	0.00	0.00	-0.972	-0.581	-8.0	OK	OK	OK	0.038
AR	195	0.90	-688.085	-4.206	-28.043	0.00	0.00	-0.969	-0.556	-5.2	OK	OK	OK	0.041
AR	196	0.90	-684.913	-7.081	-26.512	0.00	0.00	-0.952	-0.563	-8.7	OK	OK	OK	0.039
AR	197	0.90	-675.479	-5.598	-25.307	0.00	0.00	-0.941	-0.564	-6.9	OK	OK	OK	0.037
AR	198	0.90	-670.277	-10.742	-23.727	0.00	0.00	-0.925	-0.571	-13.3	OK	OK	OK	0.035
AR	199	0.90	-669.586	-16.707	-21.391	0.00	0.00	-0.905	-0.586	-20.7	OK	OK	OK	0.032
AR	200	0.89	-664.020	-10.620	-20.831	0.00	0.00	-0.902	-0.588	-13.2	OK	OK	OK	0.031
AR	201	0.90	-670.906	-18.422	-20.609	0.00	0.00	-0.898	-0.593	-22.7	OK	OK	OK	0.031
AR	202	0.89	-663.835	-26.191	-19.243	0.00	0.00	-0.890	-0.599	-32.6	OK	OK	OK	0.029
AR	203	0.90	-672.258	-20.921	-21.225	0.00	0.00	-0.906	-0.591	-25.9	OK	OK	OK	0.032
AR	204	0.90	-673.269	-27.064	-21.993	0.00	0.00	-0.915	-0.587	-33.6	OK	OK	OK	0.033
AR	205	0.90	-678.170	-32.964	-22.254	0.00	0.00	-0.922	-0.590	-40.8	OK	OK	OK	0.033
AR	206	0.90	-689.285	-32.661	-25.495	0.00	0.00	-0.949	-0.575	-40.1	OK	OK	OK	0.037
AR	207	0.90	-689.654	-36.737	-27.252	0.00	0.00	-0.965	-0.563	-45.2	OK	OK	OK	0.040
AR	208	0.89	-688.507	-38.480	-28.177	0.00	0.00	-0.981	-0.558	-47.8	OK	OK	OK	0.041
AR	209	0.90	-699.151	-44.934	-33.236	0.00	0.00	-1.024	-0.531	-55.5	OK	OK	OK	0.048
AR	210	0.91	-709.847	-52.865	-38.633	0.00	0.00	-1.064	-0.501	-64.7	OK	OK	OK	0.054
AR	211	0.90	-707.294	-61.440	-42.837	0.00	0.00	-1.109	-0.469	-76.2	OK	OK	OK	0.061
AR	212	0.90	-718.840	-70.481	-53.242	0.00	0.00	-1.188	-0.404	-86.8	OK	OK	OK	0.074
PIEDRITTO	48	0.78	-907.216	58.452	-1.115	0.00	0.00	-1.167	-1.146	82.8	OK	OK	OK	0.001
PIEDRITTO	47	0.78	-915.459	64.475	-2.933	0.00	0.00	-1.199	-1.141	91.6	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	46	0.77	-911.216	44.492	-5.385	0.00	0.00	-1.230	-1.122	63.8	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	45	0.77	-912.522	37.849	-10.827	0.00	0.00	-1.289	-1.072	54.4	OK	OK	OK	0.012
PIEDRITTO	44	0.77	-915.989	66.375	-14.777	0.00	0.00	-1.336	-1.038	95.6	OK	OK	OK	0.016
PIEDRITTO	43	0.77	-928.223	62.070	-18.271	0.00	0.00	-1.390	-1.020	89.5	OK	OK	OK	0.020
PIEDRITTO	42	0.77	-937.504	23.999	-20.813	0.00	0.00	-1.430	-1.008	34.7	OK	OK	OK	0.022
PIEDRITTO	41	0.76	-929.727	26.885	-24.065	0.00	0.00	-1.474	-0.974	39.3	OK	OK	OK	0.026
PIEDRITTO	40	0.76	-931.461	71.886	-26.160	0.00	0.00	-1.498	-0.954	105.2	OK	OK	OK	0.028
PIEDRITTO	39	0.75	-924.104	94.023	-25.523	0.00	0.00	-1.502	-0.959	139.1	OK	OK	OK	0.028
PIEDRITTO	38	0.74	-925.317	94.208	-21.643	0.00	0.00	-1.481	-1.010	140.9	OK	OK	OK	0.023
PIEDRITTO	37	0.74	-936.108	60.955	-19.665	0.00	0.00	-1.472	-1.045	91.1	OK	OK	OK	0.021
PIEDRITTO	36	0.75	-938.706	-0.517	-18.697	0.00	0.00	-1.458	-1.056	-0.8	OK	OK	OK	0.020
PIEDRITTO	35	0.75	-929.916	-23.976	-22.374	0.00	0.00	-1.481	-1.002	-35.6	OK	OK	OK	0.024
PIEDRITTO	34	0.74	-920.789	24.037	-25.546	0.00	0.00	-1.518	-0.962	36.0	OK	OK	OK	0.028

PIEDRITTO	33	0.75	-925.980	55.058	-24.872	0.00	0.00	-1.512	-0.974	82.1	OK	OK	OK	0.027
PIEDRITTO	32	0.74	-926.533	62.177	-20.367	0.00	0.00	-1.478	-1.030	93.5	OK	OK	OK	0.022
PIEDRITTO	31	0.74	-933.562	35.610	-17.166	0.00	0.00	-1.443	-1.070	53.3	OK	OK	OK	0.018
PIEDRITTO	30	0.75	-929.224	-28.034	-15.909	0.00	0.00	-1.412	-1.071	-41.6	OK	OK	OK	0.017
PIEDRITTO	29	0.75	-913.604	-73.066	-17.332	0.00	0.00	-1.397	-1.030	-107.8	OK	OK	OK	0.019
PIEDRITTO	28	0.75	-901.553	-36.610	-20.571	0.00	0.00	-1.426	-0.985	-54.4	OK	OK	OK	0.023
PIEDRITTO	27	0.75	-907.203	15.713	-20.109	0.00	0.00	-1.417	-0.992	23.2	OK	OK	OK	0.022
PIEDRITTO	26	0.76	-914.091	35.056	-16.622	0.00	0.00	-1.376	-1.031	51.3	OK	OK	OK	0.018
PIEDRITTO	25	0.77	-916.222	15.997	-13.293	0.00	0.00	-1.332	-1.060	23.2	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	24	0.77	-907.818	-49.933	-9.421	0.00	0.00	-1.269	-1.080	-71.8	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	23	0.77	-876.676	-121.314	-6.975	0.00	0.00	-1.209	-1.068	-175.0	OK	OK	OK	0.008
PIEDRITTO	22	0.77	-859.298	-104.598	-10.199	0.00	0.00	-1.223	-1.016	-151.4	OK	OK	OK	0.012
PIEDRITTO	21	0.78	-863.711	-25.406	-14.144	0.00	0.00	-1.255	-0.973	-36.4	OK	OK	OK	0.016
PIEDRITTO	20	0.79	-879.251	10.646	-13.964	0.00	0.00	-1.241	-0.975	14.9	OK	OK	OK	0.016
PIEDRITTO	19	0.80	-881.948	3.909	-9.501	0.00	0.00	-1.188	-1.011	5.4	OK	OK	OK	0.011
PIEDRITTO	18	0.81	-878.685	-54.757	-4.505	0.00	0.00	-1.124	-1.042	-75.0	OK	OK	OK	0.005
PIEDRITTO	17	0.82	-846.931	-173.428	3.443	0.00	0.00	-1.063	-1.002	-234.9	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	16	0.83	-826.419	-183.471	-1.096	0.00	0.00	-1.005	-0.986	-245.6	OK	OK	OK	0.001
PIEDRITTO	15	0.84	-838.764	-64.695	-14.170	0.00	0.00	-1.119	-0.878	-85.6	OK	OK	OK	0.017
PIEDRITTO	14	0.84	-831.393	-5.985	-13.516	0.00	0.00	-1.104	-0.875	-7.9	OK	OK	OK	0.016
PIEDRITTO	13	0.85	-838.558	1.416	-9.125	0.00	0.00	-1.061	-0.910	1.8	OK	OK	OK	0.011
PIEDRITTO	12	0.86	-837.855	-48.099	-2.317	0.00	0.00	-0.991	-0.954	-62.0	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	11	0.88	-810.921	-167.136	8.356	0.00	0.00	-0.983	-0.854	-210.3	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	10	0.89	-776.733	-205.678	8.113	0.00	0.00	-0.929	-0.807	-255.5	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	9	0.91	-783.656	-103.709	-5.103	0.00	0.00	-0.902	-0.827	-127.1	OK	OK	OK	0.007
PIEDRITTO	8	0.92	-792.451	-11.496	-7.377	0.00	0.00	-0.915	-0.810	-13.9	OK	OK	OK	0.009
PIEDRITTO	7	0.92	-791.175	16.823	-0.867	0.00	0.00	-0.865	-0.853	20.3	OK	OK	OK	0.001
PIEDRITTO	6	0.93	-788.537	-20.279	7.762	0.00	0.00	-0.897	-0.791	-24.1	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	5	0.96	-765.526	-128.801	19.349	0.00	0.00	-0.927	-0.673	-149.5	OK	OK	OK	0.025
PIEDRITTO	4	0.97	-721.033	-208.236	27.655	0.00	0.00	-0.919	-0.567	-238.4	OK	OK	OK	0.038
PIEDRITTO	3	0.98	-719.015	-129.557	18.538	0.00	0.00	-0.845	-0.616	-146.3	OK	OK	OK	0.026
PIEDRITTO	2	1.00	-738.514	-2.960	11.415	0.00	0.00	-0.808	-0.671	-3.3	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	1	1.02	-758.813	40.725	14.770	0.00	0.00	-0.827	-0.657	44.3	OK	OK	OK	0.019
PIEDRITTO	48	0.78	-1016.972	-68.992	6.602	0.00	0.00	-1.361	-1.232	-97.7	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	47	0.78	-1016.453	-73.362	4.816	0.00	0.00	-1.347	-1.252	-104.2	OK	OK	OK	0.005
PIEDRITTO	46	0.77	-1004.951	-43.868	5.253	0.00	0.00	-1.350	-1.245	-62.9	OK	OK	OK	0.005
PIEDRITTO	45	0.77	-996.461	-33.271	8.346	0.00	0.00	-1.373	-1.205	-47.8	OK	OK	OK	0.008
PIEDRITTO	44	0.77	-992.052	-66.833	10.372	0.00	0.00	-1.391	-1.181	-96.3	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	43	0.77	-997.048	-58.222	11.849	0.00	0.00	-1.414	-1.175	-84.0	OK	OK	OK	0.012
PIEDRITTO	42	0.77	-996.527	-8.291	12.227	0.00	0.00	-1.419	-1.171	-12.0	OK	OK	OK	0.012
PIEDRITTO	41	0.76	-979.452	-13.154	14.483	0.00	0.00	-1.440	-1.139	-19.2	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	40	0.75	-959.984	-74.313	14.096	0.00	0.00	-1.429	-1.129	-110.0	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	39	0.75	-962.089	-100.515	12.256	0.00	0.00	-1.412	-1.151	-148.7	OK	OK	OK	0.013
PIEDRITTO	38	0.74	-959.361	-101.849	7.279	0.00	0.00	-1.371	-1.213	-152.4	OK	OK	OK	0.008

PIEDRITTO	37	0.74	-967.134	-66.350	3.213	0.00	0.00	-1.336	-1.266	-99.2	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	36	0.75	-962.973	1.790	-0.075	0.00	0.00	-1.291	-1.289	2.7	OK	OK	OK	0.000
PIEDRITTO	35	0.75	-950.759	50.373	3.473	0.00	0.00	-1.307	-1.232	74.7	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	34	0.74	-929.870	15.993	6.901	0.00	0.00	-1.328	-1.178	23.9	OK	OK	OK	0.007
PIEDRITTO	33	0.74	-932.594	-38.342	7.354	0.00	0.00	-1.332	-1.173	-57.2	OK	OK	OK	0.008
PIEDRITTO	32	0.74	-928.335	-63.101	2.941	0.00	0.00	-1.290	-1.225	-94.9	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	31	0.74	-933.728	-52.246	-1.931	0.00	0.00	-1.278	-1.236	-78.2	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	30	0.75	-932.574	-0.893	-3.999	0.00	0.00	-1.290	-1.205	-1.3	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	29	0.75	-909.023	98.172	-6.338	0.00	0.00	-1.275	-1.140	144.9	OK	OK	OK	0.007
PIEDRITTO	28	0.75	-880.400	113.724	-2.886	0.00	0.00	-1.208	-1.146	169.0	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	27	0.75	-885.128	28.911	2.263	0.00	0.00	-1.199	-1.151	42.7	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	26	0.76	-889.559	-20.720	1.407	0.00	0.00	-1.187	-1.157	-30.3	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	25	0.77	-891.933	-28.854	-1.746	0.00	0.00	-1.183	-1.147	-41.9	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	24	0.76	-880.755	1.072	-5.722	0.00	0.00	-1.213	-1.095	1.6	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	23	0.77	-866.644	86.461	-9.939	0.00	0.00	-1.226	-1.025	124.8	OK	OK	OK	0.011
PIEDRITTO	22	0.78	-835.787	168.510	-13.433	0.00	0.00	-1.208	-0.942	240.8	OK	OK	OK	0.016
PIEDRITTO	21	0.78	-818.503	129.584	-5.129	0.00	0.00	-1.107	-1.004	185.7	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	20	0.79	-833.915	40.638	2.766	0.00	0.00	-1.077	-1.025	56.9	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	19	0.80	-837.813	-1.446	2.083	0.00	0.00	-1.064	-1.025	-2.0	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	18	0.81	-840.532	3.222	-2.992	0.00	0.00	-1.064	-1.009	4.4	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	17	0.81	-827.368	62.802	-8.369	0.00	0.00	-1.097	-0.944	86.1	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	16	0.83	-798.754	187.715	-16.021	0.00	0.00	-1.102	-0.823	251.3	OK	OK	OK	0.020
PIEDRITTO	15	0.84	-765.069	219.426	-11.856	0.00	0.00	-1.012	-0.810	290.2	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	14	0.84	-763.491	109.540	3.299	0.00	0.00	-0.937	-0.881	144.8	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	13	0.85	-773.528	23.007	7.872	0.00	0.00	-0.974	-0.844	30.0	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	12	0.86	-781.795	-6.550	3.823	0.00	0.00	-0.938	-0.876	-8.4	OK	OK	OK	0.005
PIEDRITTO	11	0.87	-782.030	19.851	-2.475	0.00	0.00	-0.915	-0.876	25.3	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	10	0.89	-766.623	113.742	-10.498	0.00	0.00	-0.935	-0.778	141.2	OK	OK	OK	0.014
PIEDRITTO	9	0.91	-718.374	227.067	-18.418	0.00	0.00	-0.927	-0.658	278.3	OK	OK	OK	0.026
PIEDRITTO	8	0.92	-702.299	187.803	-10.787	0.00	0.00	-0.841	-0.688	227.1	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	7	0.92	-712.597	44.197	0.899	0.00	0.00	-0.780	-0.767	53.3	OK	OK	OK	0.001
PIEDRITTO	6	0.94	-731.318	-32.822	-0.464	0.00	0.00	-0.778	-0.771	-38.6	OK	OK	OK	0.001
PIEDRITTO	5	0.96	-733.379	-45.195	-8.391	0.00	0.00	-0.821	-0.711	-52.4	OK	OK	OK	0.011
PIEDRITTO	4	0.97	-725.254	10.932	-19.837	0.00	0.00	-0.873	-0.621	12.5	OK	OK	OK	0.027
PIEDRITTO	3	0.99	-695.449	144.210	-36.216	0.00	0.00	-0.919	-0.480	161.1	OK	OK	OK	0.052
PIEDRITTO	2	1.00	-658.415	194.253	-40.629	0.00	0.00	-0.904	-0.415	216.2	OK	OK	OK	0.062
PIEDRITTO	1	1.02	-673.725	94.249	-29.308	0.00	0.00	-0.827	-0.491	102.4	OK	OK	OK	0.044
CALOTTA	791	0.79	-1021.834	-72.679	-7.104	0.00	0.00	-1.367	-1.230	-102.6	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	792	0.78	-1019.794	-85.855	-7.009	0.00	0.00	-1.369	-1.232	-121.6	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	793	0.78	-1012.811	-62.887	-7.082	0.00	0.00	-1.368	-1.228	-89.6	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	794	0.78	-1015.234	-70.871	-6.839	0.00	0.00	-1.365	-1.231	-100.7	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	795	0.77	-1005.134	-83.913	-5.701	0.00	0.00	-1.364	-1.249	-121.2	OK	OK	OK	0.006
CALOTTA	796	0.76	-1003.300	-70.731	-5.170	0.00	0.00	-1.365	-1.259	-102.8	OK	OK	OK	0.005
CALOTTA	797	0.76	-1004.237	-74.912	-5.385	0.00	0.00	-1.373	-1.262	-109.2	OK	OK	OK	0.005

CALOTTA	798	0.75	-994.026	-51.833	-4.229	0.00	0.00	-1.362	-1.273	-76.3	OK	OK	OK	0.004
CALOTTA	799	0.75	-984.555	-63.293	-3.945	0.00	0.00	-1.354	-1.270	-93.7	OK	OK	OK	0.004
CALOTTA	800	0.74	-962.783	-65.724	-4.459	0.00	0.00	-1.355	-1.256	-99.0	OK	OK	OK	0.005
CALOTTA	801	0.74	-955.015	-55.545	-4.036	0.00	0.00	-1.340	-1.251	-83.7	OK	OK	OK	0.004
CALOTTA	802	0.73	-932.418	-60.136	-2.460	0.00	0.00	-1.308	-1.253	-91.8	OK	OK	OK	0.003
CALOTTA	803	0.73	-906.906	-41.396	4.263	0.00	0.00	-1.298	-1.201	-63.4	OK	OK	OK	0.005
CALOTTA	804	0.72	-880.745	-45.939	9.302	0.00	0.00	-1.326	-1.112	-70.7	OK	OK	OK	0.011
CALOTTA	805	0.72	-862.902	-35.207	10.785	0.00	0.00	-1.329	-1.078	-54.6	OK	OK	OK	0.012
CALOTTA	806	0.71	-848.658	-37.687	12.619	0.00	0.00	-1.338	-1.040	-58.7	OK	OK	OK	0.015
CALOTTA	807	0.71	-834.220	-33.390	13.302	0.00	0.00	-1.332	-1.016	-52.2	OK	OK	OK	0.016
CALOTTA	808	0.71	-823.189	-20.118	14.349	0.00	0.00	-1.334	-0.991	-31.6	OK	OK	OK	0.017
CALOTTA	809	0.71	-811.182	-24.675	14.508	0.00	0.00	-1.319	-0.972	-38.7	OK	OK	OK	0.018
CALOTTA	810	0.70	-794.024	-21.450	14.965	0.00	0.00	-1.315	-0.950	-34.0	OK	OK	OK	0.019
CALOTTA	811	0.70	-790.438	-11.052	15.030	0.00	0.00	-1.309	-0.943	-17.5	OK	OK	OK	0.019
CALOTTA	812	0.70	-788.882	0.441	13.204	0.00	0.00	-1.285	-0.963	0.7	OK	OK	OK	0.017
CALOTTA	813	0.70	-778.964	3.046	11.880	0.00	0.00	-1.265	-0.971	4.9	OK	OK	OK	0.015
CALOTTA	814	0.70	-779.235	10.760	13.549	0.00	0.00	-1.274	-0.944	17.0	OK	OK	OK	0.017
CALOTTA	815	0.70	-760.430	12.597	13.850	0.00	0.00	-1.266	-0.922	20.1	OK	OK	OK	0.018
CALOTTA	816	0.70	-767.538	11.325	16.023	0.00	0.00	-1.287	-0.898	17.9	OK	OK	OK	0.021
CALOTTA	817	0.70	-758.580	23.511	16.237	0.00	0.00	-1.289	-0.888	37.5	OK	OK	OK	0.021
CALOTTA	818	0.70	-764.079	23.710	18.112	0.00	0.00	-1.310	-0.868	37.5	OK	OK	OK	0.024
CALOTTA	819	0.70	-763.818	33.345	19.489	0.00	0.00	-1.325	-0.851	52.8	OK	OK	OK	0.026
CALOTTA	820	0.70	-759.599	44.285	20.322	0.00	0.00	-1.331	-0.835	70.2	OK	OK	OK	0.027
CALOTTA	821	0.71	-766.969	43.025	21.800	0.00	0.00	-1.344	-0.822	67.5	OK	OK	OK	0.028
CALOTTA	822	0.71	-771.156	46.908	23.080	0.00	0.00	-1.365	-0.813	73.6	OK	OK	OK	0.030
CALOTTA	823	0.71	-772.111	52.750	24.394	0.00	0.00	-1.376	-0.797	82.5	OK	OK	OK	0.032
CALOTTA	824	0.71	-774.532	62.390	25.671	0.00	0.00	-1.388	-0.783	97.1	OK	OK	OK	0.033
CALOTTA	825	0.72	-778.864	59.456	27.160	0.00	0.00	-1.403	-0.769	92.1	OK	OK	OK	0.035
CALOTTA	826	0.72	-783.361	64.538	28.195	0.00	0.00	-1.409	-0.760	99.3	OK	OK	OK	0.036
CALOTTA	827	0.73	-790.560	68.081	29.242	0.00	0.00	-1.422	-0.756	104.2	OK	OK	OK	0.037
CALOTTA	828	0.73	-792.832	69.225	28.137	0.00	0.00	-1.407	-0.770	105.6	OK	OK	OK	0.035
CALOTTA	829	0.74	-808.384	72.406	27.673	0.00	0.00	-1.402	-0.791	109.1	OK	OK	OK	0.034
CALOTTA	830	0.74	-810.741	73.833	26.331	0.00	0.00	-1.390	-0.809	111.2	OK	OK	OK	0.032
CALOTTA	831	0.75	-829.667	72.493	25.818	0.00	0.00	-1.381	-0.830	107.3	OK	OK	OK	0.031
CALOTTA	832	0.75	-836.969	77.915	24.956	0.00	0.00	-1.372	-0.846	114.7	OK	OK	OK	0.030
CALOTTA	833	0.76	-842.139	78.687	23.118	0.00	0.00	-1.344	-0.866	114.7	OK	OK	OK	0.027
CALOTTA	834	0.76	-843.196	86.848	21.153	0.00	0.00	-1.320	-0.886	126.2	OK	OK	OK	0.025
CALOTTA	835	0.77	-845.251	81.052	17.678	0.00	0.00	-1.278	-0.920	117.1	OK	OK	OK	0.021
CALOTTA	836	0.78	-877.288	76.295	10.611	0.00	0.00	-1.226	-1.018	108.4	OK	OK	OK	0.012
CALOTTA	837	0.78	-883.833	89.153	6.904	0.00	0.00	-1.201	-1.065	127.0	OK	OK	OK	0.008
CALOTTA	838	0.78	-893.346	85.243	2.797	0.00	0.00	-1.166	-1.112	120.8	OK	OK	OK	0.003

## CENTINE 2 IPN 220 - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 0.5 GIORNI

INPUT PROGRAM							VERIFICHE SEZIONALI				CHECK							
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Intradosso Af	Estradosso A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2										
114	1001	beam	0.3	-131.900	43.970	11.740	19.93	19.93	-0.6	1.8	-28.9	14.2	OK	OK	OK	OK	15.2	0.9
113	1001	beam	0.3	-150.000	-28.840	-11.740	19.93	19.93	-0.6733	-30.7	-0.8	-9.3	OK	OK	OK	OK	0.4	16.2
112	1001	beam	0.3	-167.200	-76.130	-7.656	19.93	19.93	-0.5687	-27.3	-8.3	-24.6	OK	OK	OK	OK	4.4	14.4
111	1001	beam	0.3	-183.900	10.150	7.657	19.93	19.93	-0.6008	-10.1	-29.1	3.3	OK	OK	OK	OK	15.3	5.3
110	1001	beam	0.3	-201.500	50.080	5.781	19.93	19.93	-0.5739	-14.3	-28.6	16.2	OK	OK	OK	OK	15.1	7.5
109	1001	beam	0.3	-217.400	-23.490	-3.462	19.93	19.93	-0.5294	-27.4	-18.8	-7.6	OK	OK	OK	OK	9.9	14.4
108	1001	beam	0.3	-233.400	-62.320	-14.370	19.93	19.93	-0.9133	-42.7	-7.0	-20.2	OK	OK	OK	OK	3.7	22.5
107	1001	beam	0.3	-249.800	46.120	14.370	19.93	19.93	-0.9446	-8.7	-44.4	14.9	OK	OK	OK	OK	23.4	4.6
106	1001	beam	0.3	-268.500	22.900	4.383	19.93	19.93	-0.6573	-23.1	-34.0	7.4	OK	OK	OK	OK	17.9	12.2
105	1001	beam	0.3	-283.300	-53.040	-10.910	19.93	19.93	-0.8969	-43.7	-16.6	-17.2	OK	OK	OK	OK	8.7	23.0
104	1001	beam	0.3	-297.500	10.540	10.910	19.93	19.93	-0.9242	-18.1	-45.2	3.4	OK	OK	OK	OK	23.8	9.5
103	1001	beam	0.3	-312.400	36.890	8.632	19.93	19.93	-0.8791	-22.5	-44.0	11.9	OK	OK	OK	OK	23.1	11.9
102	1001	beam	0.3	-325.700	-19.410	-4.854	19.93	19.93	-0.7823	-40.7	-28.6	-6.3	OK	OK	OK	OK	15.1	21.4
101	1001	beam	0.3	-338.300	-18.770	-8.920	19.93	19.93	-0.9381	-47.1	-24.9	-6.1	OK	OK	OK	OK	13.1	24.8
100	1001	beam	0.3	-350.800	49.860	8.921	19.93	19.93	-0.9621	-26.2	-48.4	16.1	OK	OK	OK	OK	25.5	13.8
99	1001	beam	0.3	-364.700	8.684	3.753	19.93	19.93	-0.8216	-34.1	-43.5	2.8	OK	OK	OK	OK	22.9	18.0
98	1001	beam	0.3	-376.200	-40.110	-4.934	19.93	19.93	-0.8819	-46.2	-33.9	-13.0	OK	OK	OK	OK	17.8	24.3
97	1001	beam	0.3	-387.400	40.500	4.934	19.93	19.93	-0.9034	-35.1	-47.4	13.1	OK	OK	OK	OK	24.9	18.5
96	1001	beam	0.3	-400.900	23.940	9.020	19.93	19.93	-1.0615	-31.5	-53.9	7.8	OK	OK	OK	OK	28.4	16.6
95	1001	beam	0.3	-411.400	-35.870	-9.020	19.93	19.93	-1.0817	-55.0	-32.6	-11.6	OK	OK	OK	OK	17.1	28.9
94	1001	beam	0.3	-421.700	3.143	1.930	19.93	19.93	-0.8720	-42.5	-47.3	1.0	OK	OK	OK	OK	24.9	22.4
93	1001	beam	0.3	-432.400	27.780	7.938	19.93	19.93	-1.0870	-36.1	-55.9	9.0	OK	OK	OK	OK	29.4	19.0
92	1001	beam	0.3	-442.100	-20.650	-7.938	19.93	19.93	-1.1056	-56.9	-37.2	-6.7	OK	OK	OK	OK	19.6	30.0
91	1001	beam	0.3	-451.400	-31.690	-3.465	19.93	19.93	-0.9787	-52.3	-43.7	-10.3	OK	OK	OK	OK	23.0	27.5
90	1001	beam	0.3	-460.300	30.800	3.400	19.93	19.93	-0.9937	-44.8	-53.2	10.0	OK	OK	OK	OK	28.0	23.6
89	1001	beam	0.3	-469.600	-10.180	-3.267	19.93	19.93	-1.0072	-54.0	-45.9	-3.3	OK	OK	OK	OK	24.2	28.4
88	1001	beam	0.3	-477.800	-48.350	-9.406	19.93	19.93	-1.2216	-62.5	-39.2	-15.7	OK	OK	OK	OK	20.6	32.9
87	1001	beam	0.3	-485.700	12.160	9.407	19.93	19.93	-1.2368	-40.0	-63.4	3.9	OK	OK	OK	OK	33.4	21.1
86	1001	beam	0.3	-494.000	7.016	6.775	19.93	19.93	-1.1676	-44.1	-61.0	2.3	OK	OK	OK	OK	32.1	23.2
85	1001	beam	0.3	-501.600	5.474	5.256	19.93	19.93	-1.1330	-46.8	-59.9	1.8	OK	OK	OK	OK	31.5	24.7
84	1001	beam	0.3	-516.300	3.297	4.070	19.93	19.93	-1.1228	-49.9	-60.0	1.1	OK	OK	OK	OK	31.6	26.3
83	1001	beam	0.3	-522.800	-7.245	-4.865	19.93	19.93	-1.1611	-61.7	-49.6	-2.3	OK	OK	OK	OK	26.1	32.5
82	1001	beam	0.3	-529.200	7.653	4.866	19.93	19.93	-1.1734	-50.3	-62.4	2.5	OK	OK	OK	OK	32.8	26.5
81	1001	beam	0.3	-535.300	-10.870	-5.516	19.93	19.93	-1.2061	-63.8	-50.1	-3.5	OK	OK	OK	OK	26.4	33.6
80	1001	beam	0.3	-541.500	19.990	5.516	19.93	19.93	-1.2180	-50.8	-64.5	6.5	OK	OK	OK	OK	33.9	26.7
79	1001	beam	0.3	-548.000	-7.281	-2.964	19.93	19.93	-1.1479	-62.0	-54.6	-2.4	OK	OK	OK	OK	28.8	32.6
78	1001	beam	0.3	-553.800	20.940	2.965	19.93	19.93	-1.1591	-55.2	-62.6	6.8	OK	OK	OK	OK	33.0	29.1
77	1001	beam	0.3	-560.400	0.970	1.440	19.93	19.93	-1.1224	-57.8	-61.4	0.3	OK	OK	OK	OK	32.3	30.4
76	1001	beam	0.3	-565.800	10.600	3.572	19.93	19.93	-1.2018	-55.8	-64.6	3.4	OK	OK	OK	OK	34.0	29.4

75	1001	beam	0.3	-571.500	7.778	5.133	19.93	19.93	-1.2632	-54.4	-67.2	2.5	OK	OK	OK	OK	35.4	28.7
74	1001	beam	0.3	-576.600	2.527	5.640	19.93	19.93	-1.2894	-54.4	-68.4	0.8	OK	OK	OK	OK	36.0	28.6
73	1001	beam	0.3	-581.300	12.470	8.144	19.93	19.93	-1.3795	-51.7	-72.0	4.0	OK	OK	OK	OK	37.9	27.2
72	1001	beam	0.3	-585.700	-7.285	-8.144	19.93	19.93	-1.3879	-72.4	-52.2	-2.4	OK	OK	OK	OK	27.5	38.1
71	1001	beam	0.3	-589.500	17.570	10.210	19.93	19.93	-1.4621	-50.0	-75.4	5.7	OK	OK	OK	OK	39.7	26.3
70	1001	beam	0.3	-593.100	-13.200	-10.210	19.93	19.93	-1.4690	-75.8	-50.4	-4.3	OK	OK	OK	OK	26.5	39.9
69	1001	beam	0.3	-596.000	14.550	10.480	19.93	19.93	-1.4833	-50.4	-76.4	4.7	OK	OK	OK	OK	40.2	26.5
68	1001	beam	0.3	-598.800	-10.430	-10.480	19.93	19.93	-1.4887	-76.7	-50.7	-3.4	OK	OK	OK	OK	26.7	40.4
67	1001	beam	0.3	-601.000	6.476	9.681	19.93	19.93	-1.4670	-51.9	-76.0	2.1	OK	OK	OK	OK	40.0	27.3
66	1001	beam	0.3	-603.000	-0.685	-9.679	19.93	19.93	-1.4708	-76.2	-52.1	-0.2	OK	OK	OK	OK	27.4	40.1
65	1001	beam	0.3	-604.500	1.970	9.938	19.93	19.93	-1.4821	-52.0	-76.7	0.6	OK	OK	OK	OK	40.4	27.4
64	1001	beam	0.3	-605.800	8.754	11.700	19.93	19.93	-1.5416	-49.9	-79.0	2.8	OK	OK	OK	OK	41.6	26.3
63	1001	beam	0.3	-606.800	-4.410	-11.700	19.93	19.93	-1.5435	-79.1	-50.0	-1.4	OK	OK	OK	OK	26.3	41.6
62	1001	beam	0.3	-607.400	15.680	13.960	19.93	19.93	-1.6178	-47.3	-82.0	5.1	OK	OK	OK	OK	43.1	24.9
61	1001	beam	0.3	-607.800	-13.210	-13.960	19.93	19.93	-1.6186	-82.0	-47.3	-4.3	OK	OK	OK	OK	24.9	43.2
60	1001	beam	0.3	-607.700	12.970	13.910	19.93	19.93	-1.6168	-47.4	-82.0	4.2	OK	OK	OK	OK	43.1	24.9
59	1001	beam	0.3	-607.300	-15.850	-13.910	19.93	19.93	-1.6160	-81.9	-47.3	-5.1	OK	OK	OK	OK	24.9	43.1
58	1001	beam	0.3	-606.600	4.359	11.600	19.93	19.93	-1.5399	-50.1	-79.0	1.4	OK	OK	OK	OK	41.6	26.4
57	1001	beam	0.3	-605.500	-8.674	-11.600	19.93	19.93	-1.5378	-78.8	-50.0	-2.8	OK	OK	OK	OK	26.3	41.5
56	1001	beam	0.3	-604.200	-2.025	-9.858	19.93	19.93	-1.4789	-76.5	-52.0	-0.7	OK	OK	OK	OK	27.4	40.3
55	1001	beam	0.3	-602.600	0.302	9.511	19.93	19.93	-1.4646	-52.3	-75.9	0.1	OK	OK	OK	OK	40.0	27.5
54	1001	beam	0.3	-600.500	-7.110	-9.511	19.93	19.93	-1.4606	-75.7	-52.1	-2.3	OK	OK	OK	OK	27.4	39.9
53	1001	beam	0.3	-598.300	9.616	10.010	19.93	19.93	-1.4725	-51.2	-76.1	3.1	OK	OK	OK	OK	40.1	27.0
52	1001	beam	0.3	-595.500	-15.450	-10.010	19.93	19.93	-1.4671	-75.8	-50.9	-5.0	OK	OK	OK	OK	26.8	39.9
51	1001	beam	0.3	-592.500	12.390	9.399	19.93	19.93	-1.4416	-51.4	-74.7	4.0	OK	OK	OK	OK	39.3	27.0
50	1001	beam	0.3	-589.000	-17.720	-9.398	19.93	19.93	-1.4348	-74.4	-51.0	-5.7	OK	OK	OK	OK	26.8	39.1
49	1001	beam	0.3	-585.200	7.413	7.328	19.93	19.93	-1.3606	-53.2	-71.4	2.4	OK	OK	OK	OK	37.6	28.0
48	1001	beam	0.3	-581.100	-11.200	-7.328	19.93	19.93	-1.3527	-70.9	-52.7	-3.6	OK	OK	OK	OK	27.8	37.3
47	1001	beam	0.3	-576.500	-0.660	-5.078	19.93	19.93	-1.2710	-67.7	-55.0	-0.2	OK	OK	OK	OK	29.0	35.6
46	1001	beam	0.3	-571.800	-4.834	-4.946	19.93	19.93	-1.2577	-67.0	-54.7	-1.6	OK	OK	OK	OK	28.8	35.3
45	1001	beam	0.3	-566.500	-7.790	-3.975	19.93	19.93	-1.2161	-65.2	-55.3	-2.5	OK	OK	OK	OK	29.1	34.3
44	1001	beam	0.3	-561.400	1.611	2.732	19.93	19.93	-1.1661	-56.3	-63.1	0.5	OK	OK	OK	OK	33.2	29.7
43	1001	beam	0.3	-555.300	-19.410	-2.732	19.93	19.93	-1.1544	-62.5	-55.7	-6.3	OK	OK	OK	OK	29.3	32.9
42	1001	beam	0.3	-549.800	8.005	1.170	19.93	19.93	-1.0933	-57.1	-60.0	2.6	OK	OK	OK	OK	31.6	30.0
41	1001	beam	0.3	-543.600	-19.790	-3.537	19.93	19.93	-1.1580	-62.2	-53.5	-6.4	OK	OK	OK	OK	28.1	32.8
40	1001	beam	0.3	-537.600	10.040	3.537	19.93	19.93	-1.1465	-52.8	-61.6	3.3	OK	OK	OK	OK	32.4	27.8
39	1001	beam	0.3	-531.600	-8.938	-3.314	19.93	19.93	-1.1278	-60.7	-52.5	-2.9	OK	OK	OK	OK	27.6	31.9
38	1001	beam	0.3	-525.300	5.157	3.314	19.93	19.93	-1.1157	-51.8	-60.0	1.7	OK	OK	OK	OK	31.6	27.3
37	1001	beam	0.3	-518.800	-5.399	-3.361	19.93	19.93	-1.1047	-59.4	-51.0	-1.7	OK	OK	OK	OK	26.9	31.3
36	1001	beam	0.3	-503.900	-8.429	-5.188	19.93	19.93	-1.1352	-60.1	-47.2	-2.7	OK	OK	OK	OK	24.8	31.6
35	1001	beam	0.3	-496.200	-10.030	-7.359	19.93	19.93	-1.1907	-61.9	-43.7	-3.2	OK	OK	OK	OK	23.0	32.6
34	1001	beam	0.3	-487.500	-16.060	-10.840	19.93	19.93	-1.2867	-65.3	-38.4	-5.2	OK	OK	OK	OK	20.2	34.4
33	1001	beam	0.3	-479.400	44.950	10.840	19.93	19.93	-1.2711	-37.5	-64.5	14.6	OK	OK	OK	OK	33.9	19.8
32	1001	beam	0.3	-471.000	8.903	1.103	19.93	19.93	-0.9399	-48.8	-51.5	2.9	OK	OK	OK	OK	27.1	25.7

31	1001	beam	0.3	-461.300	-31.660	-6.029	19.93	19.93	-1.0807	-56.6	-41.6	-10.2	OK	OK	OK	OK	21.9	29.8
30	1001	beam	0.3	-452.000	30.170	6.029	19.93	19.93	-1.0628	-40.6	-55.6	9.8	OK	OK	OK	OK	29.3	21.4
29	1001	beam	0.3	-442.400	20.270	4.896	19.93	19.93	-1.0077	-41.0	-53.2	6.6	OK	OK	OK	OK	28.0	21.6
28	1001	beam	0.3	-432.200	-27.220	-4.896	19.93	19.93	-0.9881	-52.1	-39.9	-8.8	OK	OK	OK	OK	21.0	27.4
27	1001	beam	0.3	-421.100	-3.157	-1.676	19.93	19.93	-0.8626	-46.9	-42.7	-1.0	OK	OK	OK	OK	22.5	24.7
26	1001	beam	0.3	-410.300	35.950	6.109	19.93	19.93	-0.9853	-36.1	-51.3	11.6	OK	OK	OK	OK	27.0	19.0
25	1001	beam	0.3	-399.300	-23.470	-6.109	19.93	19.93	-0.9642	-50.1	-34.9	-7.6	OK	OK	OK	OK	18.4	26.4
24	1001	beam	0.3	-385.300	-40.210	-7.678	19.93	19.93	-0.9881	-50.5	-31.5	-13.0	OK	OK	OK	OK	16.6	26.6
23	1001	beam	0.3	-373.600	41.290	7.678	19.93	19.93	-0.9657	-30.2	-49.3	13.4	OK	OK	OK	OK	25.9	15.9
22	1001	beam	0.3	-361.600	-7.625	-1.262	19.93	19.93	-0.7350	-40.0	-36.9	-2.5	OK	OK	OK	OK	19.4	21.1
21	1001	beam	0.3	-347.300	-48.700	-10.930	19.93	19.93	-1.0204	-50.5	-23.4	-15.8	OK	OK	OK	OK	12.3	26.6
20	1001	beam	0.3	-334.400	20.540	10.930	19.93	19.93	-0.9957	-22.0	-49.2	6.6	OK	OK	OK	OK	25.9	11.6
19	1001	beam	0.3	-321.400	20.420	6.481	19.93	19.93	-0.8267	-26.1	-42.3	6.6	OK	OK	OK	OK	22.2	13.8
18	1001	beam	0.3	-307.700	-37.560	-10.190	19.93	19.93	-0.9205	-45.4	-20.1	-12.2	OK	OK	OK	OK	10.6	23.9
17	1001	beam	0.3	-292.600	-9.780	-12.300	19.93	19.93	-0.9598	-46.4	-15.9	-3.2	OK	OK	OK	OK	8.3	24.4
16	1001	beam	0.3	-278.200	56.830	12.300	19.93	19.93	-0.9321	-14.3	-44.9	18.4	OK	OK	OK	OK	23.6	7.5
15	1001	beam	0.3	-263.400	-20.370	-4.406	19.93	19.93	-0.6482	-33.5	-22.6	-6.6	OK	OK	OK	OK	11.9	17.6
14	1001	beam	0.3	-245.000	-40.220	-13.120	19.93	19.93	-0.8949	-42.4	-9.8	-13.0	OK	OK	OK	OK	5.1	22.3
13	1001	beam	0.3	-228.700	77.900	13.120	19.93	19.93	-0.8636	-8.0	-40.6	25.2	OK	OK	OK	OK	21.4	4.2
12	1001	beam	0.3	-212.900	33.480	9.939	19.93	19.93	-0.7304	-10.3	-35.0	10.8	OK	OK	OK	OK	18.4	5.4
11	1001	beam	0.3	-197.100	-75.040	-9.939	19.93	19.93	-0.7000	-33.3	-8.6	-24.3	OK	OK	OK	OK	4.5	17.5
10	1001	beam	0.3	-179.100	-12.970	-6.305	19.93	19.93	-0.5479	-26.9	-11.2	-4.2	OK	OK	OK	OK	5.9	14.2
9	1001	beam	0.3	-162.900	105.400	13.160	19.93	19.93	-0.7459	-0.2	-33.9	34.1	OK	OK	OK	OK	17.8	0.1
8	1001	beam	0.3	-146.200	33.990	19.440	19.93	19.93	-0.9556	14.8	-40.7	11.0	OK	OK	OK	OK	21.4	7.8
7	1001	beam	0.3	-128.300	-67.460	-19.440	19.93	19.93	-0.9293	-38.9	18.2	-21.8	OK	OK	OK	OK	9.6	20.5
6	1001	beam	0.3	-108.900	-4.421	-6.992	19.93	19.93	-0.4356	-20.3	-2.9	-1.4	OK	OK	OK	OK	1.5	10.7



**CENTINE 2 IPN 220 - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 3 GIORNI**

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
114	1001	beam	0.3	-191.100	55.190	19.260	19.93	19.93	-1.7	6.7	-18.9	17.9	OK	OK	OK	OK	9.9	3.6
113	1001	beam	0.3	-217.400	-37.130	-19.260	19.93	19.93	-1.7	-19.7	4.0	-12.0	OK	OK	OK	OK	2.1	10.4
112	1001	beam	0.3	-242.500	-97.420	-12.400	19.93	19.93	-1.3	-16.5	-3.4	-31.5	OK	OK	OK	OK	1.8	8.7
111	1001	beam	0.3	-266.800	10.620	5.596	19.93	19.93	-1.0	-8.0	-13.9	3.4	OK	OK	OK	OK	7.3	4.2
110	1001	beam	0.3	-292.000	56.500	6.795	19.93	19.93	-1.2	-8.3	-15.5	18.3	OK	OK	OK	OK	8.2	4.4
109	1001	beam	0.3	-314.900	-35.360	-6.794	19.93	19.93	-1.2	-16.5	-9.3	-11.4	OK	OK	OK	OK	4.9	8.7
108	1001	beam	0.3	-338.200	-82.210	-17.540	19.93	19.93	-1.9	-23.1	-4.6	-26.6	OK	OK	OK	OK	2.4	12.2
107	1001	beam	0.3	-362.200	55.210	17.540	19.93	19.93	-1.9	-5.5	-24.1	17.9	OK	OK	OK	OK	12.7	2.9
106	1001	beam	0.3	-388.600	23.840	5.585	19.93	19.93	-1.4	-12.9	-18.8	7.7	OK	OK	OK	OK	9.9	6.8
105	1001	beam	0.3	-410.300	-68.970	-15.370	19.93	19.93	-1.9	-24.9	-8.7	-22.3	OK	OK	OK	OK	4.6	13.1
104	1001	beam	0.3	-431.200	15.390	15.360	19.93	19.93	-2.0	-9.5	-25.8	5.0	OK	OK	OK	OK	13.6	5.0
103	1001	beam	0.3	-453.000	47.700	12.030	19.93	19.93	-1.9	-12.2	-24.9	15.4	OK	OK	OK	OK	13.1	6.4
102	1001	beam	0.3	-472.600	-24.600	-7.034	19.93	19.93	-1.7	-23.0	-15.6	-8.0	OK	OK	OK	OK	8.2	12.1
101	1001	beam	0.3	-491.300	-23.020	-12.020	19.93	19.93	-2.0	-26.4	-13.7	-7.5	OK	OK	OK	OK	7.2	13.9
100	1001	beam	0.3	-510.000	67.970	12.020	19.93	19.93	-2.0	-14.5	-27.2	22.0	OK	OK	OK	OK	14.3	7.6
99	1001	beam	0.3	-530.400	11.070	5.087	19.93	19.93	-1.7	-19.0	-24.4	3.6	OK	OK	OK	OK	12.8	10.0
98	1001	beam	0.3	-547.500	-54.380	-6.690	19.93	19.93	-1.9	-25.9	-18.9	-17.6	OK	OK	OK	OK	9.9	13.6
97	1001	beam	0.3	-564.400	57.060	6.691	19.93	19.93	-1.9	-19.5	-26.6	18.5	OK	OK	OK	OK	14.0	10.3
96	1001	beam	0.3	-584.300	30.320	12.230	19.93	19.93	-2.3	-17.4	-30.4	9.8	OK	OK	OK	OK	16.0	9.2
95	1001	beam	0.3	-600.200	-51.170	-12.240	19.93	19.93	-2.3	-31.0	-18.1	-16.6	OK	OK	OK	OK	9.5	16.3
94	1001	beam	0.3	-615.800	2.960	1.794	19.93	19.93	-1.8	-24.2	-26.1	1.0	OK	OK	OK	OK	13.8	12.8
93	1001	beam	0.3	-631.800	35.240	9.420	19.93	19.93	-2.3	-20.9	-30.8	11.4	OK	OK	OK	OK	16.2	11.0
92	1001	beam	0.3	-646.600	-30.680	-9.420	19.93	19.93	-2.3	-31.4	-21.5	-9.9	OK	OK	OK	OK	11.3	16.5
91	1001	beam	0.3	-660.800	-43.930	-6.737	19.93	19.93	-2.2	-30.6	-23.5	-14.2	OK	OK	OK	OK	12.3	16.1
90	1001	beam	0.3	-674.500	42.100	6.739	19.93	19.93	-2.2	-24.0	-31.1	13.6	OK	OK	OK	OK	16.4	12.6
89	1001	beam	0.3	-688.700	-14.460	-2.371	19.93	19.93	-2.0	-29.4	-26.9	-4.7	OK	OK	OK	OK	14.2	15.5
88	1001	beam	0.3	-701.300	-61.800	-14.140	19.93	19.93	-2.7	-36.2	-21.2	-20.0	OK	OK	OK	OK	11.2	19.0
87	1001	beam	0.3	-713.400	24.790	14.130	19.93	19.93	-2.7	-21.7	-36.6	8.0	OK	OK	OK	OK	19.3	11.4
86	1001	beam	0.3	-726.500	16.450	8.755	19.93	19.93	-2.5	-25.1	-34.3	5.3	OK	OK	OK	OK	18.1	13.2
85	1001	beam	0.3	-738.200	14.740	5.191	19.93	19.93	-2.3	-27.4	-32.9	4.8	OK	OK	OK	OK	17.3	14.4
84	1001	beam	0.3	-760.400	8.273	2.002	19.93	19.93	-2.2	-30.0	-32.2	2.7	OK	OK	OK	OK	16.9	15.8
83	1001	beam	0.3	-770.200	-8.050	-1.962	19.93	19.93	-2.3	-32.5	-30.5	-2.6	OK	OK	OK	OK	16.0	17.1
82	1001	beam	0.3	-779.800	9.402	1.951	19.93	19.93	-2.3	-30.9	-32.9	3.0	OK	OK	OK	OK	17.3	16.2
81	1001	beam	0.3	-788.700	-18.620	-3.798	19.93	19.93	-2.4	-34.3	-30.2	-6.0	OK	OK	OK	OK	15.9	18.0
80	1001	beam	0.3	-797.800	23.580	3.789	19.93	19.93	-2.4	-30.6	-34.6	7.6	OK	OK	OK	OK	18.2	16.1
79	1001	beam	0.3	-806.900	-15.870	-2.237	19.93	19.93	-2.4	-34.2	-31.8	-5.1	OK	OK	OK	OK	16.7	18.0
78	1001	beam	0.3	-815.400	25.290	2.848	19.93	19.93	-2.4	-31.8	-34.9	8.2	OK	OK	OK	OK	18.3	16.8
77	1001	beam	0.3	-824.600	-4.364	-2.859	19.93	19.93	-2.4	-35.2	-32.2	-1.4	OK	OK	OK	OK	17.0	18.5
76	1001	beam	0.3	-832.400	11.470	4.291	19.93	19.93	-2.5	-31.8	-36.3	3.7	OK	OK	OK	OK	19.1	16.7

75	1001	beam	0.3	-840.500	7.874	5.878	19.93	19.93	-2.7	-31.3	-37.5	2.5	OK	OK	OK	OK	19.7	16.5
74	1001	beam	0.3	-847.900	3.699	6.623	19.93	19.93	-2.7	-31.2	-38.2	1.2	OK	OK	OK	OK	20.1	16.4
73	1001	beam	0.3	-855.000	19.630	10.570	19.93	19.93	-2.9	-29.4	-40.6	6.4	OK	OK	OK	OK	21.3	15.5
72	1001	beam	0.3	-861.500	-5.952	-10.580	19.93	19.93	-3.0	-40.8	-29.6	-1.9	OK	OK	OK	OK	15.6	21.5
71	1001	beam	0.3	-867.300	31.130	15.640	19.93	19.93	-3.2	-27.2	-43.7	10.1	OK	OK	OK	OK	23.0	14.3
70	1001	beam	0.3	-873.200	-12.110	-15.630	19.93	19.93	-3.3	-44.0	-27.4	-3.9	OK	OK	OK	OK	14.4	23.1
69	1001	beam	0.3	-877.800	28.080	18.840	19.93	19.93	-3.4	-25.9	-45.9	9.1	OK	OK	OK	OK	24.1	13.7
68	1001	beam	0.3	-882.500	-9.314	-18.850	19.93	19.93	-3.4	-46.1	-26.1	-3.0	OK	OK	OK	OK	13.7	24.2
67	1001	beam	0.3	-886.000	13.770	19.750	19.93	19.93	-3.5	-25.8	-46.7	4.5	OK	OK	OK	OK	24.6	13.6
66	1001	beam	0.3	-889.400	1.218	20.000	19.93	19.93	-3.5	-25.8	-46.9	0.4	OK	OK	OK	OK	24.7	13.6
65	1001	beam	0.3	-891.900	3.565	20.730	19.93	19.93	-3.6	-25.5	-47.4	1.2	OK	OK	OK	OK	25.0	13.4
64	1001	beam	0.3	-894.100	12.130	23.170	19.93	19.93	-3.7	-24.3	-48.8	3.9	OK	OK	OK	OK	25.7	12.8
63	1001	beam	0.3	-895.700	-7.487	-23.170	19.93	19.93	-3.7	-48.9	-24.4	-2.4	OK	OK	OK	OK	12.8	25.7
62	1001	beam	0.3	-896.700	22.150	26.120	19.93	19.93	-3.9	-22.9	-50.5	7.2	OK	OK	OK	OK	26.6	12.0
61	1001	beam	0.3	-897.400	-19.420	-26.120	19.93	19.93	-3.9	-50.5	-22.9	-6.3	OK	OK	OK	OK	12.0	26.6
60	1001	beam	0.3	-897.400	19.830	26.200	19.93	19.93	-3.9	-22.8	-50.6	6.4	OK	OK	OK	OK	26.6	12.0
59	1001	beam	0.3	-896.900	-21.900	-26.210	19.93	19.93	-3.9	-50.5	-22.8	-7.1	OK	OK	OK	OK	12.0	26.6
58	1001	beam	0.3	-895.900	7.371	23.290	19.93	19.93	-3.7	-24.3	-49.0	2.4	OK	OK	OK	OK	25.8	12.8
57	1001	beam	0.3	-894.300	-12.520	-23.290	19.93	19.93	-3.7	-48.9	-24.3	-4.1	OK	OK	OK	OK	12.8	25.7
56	1001	beam	0.3	-892.100	-4.103	-20.770	19.93	19.93	-3.6	-47.5	-25.5	-1.3	OK	OK	OK	OK	13.4	25.0
55	1001	beam	0.3	-889.700	-1.798	-19.960	19.93	19.93	-3.5	-46.9	-25.8	-0.6	OK	OK	OK	OK	13.6	24.7
54	1001	beam	0.3	-886.300	-14.050	-19.600	19.93	19.93	-3.5	-46.6	-25.9	-4.5	OK	OK	OK	OK	13.6	24.5
53	1001	beam	0.3	-883.000	9.874	18.760	19.93	19.93	-3.4	-26.2	-46.0	3.2	OK	OK	OK	OK	24.2	13.8
52	1001	beam	0.3	-878.400	-26.920	-18.750	19.93	19.93	-3.4	-45.8	-26.0	-8.7	OK	OK	OK	OK	13.7	24.1
51	1001	beam	0.3	-874.000	13.710	16.080	19.93	19.93	-3.3	-27.2	-44.2	4.4	OK	OK	OK	OK	23.3	14.3
50	1001	beam	0.3	-868.500	-29.010	-16.080	19.93	19.93	-3.3	-44.0	-27.0	-9.4	OK	OK	OK	OK	14.2	23.2
49	1001	beam	0.3	-863.000	7.397	11.730	19.93	19.93	-3.0	-29.1	-41.5	2.4	OK	OK	OK	OK	21.8	15.3
48	1001	beam	0.3	-856.800	-18.280	-11.730	19.93	19.93	-3.0	-41.2	-28.8	-5.9	OK	OK	OK	OK	15.2	21.7
47	1001	beam	0.3	-850.100	-3.703	-8.057	19.93	19.93	-2.8	-39.0	-30.5	-1.2	OK	OK	OK	OK	16.1	20.5
46	1001	beam	0.3	-843.000	-8.326	-7.317	19.93	19.93	-2.7	-38.3	-30.6	-2.7	OK	OK	OK	OK	16.1	20.2
45	1001	beam	0.3	-835.200	-13.210	-5.644	19.93	19.93	-2.6	-37.1	-31.2	-4.3	OK	OK	OK	OK	16.4	19.5
44	1001	beam	0.3	-827.500	2.838	3.554	19.93	19.93	-2.5	-32.0	-35.7	0.9	OK	OK	OK	OK	18.8	16.8
43	1001	beam	0.3	-818.400	-27.650	-3.552	19.93	19.93	-2.5	-35.3	-31.6	-9.0	OK	OK	OK	OK	16.6	18.6
42	1001	beam	0.3	-810.100	13.260	2.006	19.93	19.93	-2.4	-32.1	-34.2	4.3	OK	OK	OK	OK	18.0	16.9
41	1001	beam	0.3	-800.900	-26.620	-4.687	19.93	19.93	-2.5	-35.2	-30.3	-8.6	OK	OK	OK	OK	15.9	18.5
40	1001	beam	0.3	-791.800	15.540	4.686	19.93	19.93	-2.5	-29.9	-34.9	5.0	OK	OK	OK	OK	18.3	15.7
39	1001	beam	0.3	-782.600	-12.130	-3.987	19.93	19.93	-2.4	-34.1	-29.9	-3.9	OK	OK	OK	OK	15.7	18.0
38	1001	beam	0.3	-773.000	6.458	3.983	19.93	19.93	-2.4	-29.5	-33.7	2.1	OK	OK	OK	OK	17.7	15.5
37	1001	beam	0.3	-763.000	-8.707	-4.427	19.93	19.93	-2.4	-33.5	-28.9	-2.8	OK	OK	OK	OK	15.2	17.7
36	1001	beam	0.3	-740.600	-14.130	-7.474	19.93	19.93	-2.5	-34.2	-26.3	-4.6	OK	OK	OK	OK	13.9	18.0
35	1001	beam	0.3	-728.800	-15.270	-10.770	19.93	19.93	-2.6	-35.5	-24.1	-4.9	OK	OK	OK	OK	12.7	18.7
34	1001	beam	0.3	-715.400	-23.860	-15.940	19.93	19.93	-2.8	-37.7	-20.8	-7.7	OK	OK	OK	OK	11.0	19.8
33	1001	beam	0.3	-703.100	63.050	15.940	19.93	19.93	-2.8	-20.3	-37.2	20.4	OK	OK	OK	OK	19.6	10.7
32	1001	beam	0.3	-690.200	15.180	2.281	19.93	19.93	-2.0	-27.0	-29.4	4.9	OK	OK	OK	OK	15.5	14.2

31	1001	beam	0.3	-675.700	-42.450	-8.173	19.93	19.93	-2.3	-32.0	-23.3	-13.7	OK	OK	OK	OK	12.3	16.8
30	1001	beam	0.3	-661.600	42.470	8.173	19.93	19.93	-2.3	-22.7	-31.4	13.7	OK	OK	OK	OK	16.5	12.0
29	1001	beam	0.3	-647.000	29.400	7.392	19.93	19.93	-2.2	-22.6	-30.4	9.5	OK	OK	OK	OK	16.0	11.9
28	1001	beam	0.3	-631.800	-36.420	-7.397	19.93	19.93	-2.1	-29.7	-21.9	-11.8	OK	OK	OK	OK	11.5	15.7
27	1001	beam	0.3	-615.100	-5.480	-1.668	19.93	19.93	-1.8	-26.0	-24.3	-1.8	OK	OK	OK	OK	12.8	13.7
26	1001	beam	0.3	-598.900	48.580	8.852	19.93	19.93	-2.1	-19.8	-29.2	15.7	OK	OK	OK	OK	15.4	10.4
25	1001	beam	0.3	-582.400	-31.860	-8.853	19.93	19.93	-2.1	-28.5	-19.1	-10.3	OK	OK	OK	OK	10.1	15.0
24	1001	beam	0.3	-561.700	-57.860	-10.580	19.93	19.93	-2.1	-28.6	-17.4	-18.7	OK	OK	OK	OK	9.1	15.0
23	1001	beam	0.3	-544.100	54.850	10.580	19.93	19.93	-2.1	-16.7	-27.8	17.8	OK	OK	OK	OK	14.7	8.8
22	1001	beam	0.3	-526.200	-11.400	-1.302	19.93	19.93	-1.5	-22.2	-20.8	-3.7	OK	OK	OK	OK	11.0	11.7
21	1001	beam	0.3	-505.000	-69.010	-16.100	19.93	19.93	-2.2	-29.2	-12.1	-22.3	OK	OK	OK	OK	6.4	15.3
20	1001	beam	0.3	-485.700	24.770	16.100	19.93	19.93	-2.2	-11.4	-28.4	8.0	OK	OK	OK	OK	14.9	6.0
19	1001	beam	0.3	-466.400	25.370	10.740	19.93	19.93	-1.9	-13.4	-24.8	8.2	OK	OK	OK	OK	13.0	7.1
18	1001	beam	0.3	-446.200	-49.620	-15.990	19.93	19.93	-2.1	-26.7	-9.8	-16.1	OK	OK	OK	OK	5.2	14.1
17	1001	beam	0.3	-424.000	-13.500	-18.910	19.93	19.93	-2.2	-27.3	-7.3	-4.4	OK	OK	OK	OK	3.9	14.4
16	1001	beam	0.3	-402.900	75.270	18.910	19.93	19.93	-2.1	-6.5	-26.5	24.4	OK	OK	OK	OK	13.9	3.4
15	1001	beam	0.3	-380.900	-22.720	-7.527	19.93	19.93	-1.5	-19.6	-11.6	-7.4	OK	OK	OK	OK	6.1	10.3
14	1001	beam	0.3	-354.600	-51.730	-18.730	19.93	19.93	-2.0	-24.4	-4.6	-16.7	OK	OK	OK	OK	2.4	12.8
13	1001	beam	0.3	-330.600	103.200	18.740	19.93	19.93	-1.9	-3.6	-23.4	33.4	OK	OK	OK	OK	12.3	1.9
12	1001	beam	0.3	-307.600	48.940	12.660	19.93	19.93	-1.5	-5.9	-19.3	15.8	OK	OK	OK	OK	10.1	3.1
11	1001	beam	0.3	-284.800	-95.300	-12.670	19.93	19.93	-1.5	-18.3	-4.9	-30.9	OK	OK	OK	OK	2.6	9.7
10	1001	beam	0.3	-259.000	-15.730	-7.813	19.93	19.93	-1.1	-14.7	-6.5	-5.1	OK	OK	OK	OK	3.4	7.7
9	1001	beam	0.3	-235.500	141.600	18.350	19.93	19.93	-1.7	1.5	-19.7	45.8	OK	OK	OK	OK	10.4	0.8
8	1001	beam	0.3	-211.200	45.210	26.700	19.93	19.93	-2.3	16.5	-24.5	14.6	OK	OK	OK	OK	12.9	8.7
7	1001	beam	0.3	-185.300	-89.780	-26.710	19.93	19.93	-2.3	-23.7	20.7	-29.1	OK	OK	OK	OK	10.9	12.5
6	1001	beam	0.3	-157.200	-7.969	-10.140	19.93	19.93	-1.0	-11.8	-0.9	-2.6	OK	OK	OK	OK	0.5	6.2

## CENTINE 2 IPN 220 - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 28 GIORNI

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
114	1001	beam	0.3	-1006.000	51.940	179.300	19.93	19.93	-17.2	172.9	-116.7	16.8	OK	OK	OK	OK	61.4	91.0
113	1001	beam	0.3	-1137.000	-54.800	-179.800	19.93	19.93	-17.2	-120.7	149.5	-17.7	OK	OK	OK	OK	78.7	63.5
112	1001	beam	0.3	-1262.000	-99.700	-198.300	19.93	19.93	-19.0	-133.3	163.4	-32.3	OK	OK	OK	OK	86.0	70.2
111	1001	beam	0.3	-1382.000	101.100	198.300	19.93	19.93	-18.9	142.6	-136.4	32.7	OK	OK	OK	OK	71.8	75.1
110	1001	beam	0.3	-1505.000	180.800	179.600	19.93	19.93	-17.0	90.6	-129.4	58.5	OK	OK	OK	OK	68.1	47.7
109	1001	beam	0.3	-1619.000	14.980	146.200	19.93	19.93	-13.9	30.5	-113.5	4.8	OK	OK	OK	OK	59.7	16.1
108	1001	beam	0.3	-1735.000	-91.990	-163.400	19.93	19.93	-15.4	-125.3	40.7	-29.8	OK	OK	OK	OK	21.4	65.9
107	1001	beam	0.3	-1854.000	158.600	163.400	19.93	19.93	-15.5	30.5	-127.8	51.3	OK	OK	OK	OK	67.3	16.0
106	1001	beam	0.3	-1977.000	35.550	129.000	19.93	19.93	-13.1	-6.1	-113.5	11.5	OK	OK	OK	OK	59.8	3.2
105	1001	beam	0.3	-2086.000	-67.360	-135.900	19.93	19.93	-13.8	-119.7	-6.6	-21.8	OK	OK	OK	OK	3.5	63.0
104	1001	beam	0.3	-2190.000	93.200	135.900	19.93	19.93	-14.0	-10.9	-122.6	30.2	OK	OK	OK	OK	64.5	5.7
103	1001	beam	0.3	-2296.000	86.520	115.700	19.93	19.93	-13.1	-23.8	-117.2	28.0	OK	OK	OK	OK	61.7	12.5
102	1001	beam	0.3	-2393.000	-36.940	-105.000	19.93	19.93	-12.8	-115.9	-31.1	-12.0	OK	OK	OK	OK	16.4	61.0
101	1001	beam	0.3	-2485.000	5.517	105.000	19.93	19.93	-13.1	-33.9	-118.7	1.8	OK	OK	OK	OK	62.5	17.9
100	1001	beam	0.3	-2575.000	151.400	103.800	19.93	19.93	-13.3	-37.2	-121.0	49.0	OK	OK	OK	OK	63.7	19.6
99	1001	beam	0.3	-2664.000	-12.910	-73.850	19.93	19.93	-11.9	-111.6	-52.0	-4.2	OK	OK	OK	OK	27.4	58.8
98	1001	beam	0.3	-2745.000	-43.060	-83.170	19.93	19.93	-12.6	-117.9	-50.7	-13.9	OK	OK	OK	OK	26.7	62.1
97	1001	beam	0.3	-2822.000	166.900	83.170	19.93	19.93	-12.9	-53.1	-120.3	54.0	OK	OK	OK	OK	63.3	27.9
96	1001	beam	0.3	-2903.000	13.490	47.020	19.93	19.93	-11.1	-70.2	-108.2	4.4	OK	OK	OK	OK	56.9	36.9
95	1001	beam	0.3	-2972.000	-41.710	-53.130	19.93	19.93	-11.6	-112.7	-69.8	-13.5	OK	OK	OK	OK	36.8	59.3
94	1001	beam	0.3	-3038.000	82.340	53.130	19.93	19.93	-11.8	-71.9	-114.8	26.7	OK	OK	OK	OK	60.4	37.8
93	1001	beam	0.3	-3104.000	76.040	35.300	19.93	19.93	-11.0	-81.1	-109.6	24.6	OK	OK	OK	OK	57.7	42.7
92	1001	beam	0.3	-3164.000	-35.230	-26.480	19.93	19.93	-10.7	-107.9	-86.5	-11.4	OK	OK	OK	OK	45.5	56.8
91	1001	beam	0.3	-3219.000	28.650	26.480	19.93	19.93	-10.9	-88.2	-109.6	9.3	OK	OK	OK	OK	57.7	46.4
90	1001	beam	0.3	-3271.000	179.300	20.270	19.93	19.93	-10.7	-92.3	-108.7	58.0	OK	OK	OK	OK	57.2	48.6
89	1001	beam	0.3	-3326.000	-6.236	-18.550	19.93	19.93	-10.8	-109.7	-94.7	-2.0	OK	OK	OK	OK	49.8	57.7
88	1001	beam	0.3	-3370.000	37.960	25.420	19.93	19.93	-11.3	-93.2	-113.8	12.3	OK	OK	OK	OK	59.9	49.1
87	1001	beam	0.3	-3412.000	232.200	75.720	19.93	19.93	-14.2	-74.2	-135.4	75.2	OK	OK	OK	OK	71.3	39.1
86	1001	beam	0.3	-3462.000	123.400	102.400	19.93	19.93	-15.8	-65.0	-147.7	40.0	OK	OK	OK	OK	77.7	34.2
85	1001	beam	0.3	-3500.000	153.600	135.700	19.93	19.93	-17.8	-52.7	-162.3	49.7	OK	OK	OK	OK	85.4	27.7
84	1001	beam	0.3	-3567.000	71.340	150.000	19.93	19.93	-18.8	-49.0	-170.1	23.1	OK	OK	OK	OK	89.5	25.8
83	1001	beam	0.3	-3596.000	53.410	151.600	19.93	19.93	-18.9	-49.2	-171.7	17.3	OK	OK	OK	OK	90.4	25.9
82	1001	beam	0.3	-3623.000	64.840	152.400	19.93	19.93	-19.1	-49.7	-172.8	21.0	OK	OK	OK	OK	91.0	26.2
81	1001	beam	0.3	-3647.000	-32.110	151.300	19.93	19.93	-19.1	-50.9	-173.1	-10.4	OK	OK	OK	OK	91.1	26.8
80	1001	beam	0.3	-3669.000	76.980	152.600	19.93	19.93	-19.2	-51.1	-174.3	24.9	OK	OK	OK	OK	91.7	26.9
79	1001	beam	0.3	-3687.000	-98.460	-152.000	19.93	19.93	-19.2	-174.6	-51.9	-31.9	OK	OK	OK	OK	27.3	91.9
78	1001	beam	0.3	-3705.000	49.240	151.100	19.93	19.93	-19.2	-52.8	-174.8	15.9	OK	OK	OK	OK	92.0	27.8
77	1001	beam	0.3	-3719.000	-123.200	-149.800	19.93	19.93	-19.2	-174.7	-53.7	-39.9	OK	OK	OK	OK	28.3	92.0
76	1001	beam	0.3	-3733.000	-33.840	-148.100	19.93	19.93	-19.1	-174.5	-54.9	-11.0	OK	OK	OK	OK	28.9	91.8

75	1001	beam	0.3	-3743.000	-107.400	-141.300	19.93	19.93	-18.8	-172.0	-57.9	-34.8	OK	OK	OK	OK	30.5	90.5
74	1001	beam	0.3	-3752.000	-90.000	-119.700	19.93	19.93	-17.6	-163.6	-66.9	-29.1	OK	OK	OK	OK	35.2	86.1
73	1001	beam	0.3	-3762.000	-46.400	-101.600	19.93	19.93	-16.6	-156.6	-74.5	-15.0	OK	OK	OK	OK	39.2	82.4
72	1001	beam	0.3	-3768.000	-102.100	-92.320	19.93	19.93	-16.1	-153.0	-78.5	-33.1	OK	OK	OK	OK	41.3	80.5
71	1001	beam	0.3	-3777.000	35.120	78.840	19.93	19.93	-15.4	-84.2	-147.8	11.4	OK	OK	OK	OK	77.8	44.3
70	1001	beam	0.3	-3782.000	-111.600	-78.840	19.93	19.93	-15.4	-148.0	-84.3	-36.1	OK	OK	OK	OK	44.4	77.9
69	1001	beam	0.3	-3789.000	63.580	69.190	19.93	19.93	-14.9	-88.4	-144.3	20.6	OK	OK	OK	OK	76.0	46.5
68	1001	beam	0.3	-3793.000	-89.120	-69.190	19.93	19.93	-14.9	-144.4	-88.6	-28.9	OK	OK	OK	OK	46.6	76.0
67	1001	beam	0.3	-3798.000	37.760	58.870	19.93	19.93	-14.4	-92.9	-140.4	12.2	OK	OK	OK	OK	73.9	48.9
66	1001	beam	0.3	-3801.000	-23.850	-58.870	19.93	19.93	-14.4	-140.5	-93.0	-7.7	OK	OK	OK	OK	48.9	74.0
65	1001	beam	0.3	-3803.000	7.643	55.620	19.93	19.93	-14.2	-94.4	-139.3	2.5	OK	OK	OK	OK	73.3	49.7
64	1001	beam	0.3	-3805.000	36.050	62.860	19.93	19.93	-14.6	-91.5	-142.3	11.7	OK	OK	OK	OK	74.9	48.2
63	1001	beam	0.3	-3806.000	-24.430	-62.860	19.93	19.93	-14.6	-142.3	-91.5	-7.9	OK	OK	OK	OK	48.2	74.9
62	1001	beam	0.3	-3805.000	93.240	76.690	19.93	19.93	-15.4	-85.9	-147.8	30.2	OK	OK	OK	OK	77.8	45.2
61	1001	beam	0.3	-3805.000	-62.250	-76.690	19.93	19.93	-15.4	-147.8	-85.9	-20.2	OK	OK	OK	OK	45.2	77.8
60	1001	beam	0.3	-3802.000	105.000	85.290	19.93	19.93	-15.9	-82.3	-151.2	34.0	OK	OK	OK	OK	79.6	43.3
59	1001	beam	0.3	-3800.000	-57.460	-85.290	19.93	19.93	-15.9	-151.2	-82.3	-18.6	OK	OK	OK	OK	43.3	79.6
58	1001	beam	0.3	-3795.000	67.360	87.290	19.93	19.93	-15.9	-81.3	-151.8	21.8	OK	OK	OK	OK	79.9	42.8
57	1001	beam	0.3	-3791.000	-10.240	-87.290	19.93	19.93	-15.9	-151.7	-81.2	-3.3	OK	OK	OK	OK	42.7	79.8
56	1001	beam	0.3	-3783.000	19.060	89.060	19.93	19.93	-16.0	-80.2	-152.2	6.2	OK	OK	OK	OK	80.1	42.2
55	1001	beam	0.3	-3776.000	25.380	94.160	19.93	19.93	-16.3	-78.0	-154.0	8.2	OK	OK	OK	OK	81.1	41.0
54	1001	beam	0.3	-3766.000	-36.620	-94.160	19.93	19.93	-16.2	-153.7	-77.7	-11.9	OK	OK	OK	OK	40.9	80.9
53	1001	beam	0.3	-3755.000	65.250	99.910	19.93	19.93	-16.5	-75.0	-155.7	21.1	OK	OK	OK	OK	81.9	39.5
52	1001	beam	0.3	-3741.000	-91.950	-99.920	19.93	19.93	-16.5	-155.3	-74.6	-29.8	OK	OK	OK	OK	39.2	81.7
51	1001	beam	0.3	-3727.000	71.070	95.720	19.93	19.93	-16.2	-75.8	-153.1	23.0	OK	OK	OK	OK	80.6	39.9
50	1001	beam	0.3	-3711.000	-92.780	-95.720	19.93	19.93	-16.2	-152.6	-75.3	-30.0	OK	OK	OK	OK	39.6	80.3
49	1001	beam	0.3	-3694.000	44.300	85.980	19.93	19.93	-15.6	-78.7	-148.2	14.3	OK	OK	OK	OK	78.0	41.4
48	1001	beam	0.3	-3677.000	-33.810	-85.980	19.93	19.93	-15.5	-147.7	-78.2	-10.9	OK	OK	OK	OK	41.2	77.7
47	1001	beam	0.3	-3657.000	20.610	83.330	19.93	19.93	-15.3	-78.7	-146.0	6.7	OK	OK	OK	OK	76.8	41.4
46	1001	beam	0.3	-3637.000	34.870	90.340	19.93	19.93	-15.7	-75.2	-148.2	11.3	OK	OK	OK	OK	78.0	39.6
45	1001	beam	0.3	-3616.000	-6.495	-90.340	19.93	19.93	-15.6	-147.5	-74.6	-2.1	OK	OK	OK	OK	39.3	77.7
44	1001	beam	0.3	-3594.000	84.740	106.100	19.93	19.93	-16.4	-67.5	-153.2	27.4	OK	OK	OK	OK	80.7	35.6
43	1001	beam	0.3	-3570.000	-62.730	-106.100	19.93	19.93	-16.3	-152.5	-66.8	-20.3	OK	OK	OK	OK	35.2	80.3
42	1001	beam	0.3	-3544.000	89.790	111.500	19.93	19.93	-16.6	-63.8	-153.9	29.1	OK	OK	OK	OK	81.0	33.6
41	1001	beam	0.3	-3518.000	-80.710	-111.500	19.93	19.93	-16.5	-153.1	-63.0	-26.1	OK	OK	OK	OK	33.2	80.6
40	1001	beam	0.3	-3489.000	39.780	103.300	19.93	19.93	-15.9	-65.5	-148.9	12.9	OK	OK	OK	OK	78.4	34.5
39	1001	beam	0.3	-3458.000	-63.970	-103.300	19.93	19.93	-15.9	-147.9	-64.5	-20.7	OK	OK	OK	OK	33.9	77.9
38	1001	beam	0.3	-3425.000	-40.530	-90.430	19.93	19.93	-15.0	-141.7	-68.7	-13.1	OK	OK	OK	OK	36.2	74.6
37	1001	beam	0.3	-3390.000	-70.990	-82.280	19.93	19.93	-14.5	-137.4	-70.9	-23.0	OK	OK	OK	OK	37.3	72.3
36	1001	beam	0.3	-3313.000	-137.800	-68.020	19.93	19.93	-13.5	-129.2	-74.3	-44.6	OK	OK	OK	OK	39.1	68.0
35	1001	beam	0.3	-3270.000	-115.600	-38.180	19.93	19.93	-11.7	-115.9	-85.0	-37.4	OK	OK	OK	OK	44.7	61.0
34	1001	beam	0.3	-3217.000	-205.900	-31.450	19.93	19.93	-11.2	-111.5	-86.1	-66.7	OK	OK	OK	OK	45.3	58.7
33	1001	beam	0.3	-3173.000	9.699	31.450	19.93	19.93	-11.0	-84.8	-110.2	3.1	OK	OK	OK	OK	58.0	44.6
32	1001	beam	0.3	-3126.000	21.660	29.350	19.93	19.93	-10.8	-84.2	-107.9	7.0	OK	OK	OK	OK	56.8	44.3

31	1001	beam	0.3	-3072.000	-156.500	-58.530	19.93	19.93	-12.2	-118.0	-70.7	-50.7	OK	OK	OK	OK	37.2	62.1
30	1001	beam	0.3	-3019.000	10.190	58.530	19.93	19.93	-12.1	-69.1	-116.4	3.3	OK	OK	OK	OK	61.2	36.4
29	1001	beam	0.3	-2964.000	64.480	56.330	19.93	19.93	-11.8	-68.3	-113.8	20.9	OK	OK	OK	OK	59.9	35.9
28	1001	beam	0.3	-2907.000	-40.720	-51.170	19.93	19.93	-11.3	-110.0	-68.6	-13.2	OK	OK	OK	OK	36.1	57.9
27	1001	beam	0.3	-2845.000	-39.840	-59.800	19.93	19.93	-11.6	-111.5	-63.2	-12.9	OK	OK	OK	OK	33.3	58.7
26	1001	beam	0.3	-2781.000	79.640	59.800	19.93	19.93	-11.5	-61.3	-109.6	25.8	OK	OK	OK	OK	57.7	32.2
25	1001	beam	0.3	-2715.000	36.130	42.550	19.93	19.93	-10.3	-66.2	-100.6	11.7	OK	OK	OK	OK	52.9	34.8
24	1001	beam	0.3	-2642.000	-106.900	-57.890	19.93	19.93	-10.9	-104.5	-57.8	-34.6	OK	OK	OK	OK	30.4	55.0
23	1001	beam	0.3	-2568.000	80.770	57.890	19.93	19.93	-10.7	-55.5	-102.3	26.1	OK	OK	OK	OK	53.8	29.2
22	1001	beam	0.3	-2492.000	64.580	40.400	19.93	19.93	-9.5	-60.2	-92.9	20.9	OK	OK	OK	OK	48.9	31.7
21	1001	beam	0.3	-2411.000	-83.410	-44.460	19.93	19.93	-9.5	-92.0	-56.1	-27.0	OK	OK	OK	OK	29.5	48.4
20	1001	beam	0.3	-2327.000	32.950	44.460	19.93	19.93	-9.3	-53.5	-89.4	10.7	OK	OK	OK	OK	47.1	28.2
19	1001	beam	0.3	-2240.000	72.010	37.320	19.93	19.93	-8.6	-53.7	-83.9	23.3	OK	OK	OK	OK	44.1	28.3
18	1001	beam	0.3	-2150.000	-30.880	-28.410	19.93	19.93	-7.9	-77.5	-54.6	-10.0	OK	OK	OK	OK	28.7	40.8
17	1001	beam	0.3	-2052.000	-53.210	-39.930	19.93	19.93	-8.2	-79.2	-46.9	-17.2	OK	OK	OK	OK	24.7	41.7
16	1001	beam	0.3	-1952.000	81.780	39.930	19.93	19.93	-7.9	-43.8	-76.1	26.5	OK	OK	OK	OK	40.0	23.1
15	1001	beam	0.3	-1848.000	-2.022	-22.660	19.93	19.93	-6.7	-65.9	-47.6	-0.7	OK	OK	OK	OK	25.1	34.7
14	1001	beam	0.3	-1732.000	-136.200	-52.150	19.93	19.93	-8.0	-74.3	-32.1	-44.1	OK	OK	OK	OK	16.9	39.1
13	1001	beam	0.3	-1616.000	130.800	52.150	19.93	19.93	-7.6	-28.6	-70.7	42.3	OK	OK	OK	OK	37.2	15.0
12	1001	beam	0.3	-1505.000	22.090	23.830	19.93	19.93	-5.7	-36.6	-55.8	7.2	OK	OK	OK	OK	29.4	19.3
11	1001	beam	0.3	-1394.000	-264.600	-68.580	19.93	19.93	-7.9	-70.5	-15.1	-85.7	OK	OK	OK	OK	8.0	37.1
10	1001	beam	0.3	-1273.000	-129.600	-92.520	19.93	19.93	-9.1	-77.6	2.6	-42.0	OK	OK	OK	OK	1.3	40.9
9	1001	beam	0.3	-1158.000	209.900	92.520	19.93	19.93	-8.9	9.4	-74.8	68.0	OK	OK	OK	OK	39.4	4.9
8	1001	beam	0.3	-1039.000	44.540	53.750	19.93	19.93	-6.0	-10.2	-53.6	14.4	OK	OK	OK	OK	28.2	5.4
7	1001	beam	0.3	-912.800	-208.600	-84.030	19.93	19.93	-8.0	-64.9	19.1	-67.5	OK	OK	OK	OK	10.0	34.1
6	1001	beam	0.3	-778.700	-49.880	-93.240	19.93	19.93	-8.8	-67.1	47.4	-16.1	OK	OK	OK	OK	24.9	35.3

B1 - TIME - LT														
INPUT PLAXIS						Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI			CHECK			
Element	Node	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma$ [Mpa]	$\sigma_{inf}$ [Mpa]	$\tau$ [kPa]	T	CLS	CLS	M/N
-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2							
AR	189	0.90	-718.765	17.582	-47.690	0.00	0.00	-1.154	-0.445	21.7	OK	OK	OK	0.066
AR	190	0.90	-719.665	14.967	-40.298	0.00	0.00	-1.094	-0.501	18.4	OK	OK	OK	0.056
AR	191	0.90	-727.342	9.416	-29.522	0.00	0.00	-1.032	-0.591	11.7	OK	OK	OK	0.041
AR	192	0.91	-730.697	3.812	-26.266	0.00	0.00	-0.997	-0.614	4.7	OK	OK	OK	0.036
AR	193	0.90	-714.297	-2.251	-23.866	0.00	0.00	-0.971	-0.617	-2.8	OK	OK	OK	0.033
AR	194	0.89	-695.038	-6.404	-26.101	0.00	0.00	-0.972	-0.581	-8.0	OK	OK	OK	0.038
AR	195	0.90	-688.085	-4.206	-28.043	0.00	0.00	-0.969	-0.556	-5.2	OK	OK	OK	0.041
AR	196	0.90	-684.913	-7.081	-26.512	0.00	0.00	-0.952	-0.563	-8.7	OK	OK	OK	0.039
AR	197	0.90	-675.479	-5.598	-25.307	0.00	0.00	-0.941	-0.564	-6.9	OK	OK	OK	0.037
AR	198	0.90	-670.277	-10.742	-23.727	0.00	0.00	-0.925	-0.571	-13.3	OK	OK	OK	0.035
AR	199	0.90	-669.586	-16.707	-21.391	0.00	0.00	-0.905	-0.586	-20.7	OK	OK	OK	0.032
AR	200	0.89	-664.020	-10.620	-20.831	0.00	0.00	-0.902	-0.588	-13.2	OK	OK	OK	0.031
AR	201	0.90	-670.906	-18.422	-20.609	0.00	0.00	-0.898	-0.593	-22.7	OK	OK	OK	0.031
AR	202	0.89	-663.835	-26.191	-19.243	0.00	0.00	-0.890	-0.599	-32.6	OK	OK	OK	0.029
AR	203	0.90	-672.258	-20.921	-21.225	0.00	0.00	-0.906	-0.591	-25.9	OK	OK	OK	0.032
AR	204	0.90	-673.269	-27.064	-21.993	0.00	0.00	-0.915	-0.587	-33.6	OK	OK	OK	0.033
AR	205	0.90	-678.170	-32.964	-22.254	0.00	0.00	-0.922	-0.590	-40.8	OK	OK	OK	0.033
AR	206	0.90	-689.285	-32.661	-25.495	0.00	0.00	-0.949	-0.575	-40.1	OK	OK	OK	0.037
AR	207	0.90	-689.654	-36.737	-27.252	0.00	0.00	-0.965	-0.563	-45.2	OK	OK	OK	0.040
AR	208	0.89	-688.507	-38.480	-28.177	0.00	0.00	-0.981	-0.558	-47.8	OK	OK	OK	0.041
AR	209	0.90	-699.151	-44.934	-33.236	0.00	0.00	-1.024	-0.531	-55.5	OK	OK	OK	0.048
AR	210	0.91	-709.847	-52.865	-38.633	0.00	0.00	-1.064	-0.501	-64.7	OK	OK	OK	0.054
AR	211	0.90	-707.294	-61.440	-42.837	0.00	0.00	-1.109	-0.469	-76.2	OK	OK	OK	0.061
AR	212	0.90	-718.840	-70.481	-53.242	0.00	0.00	-1.188	-0.404	-86.8	OK	OK	OK	0.074
PIEDRITTO	48	0.78	-907.216	58.452	-1.115	0.00	0.00	-1.167	-1.146	82.8	OK	OK	OK	0.001
PIEDRITTO	47	0.78	-915.459	64.475	-2.933	0.00	0.00	-1.199	-1.141	91.6	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	46	0.77	-911.216	44.492	-5.385	0.00	0.00	-1.230	-1.122	63.8	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	45	0.77	-912.522	37.849	-10.827	0.00	0.00	-1.289	-1.072	54.4	OK	OK	OK	0.012
PIEDRITTO	44	0.77	-915.989	66.375	-14.777	0.00	0.00	-1.336	-1.038	95.6	OK	OK	OK	0.016
PIEDRITTO	43	0.77	-928.223	62.070	-18.271	0.00	0.00	-1.390	-1.020	89.5	OK	OK	OK	0.020
PIEDRITTO	42	0.77	-937.504	23.999	-20.813	0.00	0.00	-1.430	-1.008	34.7	OK	OK	OK	0.022
PIEDRITTO	41	0.76	-929.727	26.885	-24.065	0.00	0.00	-1.474	-0.974	39.3	OK	OK	OK	0.026
PIEDRITTO	40	0.76	-931.461	71.886	-26.160	0.00	0.00	-1.498	-0.954	105.2	OK	OK	OK	0.028
PIEDRITTO	39	0.75	-924.104	94.023	-25.523	0.00	0.00	-1.502	-0.959	139.1	OK	OK	OK	0.028
PIEDRITTO	38	0.74	-925.317	94.208	-21.643	0.00	0.00	-1.481	-1.010	140.9	OK	OK	OK	0.023
PIEDRITTO	37	0.74	-936.108	60.955	-19.665	0.00	0.00	-1.472	-1.045	91.1	OK	OK	OK	0.021
PIEDRITTO	36	0.75	-938.706	-0.517	-18.697	0.00	0.00	-1.458	-1.056	-0.8	OK	OK	OK	0.020
PIEDRITTO	35	0.75	-929.916	-23.976	-22.374	0.00	0.00	-1.481	-1.002	-35.6	OK	OK	OK	0.024
PIEDRITTO	34	0.74	-920.789	24.037	-25.546	0.00	0.00	-1.518	-0.962	36.0	OK	OK	OK	0.028

PIEDRITTO	33	0.75	-925.980	55.058	-24.872	0.00	0.00	-1.512	-0.974	82.1	OK	OK	OK	0.027
PIEDRITTO	32	0.74	-926.533	62.177	-20.367	0.00	0.00	-1.478	-1.030	93.5	OK	OK	OK	0.022
PIEDRITTO	31	0.74	-933.562	35.610	-17.166	0.00	0.00	-1.443	-1.070	53.3	OK	OK	OK	0.018
PIEDRITTO	30	0.75	-929.224	-28.034	-15.909	0.00	0.00	-1.412	-1.071	-41.6	OK	OK	OK	0.017
PIEDRITTO	29	0.75	-913.604	-73.066	-17.332	0.00	0.00	-1.397	-1.030	-107.8	OK	OK	OK	0.019
PIEDRITTO	28	0.75	-901.553	-36.610	-20.571	0.00	0.00	-1.426	-0.985	-54.4	OK	OK	OK	0.023
PIEDRITTO	27	0.75	-907.203	15.713	-20.109	0.00	0.00	-1.417	-0.992	23.2	OK	OK	OK	0.022
PIEDRITTO	26	0.76	-914.091	35.056	-16.622	0.00	0.00	-1.376	-1.031	51.3	OK	OK	OK	0.018
PIEDRITTO	25	0.77	-916.222	15.997	-13.293	0.00	0.00	-1.332	-1.060	23.2	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	24	0.77	-907.818	-49.933	-9.421	0.00	0.00	-1.269	-1.080	-71.8	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	23	0.77	-876.676	-121.314	-6.975	0.00	0.00	-1.209	-1.068	-175.0	OK	OK	OK	0.008
PIEDRITTO	22	0.77	-859.298	-104.598	-10.199	0.00	0.00	-1.223	-1.016	-151.4	OK	OK	OK	0.012
PIEDRITTO	21	0.78	-863.711	-25.406	-14.144	0.00	0.00	-1.255	-0.973	-36.4	OK	OK	OK	0.016
PIEDRITTO	20	0.79	-879.251	10.646	-13.964	0.00	0.00	-1.241	-0.975	14.9	OK	OK	OK	0.016
PIEDRITTO	19	0.80	-881.948	3.909	-9.501	0.00	0.00	-1.188	-1.011	5.4	OK	OK	OK	0.011
PIEDRITTO	18	0.81	-878.685	-54.757	-4.505	0.00	0.00	-1.124	-1.042	-75.0	OK	OK	OK	0.005
PIEDRITTO	17	0.82	-846.931	-173.428	3.443	0.00	0.00	-1.063	-1.002	-234.9	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	16	0.83	-826.419	-183.471	-1.096	0.00	0.00	-1.005	-0.986	-245.6	OK	OK	OK	0.001
PIEDRITTO	15	0.84	-838.764	-64.695	-14.170	0.00	0.00	-1.119	-0.878	-85.6	OK	OK	OK	0.017
PIEDRITTO	14	0.84	-831.393	-5.985	-13.516	0.00	0.00	-1.104	-0.875	-7.9	OK	OK	OK	0.016
PIEDRITTO	13	0.85	-838.558	1.416	-9.125	0.00	0.00	-1.061	-0.910	1.8	OK	OK	OK	0.011
PIEDRITTO	12	0.86	-837.855	-48.099	-2.317	0.00	0.00	-0.991	-0.954	-62.0	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	11	0.88	-810.921	-167.136	8.356	0.00	0.00	-0.983	-0.854	-210.3	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	10	0.89	-776.733	-205.678	8.113	0.00	0.00	-0.929	-0.807	-255.5	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	9	0.91	-783.656	-103.709	-5.103	0.00	0.00	-0.902	-0.827	-127.1	OK	OK	OK	0.007
PIEDRITTO	8	0.92	-792.451	-11.496	-7.377	0.00	0.00	-0.915	-0.810	-13.9	OK	OK	OK	0.009
PIEDRITTO	7	0.92	-791.175	16.823	-0.867	0.00	0.00	-0.865	-0.853	20.3	OK	OK	OK	0.001
PIEDRITTO	6	0.93	-788.537	-20.279	7.762	0.00	0.00	-0.897	-0.791	-24.1	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	5	0.96	-765.526	-128.801	19.349	0.00	0.00	-0.927	-0.673	-149.5	OK	OK	OK	0.025
PIEDRITTO	4	0.97	-721.033	-208.236	27.655	0.00	0.00	-0.919	-0.567	-238.4	OK	OK	OK	0.038
PIEDRITTO	3	0.98	-719.015	-129.557	18.538	0.00	0.00	-0.845	-0.616	-146.3	OK	OK	OK	0.026
PIEDRITTO	2	1.00	-738.514	-2.960	11.415	0.00	0.00	-0.808	-0.671	-3.3	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	1	1.02	-758.813	40.725	14.770	0.00	0.00	-0.827	-0.657	44.3	OK	OK	OK	0.019
PIEDRITTO	48	0.78	-1016.972	-68.992	6.602	0.00	0.00	-1.361	-1.232	-97.7	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	47	0.78	-1016.453	-73.362	4.816	0.00	0.00	-1.347	-1.252	-104.2	OK	OK	OK	0.005
PIEDRITTO	46	0.77	-1004.951	-43.868	5.253	0.00	0.00	-1.350	-1.245	-62.9	OK	OK	OK	0.005
PIEDRITTO	45	0.77	-996.461	-33.271	8.346	0.00	0.00	-1.373	-1.205	-47.8	OK	OK	OK	0.008
PIEDRITTO	44	0.77	-992.052	-66.833	10.372	0.00	0.00	-1.391	-1.181	-96.3	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	43	0.77	-997.048	-58.222	11.849	0.00	0.00	-1.414	-1.175	-84.0	OK	OK	OK	0.012
PIEDRITTO	42	0.77	-996.527	-8.291	12.227	0.00	0.00	-1.419	-1.171	-12.0	OK	OK	OK	0.012
PIEDRITTO	41	0.76	-979.452	-13.154	14.483	0.00	0.00	-1.440	-1.139	-19.2	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	40	0.75	-959.984	-74.313	14.096	0.00	0.00	-1.429	-1.129	-110.0	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	39	0.75	-962.089	-100.515	12.256	0.00	0.00	-1.412	-1.151	-148.7	OK	OK	OK	0.013
PIEDRITTO	38	0.74	-959.361	-101.849	7.279	0.00	0.00	-1.371	-1.213	-152.4	OK	OK	OK	0.008



PIEDRITTO	37	0.74	-967.134	-66.350	3.213	0.00	0.00	-1.336	-1.266	-99.2	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	36	0.75	-962.973	1.790	-0.075	0.00	0.00	-1.291	-1.289	2.7	OK	OK	OK	0.000
PIEDRITTO	35	0.75	-950.759	50.373	3.473	0.00	0.00	-1.307	-1.232	74.7	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	34	0.74	-929.870	15.993	6.901	0.00	0.00	-1.328	-1.178	23.9	OK	OK	OK	0.007
PIEDRITTO	33	0.74	-932.594	-38.342	7.354	0.00	0.00	-1.332	-1.173	-57.2	OK	OK	OK	0.008
PIEDRITTO	32	0.74	-928.335	-63.101	2.941	0.00	0.00	-1.290	-1.225	-94.9	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	31	0.74	-933.728	-52.246	-1.931	0.00	0.00	-1.278	-1.236	-78.2	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	30	0.75	-932.574	-0.893	-3.999	0.00	0.00	-1.290	-1.205	-1.3	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	29	0.75	-909.023	98.172	-6.338	0.00	0.00	-1.275	-1.140	144.9	OK	OK	OK	0.007
PIEDRITTO	28	0.75	-880.400	113.724	-2.886	0.00	0.00	-1.208	-1.146	169.0	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	27	0.75	-885.128	28.911	2.263	0.00	0.00	-1.199	-1.151	42.7	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	26	0.76	-889.559	-20.720	1.407	0.00	0.00	-1.187	-1.157	-30.3	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	25	0.77	-891.933	-28.854	-1.746	0.00	0.00	-1.183	-1.147	-41.9	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	24	0.76	-880.755	1.072	-5.722	0.00	0.00	-1.213	-1.095	1.6	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	23	0.77	-866.644	86.461	-9.939	0.00	0.00	-1.226	-1.025	124.8	OK	OK	OK	0.011
PIEDRITTO	22	0.78	-835.787	168.510	-13.433	0.00	0.00	-1.208	-0.942	240.8	OK	OK	OK	0.016
PIEDRITTO	21	0.78	-818.503	129.584	-5.129	0.00	0.00	-1.107	-1.004	185.7	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	20	0.79	-833.915	40.638	2.766	0.00	0.00	-1.077	-1.025	56.9	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	19	0.80	-837.813	-1.446	2.083	0.00	0.00	-1.064	-1.025	-2.0	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	18	0.81	-840.532	3.222	-2.992	0.00	0.00	-1.064	-1.009	4.4	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	17	0.81	-827.368	62.802	-8.369	0.00	0.00	-1.097	-0.944	86.1	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	16	0.83	-798.754	187.715	-16.021	0.00	0.00	-1.102	-0.823	251.3	OK	OK	OK	0.020
PIEDRITTO	15	0.84	-765.069	219.426	-11.856	0.00	0.00	-1.012	-0.810	290.2	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	14	0.84	-763.491	109.540	3.299	0.00	0.00	-0.937	-0.881	144.8	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	13	0.85	-773.528	23.007	7.872	0.00	0.00	-0.974	-0.844	30.0	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	12	0.86	-781.795	-6.550	3.823	0.00	0.00	-0.938	-0.876	-8.4	OK	OK	OK	0.005
PIEDRITTO	11	0.87	-782.030	19.851	-2.475	0.00	0.00	-0.915	-0.876	25.3	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	10	0.89	-766.623	113.742	-10.498	0.00	0.00	-0.935	-0.778	141.2	OK	OK	OK	0.014
PIEDRITTO	9	0.91	-718.374	227.067	-18.418	0.00	0.00	-0.927	-0.658	278.3	OK	OK	OK	0.026
PIEDRITTO	8	0.92	-702.299	187.803	-10.787	0.00	0.00	-0.841	-0.688	227.1	OK	OK	OK	0.015
PIEDRITTO	7	0.92	-712.597	44.197	0.899	0.00	0.00	-0.780	-0.767	53.3	OK	OK	OK	0.001
PIEDRITTO	6	0.94	-731.318	-32.822	-0.464	0.00	0.00	-0.778	-0.771	-38.6	OK	OK	OK	0.001
PIEDRITTO	5	0.96	-733.379	-45.195	-8.391	0.00	0.00	-0.821	-0.711	-52.4	OK	OK	OK	0.011
PIEDRITTO	4	0.97	-725.254	10.932	-19.837	0.00	0.00	-0.873	-0.621	12.5	OK	OK	OK	0.027
PIEDRITTO	3	0.99	-695.449	144.210	-36.216	0.00	0.00	-0.919	-0.480	161.1	OK	OK	OK	0.052
PIEDRITTO	2	1.00	-658.415	194.253	-40.629	0.00	0.00	-0.904	-0.415	216.2	OK	OK	OK	0.062
PIEDRITTO	1	1.02	-673.725	94.249	-29.308	0.00	0.00	-0.827	-0.491	102.4	OK	OK	OK	0.044
CALOTTA	791	0.79	-1021.834	-72.679	-7.104	0.00	0.00	-1.367	-1.230	-102.6	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	792	0.78	-1019.794	-85.855	-7.009	0.00	0.00	-1.369	-1.232	-121.6	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	793	0.78	-1012.811	-62.887	-7.082	0.00	0.00	-1.368	-1.228	-89.6	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	794	0.78	-1015.234	-70.871	-6.839	0.00	0.00	-1.365	-1.231	-100.7	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	795	0.77	-1005.134	-83.913	-5.701	0.00	0.00	-1.364	-1.249	-121.2	OK	OK	OK	0.006
CALOTTA	796	0.76	-1003.300	-70.731	-5.170	0.00	0.00	-1.365	-1.259	-102.8	OK	OK	OK	0.005
CALOTTA	797	0.76	-1004.237	-74.912	-5.385	0.00	0.00	-1.373	-1.262	-109.2	OK	OK	OK	0.005

CALOTTA	798	0.75	-994.026	-51.833	-4.229	0.00	0.00	-1.362	-1.273	-76.3	OK	OK	OK	0.004
CALOTTA	799	0.75	-984.555	-63.293	-3.945	0.00	0.00	-1.354	-1.270	-93.7	OK	OK	OK	0.004
CALOTTA	800	0.74	-962.783	-65.724	-4.459	0.00	0.00	-1.355	-1.256	-99.0	OK	OK	OK	0.005
CALOTTA	801	0.74	-955.015	-55.545	-4.036	0.00	0.00	-1.340	-1.251	-83.7	OK	OK	OK	0.004
CALOTTA	802	0.73	-932.418	-60.136	-2.460	0.00	0.00	-1.308	-1.253	-91.8	OK	OK	OK	0.003
CALOTTA	803	0.73	-906.906	-41.396	4.263	0.00	0.00	-1.298	-1.201	-63.4	OK	OK	OK	0.005
CALOTTA	804	0.72	-880.745	-45.939	9.302	0.00	0.00	-1.326	-1.112	-70.7	OK	OK	OK	0.011
CALOTTA	805	0.72	-862.902	-35.207	10.785	0.00	0.00	-1.329	-1.078	-54.6	OK	OK	OK	0.012
CALOTTA	806	0.71	-848.658	-37.687	12.619	0.00	0.00	-1.338	-1.040	-58.7	OK	OK	OK	0.015
CALOTTA	807	0.71	-834.220	-33.390	13.302	0.00	0.00	-1.332	-1.016	-52.2	OK	OK	OK	0.016
CALOTTA	808	0.71	-823.189	-20.118	14.349	0.00	0.00	-1.334	-0.991	-31.6	OK	OK	OK	0.017
CALOTTA	809	0.71	-811.182	-24.675	14.508	0.00	0.00	-1.319	-0.972	-38.7	OK	OK	OK	0.018
CALOTTA	810	0.70	-794.024	-21.450	14.965	0.00	0.00	-1.315	-0.950	-34.0	OK	OK	OK	0.019
CALOTTA	811	0.70	-790.438	-11.052	15.030	0.00	0.00	-1.309	-0.943	-17.5	OK	OK	OK	0.019
CALOTTA	812	0.70	-788.882	0.441	13.204	0.00	0.00	-1.285	-0.963	0.7	OK	OK	OK	0.017
CALOTTA	813	0.70	-778.964	3.046	11.880	0.00	0.00	-1.265	-0.971	4.9	OK	OK	OK	0.015
CALOTTA	814	0.70	-779.235	10.760	13.549	0.00	0.00	-1.274	-0.944	17.0	OK	OK	OK	0.017
CALOTTA	815	0.70	-760.430	12.597	13.850	0.00	0.00	-1.266	-0.922	20.1	OK	OK	OK	0.018
CALOTTA	816	0.70	-767.538	11.325	16.023	0.00	0.00	-1.287	-0.898	17.9	OK	OK	OK	0.021
CALOTTA	817	0.70	-758.580	23.511	16.237	0.00	0.00	-1.289	-0.888	37.5	OK	OK	OK	0.021
CALOTTA	818	0.70	-764.079	23.710	18.112	0.00	0.00	-1.310	-0.868	37.5	OK	OK	OK	0.024
CALOTTA	819	0.70	-763.818	33.345	19.489	0.00	0.00	-1.325	-0.851	52.8	OK	OK	OK	0.026
CALOTTA	820	0.70	-759.599	44.285	20.322	0.00	0.00	-1.331	-0.835	70.2	OK	OK	OK	0.027
CALOTTA	821	0.71	-766.969	43.025	21.800	0.00	0.00	-1.344	-0.822	67.5	OK	OK	OK	0.028
CALOTTA	822	0.71	-771.156	46.908	23.080	0.00	0.00	-1.365	-0.813	73.6	OK	OK	OK	0.030
CALOTTA	823	0.71	-772.111	52.750	24.394	0.00	0.00	-1.376	-0.797	82.5	OK	OK	OK	0.032
CALOTTA	824	0.71	-774.532	62.390	25.671	0.00	0.00	-1.388	-0.783	97.1	OK	OK	OK	0.033
CALOTTA	825	0.72	-778.864	59.456	27.160	0.00	0.00	-1.403	-0.769	92.1	OK	OK	OK	0.035
CALOTTA	826	0.72	-783.361	64.538	28.195	0.00	0.00	-1.409	-0.760	99.3	OK	OK	OK	0.036
CALOTTA	827	0.73	-790.560	68.081	29.242	0.00	0.00	-1.422	-0.756	104.2	OK	OK	OK	0.037
CALOTTA	828	0.73	-792.832	69.225	28.137	0.00	0.00	-1.407	-0.770	105.6	OK	OK	OK	0.035
CALOTTA	829	0.74	-808.384	72.406	27.673	0.00	0.00	-1.402	-0.791	109.1	OK	OK	OK	0.034
CALOTTA	830	0.74	-810.741	73.833	26.331	0.00	0.00	-1.390	-0.809	111.2	OK	OK	OK	0.032
CALOTTA	831	0.75	-829.667	72.493	25.818	0.00	0.00	-1.381	-0.830	107.3	OK	OK	OK	0.031
CALOTTA	832	0.75	-836.969	77.915	24.956	0.00	0.00	-1.372	-0.846	114.7	OK	OK	OK	0.030
CALOTTA	833	0.76	-842.139	78.687	23.118	0.00	0.00	-1.344	-0.866	114.7	OK	OK	OK	0.027
CALOTTA	834	0.76	-843.196	86.848	21.153	0.00	0.00	-1.320	-0.886	126.2	OK	OK	OK	0.025
CALOTTA	835	0.77	-845.251	81.052	17.678	0.00	0.00	-1.278	-0.920	117.1	OK	OK	OK	0.021
CALOTTA	836	0.78	-877.288	76.295	10.611	0.00	0.00	-1.226	-1.018	108.4	OK	OK	OK	0.012
CALOTTA	837	0.78	-883.833	89.153	6.904	0.00	0.00	-1.201	-1.065	127.0	OK	OK	OK	0.008
CALOTTA	838	0.78	-893.346	85.243	2.797	0.00	0.00	-1.166	-1.112	120.8	OK	OK	OK	0.003

**CENTINE 1 HE 200 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 0.5 GIORNI**

INPUT PROGRAM							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2										
120	1001	beam	0.3	-14.520	-43.730	-8.079	30.00	30.00	-0.3	-9.7	11.7	-23.4	OK	OK	OK	OK	6.2	5.1
119	1001	beam	0.3	-43.210	-75.610	-22.040	30.00	30.00	-0.8078	-26.7	31.5	-40.4	OK	OK	OK	OK	16.6	14.1
118	1001	beam	0.3	-71.280	34.850	22.040	30.00	30.00	-0.8438	27.1	-29.3	18.6	OK	OK	OK	OK	15.4	14.3
117	1001	beam	0.3	-100.600	45.550	15.610	30.00	30.00	-0.6598	11.8	-25.1	24.3	OK	OK	OK	OK	13.2	6.2
116	1001	beam	0.3	-126.400	-61.100	-18.480	30.00	30.00	-0.7901	-30.4	12.9	-32.6	OK	OK	OK	OK	6.8	16.0
115	1001	beam	0.3	-151.500	-1.516	-18.760	30.00	30.00	-0.8305	-32.8	9.9	-0.8	OK	OK	OK	OK	5.2	17.2
114	1001	beam	0.3	-176.900	59.580	18.760	30.00	30.00	-0.8621	6.6	-34.9	31.8	OK	OK	OK	OK	18.4	3.5
113	1001	beam	0.3	-200.900	-24.170	-12.230	30.00	30.00	-0.6787	-29.9	-5.2	-12.9	OK	OK	OK	OK	2.7	15.8
112	1001	beam	0.3	-223.400	-78.000	-26.640	30.00	30.00	-1.1896	-47.2	13.0	-41.7	OK	OK	OK	OK	6.8	24.9
111	1001	beam	0.3	-245.400	40.450	26.640	30.00	30.00	-1.2169	10.1	-49.1	21.6	OK	OK	OK	OK	25.8	5.3
110	1001	beam	0.3	-270.500	97.130	19.170	30.00	30.00	-0.9994	-3.7	-43.1	51.9	OK	OK	OK	OK	22.7	2.0
109	1001	beam	0.3	-293.100	0.052	1.247	30.00	30.00	-0.5000	-24.4	-26.9	0.0	OK	OK	OK	OK	14.2	12.9
108	1001	beam	0.3	-315.100	-58.990	-14.010	30.00	30.00	-0.9105	-41.7	-13.5	-31.5	OK	OK	OK	OK	7.1	22.0
107	1001	beam	0.3	-338.300	88.000	14.010	30.00	30.00	-0.9472	-15.5	-43.7	47.0	OK	OK	OK	OK	23.0	8.2
106	1001	beam	0.3	-367.000	50.530	15.990	30.00	30.00	-1.0508	-16.1	-48.2	27.0	OK	OK	OK	OK	25.4	8.5
105	1001	beam	0.3	-388.800	-74.000	-15.990	30.00	30.00	-1.0853	-50.2	-18.0	-39.5	OK	OK	OK	OK	9.5	26.4
104	1001	beam	0.3	-410.000	12.610	2.697	30.00	30.00	-0.7275	-33.2	-38.6	6.7	OK	OK	OK	OK	20.3	17.5
103	1001	beam	0.3	-432.300	48.190	13.120	30.00	30.00	-1.0696	-24.7	-51.1	25.7	OK	OK	OK	OK	26.9	13.0
102	1001	beam	0.3	-452.400	-42.550	-13.120	30.00	30.00	-1.1013	-52.8	-26.4	-22.7	OK	OK	OK	OK	13.9	27.8
101	1001	beam	0.3	-471.800	-45.650	-5.982	30.00	30.00	-0.9219	-47.4	-35.3	-24.4	OK	OK	OK	OK	18.6	24.9
100	1001	beam	0.3	-490.900	60.230	7.049	30.00	30.00	-0.9835	-35.9	-50.1	32.2	OK	OK	OK	OK	26.4	18.9
99	1001	beam	0.3	-511.300	1.234	7.314	30.00	30.00	-1.0235	-37.4	-52.2	0.7	OK	OK	OK	OK	27.5	19.7
98	1001	beam	0.3	-529.100	-71.850	-8.246	30.00	30.00	-1.0791	-54.7	-38.1	-38.4	OK	OK	OK	OK	20.0	28.8
97	1001	beam	0.3	-546.400	55.290	8.247	30.00	30.00	-1.1065	-39.6	-56.2	29.5	OK	OK	OK	OK	29.6	20.8
96	1001	beam	0.3	-566.700	32.920	10.850	30.00	30.00	-1.2152	-38.7	-60.6	17.6	OK	OK	OK	OK	31.9	20.4
95	1001	beam	0.3	-582.800	-61.380	-10.850	30.00	30.00	-1.2407	-62.0	-40.2	-32.8	OK	OK	OK	OK	21.1	32.6
94	1001	beam	0.3	-598.600	-6.476	-3.846	30.00	30.00	-1.0595	-56.3	-48.6	-3.5	OK	OK	OK	OK	25.6	29.6
93	1001	beam	0.3	-614.400	28.470	3.847	30.00	30.00	-1.0845	-50.0	-57.7	15.2	OK	OK	OK	OK	30.4	26.3
92	1001	beam	0.3	-628.900	-44.340	-7.291	30.00	30.00	-1.2088	-62.4	-47.8	-23.7	OK	OK	OK	OK	25.1	32.9
91	1001	beam	0.3	-643.100	-59.810	-20.240	30.00	30.00	-1.6124	-76.7	-36.0	-31.9	OK	OK	OK	OK	18.9	40.4
90	1001	beam	0.3	-656.800	37.980	20.240	30.00	30.00	-1.6340	-37.2	-77.9	20.3	OK	OK	OK	OK	41.0	19.6
89	1001	beam	0.3	-671.000	-14.510	-15.160	30.00	30.00	-1.5069	-74.1	-43.5	-7.8	OK	OK	OK	OK	22.9	39.0
88	1001	beam	0.3	-683.800	-63.000	-28.810	30.00	30.00	-1.9290	-88.9	-30.9	-33.7	OK	OK	OK	OK	16.3	46.8
87	1001	beam	0.3	-696.100	37.360	28.810	30.00	30.00	-1.9484	-32.0	-90.0	20.0	OK	OK	OK	OK	47.4	16.8
86	1001	beam	0.3	-710.500	36.990	20.720	30.00	30.00	-1.7331	-41.4	-83.1	19.8	OK	OK	OK	OK	43.7	21.8
85	1001	beam	0.3	-722.700	35.780	12.710	30.00	30.00	-1.5166	-50.5	-76.1	19.1	OK	OK	OK	OK	40.1	26.6
84	1001	beam	0.3	-746.000	29.040	4.967	30.00	30.00	-1.3255	-60.4	-70.4	15.5	OK	OK	OK	OK	37.0	31.8
83	1001	beam	0.3	-756.300	9.387	2.753	30.00	30.00	-1.2766	-63.5	-69.0	5.0	OK	OK	OK	OK	36.3	33.4
82	1001	beam	0.3	-766.100	24.120	7.596	30.00	30.00	-1.4346	-59.5	-74.8	12.9	OK	OK	OK	OK	39.4	31.3

81	1001	beam	0.3	-775.200	-8.189	-7.594	30.00	30.00	-1.4490	-75.6	-60.3	-4.4	OK	OK	OK	OK	31.7	39.8
80	1001	beam	0.3	-783.500	29.360	11.850	30.00	30.00	-1.5874	-56.7	-80.6	15.7	OK	OK	OK	OK	42.4	29.9
79	1001	beam	0.3	-791.800	-14.440	-11.850	30.00	30.00	-1.6005	-81.3	-57.5	-7.7	OK	OK	OK	OK	30.2	42.8
78	1001	beam	0.3	-798.900	23.390	13.650	30.00	30.00	-1.6647	-56.3	-83.7	12.5	OK	OK	OK	OK	44.1	29.6
77	1001	beam	0.3	-806.200	-9.753	-13.650	30.00	30.00	-1.6762	-84.4	-56.9	-5.2	OK	OK	OK	OK	30.0	44.4
76	1001	beam	0.3	-812.200	6.664	13.020	30.00	30.00	-1.6672	-58.1	-84.3	3.6	OK	OK	OK	OK	44.4	30.6
75	1001	beam	0.3	-818.000	-0.351	-13.020	30.00	30.00	-1.6763	-84.8	-58.6	-0.2	OK	OK	OK	OK	30.8	44.6
74	1001	beam	0.3	-823.100	-3.288	-12.950	30.00	30.00	-1.6823	-85.2	-59.1	-1.8	OK	OK	OK	OK	31.1	44.8
73	1001	beam	0.3	-827.800	9.383	14.180	30.00	30.00	-1.7260	-58.3	-86.8	5.0	OK	OK	OK	OK	45.7	30.7
72	1001	beam	0.3	-831.900	-13.970	-14.180	30.00	30.00	-1.7324	-87.2	-58.6	-7.5	OK	OK	OK	OK	30.9	45.9
71	1001	beam	0.3	-835.600	19.470	15.280	30.00	30.00	-1.7707	-57.8	-88.6	10.4	OK	OK	OK	OK	46.6	30.4
70	1001	beam	0.3	-838.800	-21.800	-15.280	30.00	30.00	-1.7757	-88.9	-58.1	-11.6	OK	OK	OK	OK	30.6	46.8
69	1001	beam	0.3	-841.700	16.130	14.140	30.00	30.00	-1.7468	-59.5	-88.0	8.6	OK	OK	OK	OK	46.3	31.3
68	1001	beam	0.3	-844.000	-20.730	-14.140	30.00	30.00	-1.7504	-88.2	-59.7	-11.1	OK	OK	OK	OK	31.4	46.4
67	1001	beam	0.3	-846.000	3.038	10.590	30.00	30.00	-1.6491	-63.5	-84.8	1.6	OK	OK	OK	OK	44.6	33.4
66	1001	beam	0.3	-847.500	-9.494	-10.580	30.00	30.00	-1.6511	-84.9	-63.6	-5.1	OK	OK	OK	OK	33.5	44.7
65	1001	beam	0.3	-848.600	-5.248	-8.675	30.00	30.00	-1.5968	-83.1	-65.6	-2.8	OK	OK	OK	OK	34.5	43.7
64	1001	beam	0.3	-849.600	3.812	8.384	30.00	30.00	-1.5898	-66.0	-82.9	2.0	OK	OK	OK	OK	43.6	34.7
63	1001	beam	0.3	-850.100	-11.880	-8.384	30.00	30.00	-1.5906	-82.9	-66.1	-6.3	OK	OK	OK	OK	34.8	43.6
62	1001	beam	0.3	-850.600	18.300	9.671	30.00	30.00	-1.6293	-64.8	-84.3	9.8	OK	OK	OK	OK	44.4	34.1
61	1001	beam	0.3	-850.700	-18.360	-9.671	30.00	30.00	-1.6294	-84.3	-64.8	-9.8	OK	OK	OK	OK	34.1	44.4
60	1001	beam	0.3	-850.500	21.150	10.230	30.00	30.00	-1.6456	-64.2	-84.8	11.3	OK	OK	OK	OK	44.6	33.8
59	1001	beam	0.3	-850.300	-16.510	-10.230	30.00	30.00	-1.6453	-84.8	-64.2	-8.8	OK	OK	OK	OK	33.8	44.6
58	1001	beam	0.3	-849.500	12.560	9.438	30.00	30.00	-1.6207	-64.9	-83.9	6.7	OK	OK	OK	OK	44.2	34.2
57	1001	beam	0.3	-848.700	-5.654	-9.438	30.00	30.00	-1.6194	-83.9	-64.9	-3.0	OK	OK	OK	OK	34.1	44.1
56	1001	beam	0.3	-847.300	1.873	8.678	30.00	30.00	-1.5948	-65.5	-83.0	1.0	OK	OK	OK	OK	43.7	34.5
55	1001	beam	0.3	-845.700	4.158	9.513	30.00	30.00	-1.6169	-64.5	-83.7	2.2	OK	OK	OK	OK	44.0	34.0
54	1001	beam	0.3	-843.700	-8.401	-9.512	30.00	30.00	-1.6137	-83.5	-64.4	-4.5	OK	OK	OK	OK	33.9	43.9
53	1001	beam	0.3	-841.500	15.110	10.860	30.00	30.00	-1.6499	-62.8	-84.7	8.1	OK	OK	OK	OK	44.6	33.1
52	1001	beam	0.3	-838.700	-19.840	-10.860	30.00	30.00	-1.6455	-84.4	-62.6	-10.6	OK	OK	OK	OK	32.9	44.4
51	1001	beam	0.3	-835.800	19.820	10.860	30.00	30.00	-1.6409	-62.3	-84.2	10.6	OK	OK	OK	OK	44.3	32.8
50	1001	beam	0.3	-832.600	-19.310	-10.860	30.00	30.00	-1.6358	-83.9	-62.0	-10.3	OK	OK	OK	OK	32.6	44.2
49	1001	beam	0.3	-828.900	15.650	10.120	30.00	30.00	-1.6082	-62.5	-82.8	8.4	OK	OK	OK	OK	43.6	32.9
48	1001	beam	0.3	-825.100	-6.427	-10.120	30.00	30.00	-1.6022	-82.5	-62.1	-3.4	OK	OK	OK	OK	32.7	43.4
47	1001	beam	0.3	-820.700	7.005	10.240	30.00	30.00	-1.5988	-61.6	-82.2	3.7	OK	OK	OK	OK	43.3	32.4
46	1001	beam	0.3	-816.000	4.989	11.240	30.00	30.00	-1.6208	-60.2	-82.8	2.7	OK	OK	OK	OK	43.6	31.7
45	1001	beam	0.3	-810.600	-1.853	-11.240	30.00	30.00	-1.6122	-82.3	-59.7	-1.0	OK	OK	OK	OK	31.4	43.3
44	1001	beam	0.3	-804.800	14.880	13.860	30.00	30.00	-1.6802	-56.6	-84.5	7.9	OK	OK	OK	OK	44.5	29.8
43	1001	beam	0.3	-798.200	-19.090	-13.860	30.00	30.00	-1.6698	-83.9	-56.0	-10.2	OK	OK	OK	OK	29.5	44.2
42	1001	beam	0.3	-791.200	18.140	13.670	30.00	30.00	-1.6531	-55.6	-83.1	9.7	OK	OK	OK	OK	43.7	29.3
41	1001	beam	0.3	-783.300	-25.640	-13.670	30.00	30.00	-1.6406	-82.4	-54.9	-13.7	OK	OK	OK	OK	28.9	43.4
40	1001	beam	0.3	-775.100	11.310	10.790	30.00	30.00	-1.5429	-57.1	-78.8	6.0	OK	OK	OK	OK	41.5	30.0
39	1001	beam	0.3	-766.200	-19.680	-10.790	30.00	30.00	-1.5288	-78.0	-56.3	-10.5	OK	OK	OK	OK	29.6	41.1
38	1001	beam	0.3	-756.500	-5.200	-6.843	30.00	30.00	-1.3973	-73.2	-59.4	-2.8	OK	OK	OK	OK	31.3	38.5

37	1001	beam	0.3	-746.200	-23.610	-5.798	30.00	30.00	-1.3502	-71.2	-59.6	-12.6	OK	OK	OK	OK	31.3	37.5
36	1001	beam	0.3	-722.700	-30.720	-5.595	30.00	30.00	-1.3071	-69.0	-57.7	-16.4	OK	OK	OK	OK	30.4	36.3
35	1001	beam	0.3	-710.300	-33.150	-12.770	30.00	30.00	-1.4987	-75.1	-49.4	-17.7	OK	OK	OK	OK	26.0	39.5
34	1001	beam	0.3	-695.400	-38.630	-21.130	30.00	30.00	-1.7212	-82.2	-39.7	-20.6	OK	OK	OK	OK	20.9	43.3
33	1001	beam	0.3	-682.600	56.920	21.130	30.00	30.00	-1.7010	-38.6	-81.1	30.4	OK	OK	OK	OK	42.7	20.3
32	1001	beam	0.3	-669.400	2.931	8.807	30.00	30.00	-1.3174	-49.8	-67.5	1.6	OK	OK	OK	OK	35.5	26.2
31	1001	beam	0.3	-653.700	-52.890	-19.620	30.00	30.00	-1.6109	-77.0	-37.5	-28.3	OK	OK	OK	OK	19.8	40.5
30	1001	beam	0.3	-639.500	44.400	19.620	30.00	30.00	-1.5884	-36.3	-75.8	23.7	OK	OK	OK	OK	39.9	19.1
29	1001	beam	0.3	-625.000	30.380	10.000	30.00	30.00	-1.2823	-44.7	-64.8	16.2	OK	OK	OK	OK	34.1	23.5
28	1001	beam	0.3	-609.800	-37.420	-11.520	30.00	30.00	-1.3031	-65.0	-41.8	-20.0	OK	OK	OK	OK	22.0	34.2
27	1001	beam	0.3	-593.700	4.295	11.520	30.00	30.00	-1.2776	-40.4	-63.6	2.3	OK	OK	OK	OK	33.5	21.3
26	1001	beam	0.3	-578.000	65.730	10.590	30.00	30.00	-1.2254	-40.0	-61.3	35.1	OK	OK	OK	OK	32.3	21.0
25	1001	beam	0.3	-562.200	-22.240	-3.649	30.00	30.00	-0.9961	-52.9	-45.6	-11.9	OK	OK	OK	OK	24.0	27.9
24	1001	beam	0.3	-543.700	-43.880	-10.670	30.00	30.00	-1.1724	-58.3	-36.8	-23.4	OK	OK	OK	OK	19.4	30.7
23	1001	beam	0.3	-526.000	78.560	10.670	30.00	30.00	-1.1456	-35.4	-56.8	42.0	OK	OK	OK	OK	29.9	18.6
22	1001	beam	0.3	-508.600	0.581	6.474	30.00	30.00	-0.9945	-38.1	-51.1	0.3	OK	OK	OK	OK	26.9	20.0
21	1001	beam	0.3	-488.500	-62.400	-7.028	30.00	30.00	-0.9791	-49.9	-35.7	-33.3	OK	OK	OK	OK	18.8	26.3
20	1001	beam	0.3	-469.800	41.580	7.028	30.00	30.00	-0.9495	-34.1	-48.2	22.2	OK	OK	OK	OK	25.4	17.9
19	1001	beam	0.3	-450.800	37.440	10.090	30.00	30.00	-1.0096	-29.3	-49.7	20.0	OK	OK	OK	OK	26.1	15.4
18	1001	beam	0.3	-430.900	-53.880	-10.090	30.00	30.00	-0.9782	-47.9	-27.6	-28.8	OK	OK	OK	OK	14.5	25.2
17	1001	beam	0.3	-408.600	-18.320	-5.537	30.00	30.00	-0.8089	-41.4	-30.2	-9.8	OK	OK	OK	OK	15.9	21.8
16	1001	beam	0.3	-387.700	69.650	9.547	30.00	30.00	-0.8939	-24.4	-43.6	37.2	OK	OK	OK	OK	22.9	12.8
15	1001	beam	0.3	-366.300	-52.730	-9.547	30.00	30.00	-0.8601	-41.7	-22.5	-28.2	OK	OK	OK	OK	11.8	21.9
14	1001	beam	0.3	-337.800	-87.450	-20.810	30.00	30.00	-1.1488	-50.6	-8.5	-46.7	OK	OK	OK	OK	4.5	26.6
13	1001	beam	0.3	-314.700	73.220	20.810	30.00	30.00	-1.1149	-6.2	-48.6	39.1	OK	OK	OK	OK	25.6	3.3
12	1001	beam	0.3	-292.900	21.310	4.953	30.00	30.00	-0.6088	-20.7	-30.7	11.4	OK	OK	OK	OK	16.1	10.9
11	1001	beam	0.3	-270.400	-117.700	-22.730	30.00	30.00	-1.1165	-46.9	1.1	-62.9	OK	OK	OK	OK	0.6	24.7
10	1001	beam	0.3	-245.100	-31.390	-28.530	30.00	30.00	-1.2812	-51.1	13.1	-16.8	OK	OK	OK	OK	6.9	26.9
9	1001	beam	0.3	-223.100	129.300	28.530	30.00	30.00	-1.2540	16.0	-49.2	69.1	OK	OK	OK	OK	25.9	8.4
8	1001	beam	0.3	-200.400	38.210	4.644	30.00	30.00	-0.4535	-12.9	-22.2	20.4	OK	OK	OK	OK	11.7	6.8
7	1001	beam	0.3	-176.000	-94.900	-15.100	30.00	30.00	-0.7369	-30.9	1.2	-50.7	OK	OK	OK	OK	0.6	16.3
6	1001	beam	0.3	-149.400	-14.030	-17.690	30.00	30.00	-0.7912	-31.5	8.5	-7.5	OK	OK	OK	OK	4.5	16.6
5	1001	beam	0.3	-124.400	57.100	17.690	30.00	30.00	-0.7605	11.9	-29.3	30.5	OK	OK	OK	OK	15.4	6.2
4	1001	beam	0.3	-98.570	-86.650	-23.140	30.00	30.00	-0.9157	-32.8	24.8	-46.3	OK	OK	OK	OK	13.1	17.3
3	1001	beam	0.3	-68.090	-58.800	-34.010	30.00	30.00	-1.2484	-41.3	48.3	-31.4	OK	OK	OK	OK	25.4	21.8
2	1001	beam	0.3	-41.060	95.680	34.010	30.00	30.00	-1.2130	52.6	-38.8	51.1	OK	OK	OK	OK	20.4	27.7
1	1001	beam	0.3	-13.750	88.410	16.330	30.00	30.00	-0.5745	26.2	-18.1	47.2	OK	OK	OK	OK	9.5	13.8

**CENTINE 1 HE 200 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 3 GIORNI**

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	σc [Mpa]	σs.inf [Mpa]	σs.sup [Mpa]	τ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2										
120	1001	beam	0.3	-31.240	-103.900	-19.190	30.00	30.00	-1.5	-10.1	26.3	-55.5	OK	OK	OK	OK	13.9	5.3
119	1001	beam	0.3	-93.270	-139.700	-45.000	30.00	30.00	-3.5	-24.8	58.5	-74.6	OK	OK	OK	OK	30.8	13.0
118	1001	beam	0.3	-154.400	95.120	44.990	30.00	30.00	-3.5	49.0	-27.7	50.8	OK	OK	OK	OK	14.6	25.8
117	1001	beam	0.3	-219.800	112.300	27.420	30.00	30.00	-2.2	12.9	-21.8	60.0	OK	OK	OK	OK	11.5	6.8
116	1001	beam	0.3	-277.600	-70.400	-19.690	30.00	30.00	-1.7	-19.6	-0.7	-37.6	OK	OK	OK	OK	0.4	10.3
115	1001	beam	0.3	-333.400	25.050	19.690	30.00	30.00	-1.8	-3.6	-21.5	13.4	OK	OK	OK	OK	11.3	1.9
114	1001	beam	0.3	-390.600	110.100	15.060	30.00	30.00	-1.8	-8.0	-21.6	58.8	OK	OK	OK	OK	11.3	4.2
113	1001	beam	0.3	-444.200	-38.240	-5.264	30.00	30.00	-1.4	-19.2	-14.4	-20.4	OK	OK	OK	OK	7.6	10.1
112	1001	beam	0.3	-494.900	-139.200	-27.520	30.00	30.00	-2.7	-31.1	-6.2	-74.4	OK	OK	OK	OK	3.3	16.4
111	1001	beam	0.3	-544.200	49.250	27.520	30.00	30.00	-2.8	-8.1	-33.0	26.3	OK	OK	OK	OK	17.4	4.3
110	1001	beam	0.3	-596.800	127.500	18.430	30.00	30.00	-2.5	-14.2	-30.9	68.1	OK	OK	OK	OK	16.2	7.5
109	1001	beam	0.3	-645.100	-30.080	-5.103	30.00	30.00	-1.9	-26.7	-22.1	-16.1	OK	OK	OK	OK	11.6	14.0
108	1001	beam	0.3	-693.900	-118.600	-26.140	30.00	30.00	-3.1	-38.0	-14.4	-63.4	OK	OK	OK	OK	7.6	20.0
107	1001	beam	0.3	-745.000	122.800	26.140	30.00	30.00	-3.2	-16.3	-40.0	65.6	OK	OK	OK	OK	21.0	8.6
106	1001	beam	0.3	-802.300	54.450	12.250	30.00	30.00	-2.7	-24.8	-35.8	29.1	OK	OK	OK	OK	18.9	13.0
105	1001	beam	0.3	-850.000	-124.700	-14.760	30.00	30.00	-2.9	-38.8	-25.5	-66.6	OK	OK	OK	OK	13.4	20.4
104	1001	beam	0.3	-896.200	22.660	14.760	30.00	30.00	-3.0	-27.2	-40.5	12.1	OK	OK	OK	OK	21.3	14.3
103	1001	beam	0.3	-944.000	81.160	9.851	30.00	30.00	-2.9	-31.2	-40.1	43.4	OK	OK	OK	OK	21.1	16.4
102	1001	beam	0.3	-987.900	-64.190	-7.711	30.00	30.00	-2.9	-40.8	-33.8	-34.3	OK	OK	OK	OK	17.8	21.5
101	1001	beam	0.3	-1030.000	-63.140	-19.870	30.00	30.00	-3.6	-47.9	-29.9	-33.7	OK	OK	OK	OK	15.8	25.2
100	1001	beam	0.3	-1073.000	130.200	19.870	30.00	30.00	-3.8	-31.6	-49.5	69.6	OK	OK	OK	OK	26.1	16.6
99	1001	beam	0.3	-1118.000	18.290	12.270	30.00	30.00	-3.5	-36.7	-47.8	9.8	OK	OK	OK	OK	25.1	19.3
98	1001	beam	0.3	-1158.000	-111.600	-12.270	30.00	30.00	-3.6	-49.3	-38.2	-59.6	OK	OK	OK	OK	20.1	25.9
97	1001	beam	0.3	-1197.000	115.400	13.090	30.00	30.00	-3.7	-39.3	-51.1	61.6	OK	OK	OK	OK	26.9	20.7
96	1001	beam	0.3	-1241.000	52.100	24.370	30.00	30.00	-4.4	-35.9	-57.9	27.8	OK	OK	OK	OK	30.5	18.9
95	1001	beam	0.3	-1277.000	-108.600	-24.370	30.00	30.00	-4.5	-59.3	-37.2	-58.0	OK	OK	OK	OK	19.6	31.2
94	1001	beam	0.3	-1313.000	-9.733	-1.254	30.00	30.00	-3.4	-50.2	-49.0	-5.2	OK	OK	OK	OK	25.8	26.4
93	1001	beam	0.3	-1348.000	39.700	7.335	30.00	30.00	-3.8	-47.6	-54.2	21.2	OK	OK	OK	OK	28.5	25.1
92	1001	beam	0.3	-1380.000	-89.430	-12.030	30.00	30.00	-4.2	-57.6	-46.7	-47.8	OK	OK	OK	OK	24.6	30.3
91	1001	beam	0.3	-1412.000	-110.200	-35.900	30.00	30.00	-5.4	-69.6	-37.1	-58.9	OK	OK	OK	OK	19.5	36.6
90	1001	beam	0.3	-1442.000	61.410	35.900	30.00	30.00	-5.5	-38.3	-70.7	32.8	OK	OK	OK	OK	37.2	20.1
89	1001	beam	0.3	-1473.000	-43.250	-31.970	30.00	30.00	-5.4	-70.1	-41.2	-23.1	OK	OK	OK	OK	21.7	36.9
88	1001	beam	0.3	-1501.000	-119.900	-57.950	30.00	30.00	-6.8	-82.9	-30.5	-64.0	OK	OK	OK	OK	16.1	43.6
87	1001	beam	0.3	-1528.000	69.660	57.950	30.00	30.00	-6.8	-31.6	-83.9	37.2	OK	OK	OK	OK	44.2	16.6
86	1001	beam	0.3	-1559.000	58.460	42.860	30.00	30.00	-6.2	-39.5	-78.3	31.2	OK	OK	OK	OK	41.2	20.8
85	1001	beam	0.3	-1586.000	64.510	30.200	30.00	30.00	-5.6	-46.3	-73.6	34.5	OK	OK	OK	OK	38.7	24.4
84	1001	beam	0.3	-1636.000	51.730	16.230	30.00	30.00	-5.0	-54.5	-69.1	27.6	OK	OK	OK	OK	36.4	28.7
83	1001	beam	0.3	-1659.000	21.600	5.830	30.00	30.00	-4.6	-60.0	-65.3	11.5	OK	OK	OK	OK	34.4	31.6
82	1001	beam	0.3	-1682.000	50.610	8.680	30.00	30.00	-4.8	-59.6	-67.5	27.0	OK	OK	OK	OK	35.5	31.4

81	1001	beam	0.3	-1702.000	-10.650	-8.683	30.00	30.00	-4.8	-68.2	-60.4	-5.7	OK	OK	OK	OK	31.8	35.9
80	1001	beam	0.3	-1722.000	65.850	19.780	30.00	30.00	-5.4	-56.1	-74.0	35.2	OK	OK	OK	OK	38.9	29.5
79	1001	beam	0.3	-1741.000	-24.430	-19.780	30.00	30.00	-5.5	-74.7	-56.8	-13.1	OK	OK	OK	OK	29.9	39.3
78	1001	beam	0.3	-1757.000	56.810	26.290	30.00	30.00	-5.8	-54.5	-78.3	30.3	OK	OK	OK	OK	41.2	28.7
77	1001	beam	0.3	-1775.000	-14.410	-26.290	30.00	30.00	-5.9	-78.9	-55.2	-7.7	OK	OK	OK	OK	29.0	41.5
76	1001	beam	0.3	-1789.000	26.620	28.750	30.00	30.00	-6.0	-54.6	-80.6	14.2	OK	OK	OK	OK	42.4	28.7
75	1001	beam	0.3	-1804.000	11.200	30.990	30.00	30.00	-6.2	-54.2	-82.2	6.0	OK	OK	OK	OK	43.2	28.5
74	1001	beam	0.3	-1816.000	8.911	32.780	30.00	30.00	-6.3	-53.8	-83.4	4.8	OK	OK	OK	OK	43.9	28.3
73	1001	beam	0.3	-1828.000	34.770	39.760	30.00	30.00	-6.7	-51.1	-87.0	18.6	OK	OK	OK	OK	45.8	26.9
72	1001	beam	0.3	-1839.000	-13.370	-39.760	30.00	30.00	-6.7	-87.4	-51.5	-7.1	OK	OK	OK	OK	27.1	46.0
71	1001	beam	0.3	-1848.000	56.620	48.450	30.00	30.00	-7.2	-47.9	-91.7	30.2	OK	OK	OK	OK	48.3	25.2
70	1001	beam	0.3	-1857.000	-32.730	-48.450	30.00	30.00	-7.2	-92.0	-48.3	-17.5	OK	OK	OK	OK	25.4	48.4
69	1001	beam	0.3	-1864.000	47.390	51.400	30.00	30.00	-7.4	-47.2	-93.6	25.3	OK	OK	OK	OK	49.3	24.9
68	1001	beam	0.3	-1871.000	-36.970	-51.390	30.00	30.00	-7.4	-93.9	-47.5	-19.7	OK	OK	OK	OK	25.0	49.4
67	1001	beam	0.3	-1876.000	10.710	46.110	30.00	30.00	-7.1	-50.1	-91.7	5.7	OK	OK	OK	OK	48.3	26.3
66	1001	beam	0.3	-1881.000	-21.190	-46.110	30.00	30.00	-7.2	-91.9	-50.2	-11.3	OK	OK	OK	OK	26.4	48.4
65	1001	beam	0.3	-1884.000	-14.980	-41.850	30.00	30.00	-6.9	-90.1	-52.3	-8.0	OK	OK	OK	OK	27.5	47.4
64	1001	beam	0.3	-1886.000	2.050	39.250	30.00	30.00	-6.8	-53.5	-89.0	1.1	OK	OK	OK	OK	46.8	28.2
63	1001	beam	0.3	-1887.000	-34.220	-39.250	30.00	30.00	-6.8	-89.0	-53.6	-18.3	OK	OK	OK	OK	28.2	46.9
62	1001	beam	0.3	-1889.000	31.670	38.730	30.00	30.00	-6.8	-53.9	-88.9	16.9	OK	OK	OK	OK	46.8	28.4
61	1001	beam	0.3	-1889.000	-46.370	-38.720	30.00	30.00	-6.8	-88.9	-53.9	-24.8	OK	OK	OK	OK	28.4	46.8
60	1001	beam	0.3	-1889.000	42.710	37.990	30.00	30.00	-6.8	-54.2	-88.5	22.8	OK	OK	OK	OK	46.6	28.5
59	1001	beam	0.3	-1889.000	-35.470	-37.990	30.00	30.00	-6.8	-88.5	-54.2	-18.9	OK	OK	OK	OK	28.5	46.6
58	1001	beam	0.3	-1887.000	30.470	36.980	30.00	30.00	-6.7	-54.6	-88.0	16.3	OK	OK	OK	OK	46.3	28.7
57	1001	beam	0.3	-1886.000	-3.835	-36.980	30.00	30.00	-6.7	-88.0	-54.6	-2.0	OK	OK	OK	OK	28.7	46.3
56	1001	beam	0.3	-1883.000	13.780	38.980	30.00	30.00	-6.8	-53.5	-88.7	7.4	OK	OK	OK	OK	46.7	28.2
55	1001	beam	0.3	-1880.000	20.730	43.150	30.00	30.00	-7.0	-51.5	-90.5	11.1	OK	OK	OK	OK	47.6	27.1
54	1001	beam	0.3	-1876.000	-11.740	-43.150	30.00	30.00	-7.0	-90.4	-51.4	-6.3	OK	OK	OK	OK	27.1	47.6
53	1001	beam	0.3	-1871.000	36.270	48.080	30.00	30.00	-7.2	-49.0	-92.4	19.4	OK	OK	OK	OK	48.6	25.8
52	1001	beam	0.3	-1865.000	-47.700	-48.080	30.00	30.00	-7.2	-92.2	-48.8	-25.5	OK	OK	OK	OK	25.7	48.5
51	1001	beam	0.3	-1858.000	32.220	44.960	30.00	30.00	-7.0	-49.9	-90.5	17.2	OK	OK	OK	OK	47.6	26.3
50	1001	beam	0.3	-1849.000	-57.230	-44.960	30.00	30.00	-7.0	-90.2	-49.6	-30.6	OK	OK	OK	OK	26.1	47.5
49	1001	beam	0.3	-1840.000	12.440	35.960	30.00	30.00	-6.5	-53.3	-85.8	6.6	OK	OK	OK	OK	45.1	28.0
48	1001	beam	0.3	-1829.000	-33.770	-35.960	30.00	30.00	-6.5	-85.3	-52.9	-18.0	OK	OK	OK	OK	27.8	44.9
47	1001	beam	0.3	-1818.000	-5.346	-29.180	30.00	30.00	-6.1	-81.9	-55.5	-2.9	OK	OK	OK	OK	29.2	43.1
46	1001	beam	0.3	-1806.000	-3.480	-28.100	30.00	30.00	-6.1	-80.9	-55.5	-1.9	OK	OK	OK	OK	29.2	42.6
45	1001	beam	0.3	-1792.000	-17.580	-27.400	30.00	30.00	-6.0	-80.1	-55.3	-9.4	OK	OK	OK	OK	29.1	42.1
44	1001	beam	0.3	-1779.000	24.890	28.870	30.00	30.00	-6.0	-54.2	-80.3	13.3	OK	OK	OK	OK	42.2	28.5
43	1001	beam	0.3	-1763.000	-47.320	-28.870	30.00	30.00	-6.0	-79.6	-53.6	-25.3	OK	OK	OK	OK	28.2	41.9
42	1001	beam	0.3	-1747.000	32.650	25.920	30.00	30.00	-5.8	-54.3	-77.7	17.4	OK	OK	OK	OK	40.9	28.6
41	1001	beam	0.3	-1729.000	-58.810	-25.920	30.00	30.00	-5.8	-77.0	-53.6	-31.4	OK	OK	OK	OK	28.2	40.5
40	1001	beam	0.3	-1710.000	14.560	17.030	30.00	30.00	-5.3	-56.9	-72.3	7.8	OK	OK	OK	OK	38.1	30.0
39	1001	beam	0.3	-1690.000	-47.170	-17.020	30.00	30.00	-5.2	-71.5	-56.2	-25.2	OK	OK	OK	OK	29.6	37.7
38	1001	beam	0.3	-1668.000	-21.570	-7.546	30.00	30.00	-4.7	-66.4	-59.6	-11.5	OK	OK	OK	OK	31.4	35.0

37	1001	beam	0.3	-1646.000	-52.660	-7.366	30.00	30.00	-4.6	-65.5	-58.9	-28.1	OK	OK	OK	OK	31.0	34.5
36	1001	beam	0.3	-1596.000	-71.330	-22.820	30.00	30.00	-5.3	-70.6	-50.0	-38.1	OK	OK	OK	OK	26.3	37.2
35	1001	beam	0.3	-1569.000	-66.310	-37.170	30.00	30.00	-5.9	-76.1	-42.5	-35.4	OK	OK	OK	OK	22.4	40.0
34	1001	beam	0.3	-1537.000	-80.480	-54.600	30.00	30.00	-6.7	-82.7	-33.4	-43.0	OK	OK	OK	OK	17.6	43.5
33	1001	beam	0.3	-1510.000	102.600	54.590	30.00	30.00	-6.6	-32.4	-81.7	54.8	OK	OK	OK	OK	43.0	17.1
32	1001	beam	0.3	-1481.000	31.110	32.370	30.00	30.00	-5.4	-41.3	-70.6	16.6	OK	OK	OK	OK	37.1	21.8
31	1001	beam	0.3	-1449.000	-74.100	-41.670	30.00	30.00	-5.8	-73.6	-35.9	-39.6	OK	OK	OK	OK	18.9	38.7
30	1001	beam	0.3	-1418.000	94.580	41.670	30.00	30.00	-5.7	-34.8	-72.4	50.5	OK	OK	OK	OK	38.1	18.3
29	1001	beam	0.3	-1386.000	79.310	21.190	30.00	30.00	-4.6	-42.8	-61.9	42.4	OK	OK	OK	OK	32.6	22.5
28	1001	beam	0.3	-1354.000	-42.640	-13.240	30.00	30.00	-4.2	-57.1	-45.2	-22.8	OK	OK	OK	OK	23.8	30.1
27	1001	beam	0.3	-1319.000	9.143	13.240	30.00	30.00	-4.1	-43.9	-55.8	4.9	OK	OK	OK	OK	29.4	23.1
26	1001	beam	0.3	-1283.000	110.000	12.570	30.00	30.00	-3.9	-42.8	-54.2	58.8	OK	OK	OK	OK	28.5	22.5
25	1001	beam	0.3	-1247.000	-40.780	-12.580	30.00	30.00	-3.8	-52.8	-41.4	-21.8	OK	OK	OK	OK	21.8	27.8
24	1001	beam	0.3	-1204.000	-102.300	-18.390	30.00	30.00	-4.0	-53.8	-37.2	-54.6	OK	OK	OK	OK	19.6	28.3
23	1001	beam	0.3	-1166.000	115.800	18.390	30.00	30.00	-3.9	-35.8	-52.4	61.9	OK	OK	OK	OK	27.6	18.8
22	1001	beam	0.3	-1126.000	-9.188	-6.681	30.00	30.00	-3.2	-45.6	-39.5	-4.9	OK	OK	OK	OK	20.8	24.0
21	1001	beam	0.3	-1081.000	-124.200	-22.180	30.00	30.00	-3.9	-50.9	-30.8	-66.3	OK	OK	OK	OK	16.2	26.8
20	1001	beam	0.3	-1039.000	58.540	22.180	30.00	30.00	-3.8	-29.2	-49.3	31.3	OK	OK	OK	OK	25.9	15.4
19	1001	beam	0.3	-996.400	58.120	9.503	30.00	30.00	-3.0	-33.4	-41.9	31.0	OK	OK	OK	OK	22.1	17.6
18	1001	beam	0.3	-952.000	-85.530	-15.420	30.00	30.00	-3.2	-42.9	-29.0	-45.7	OK	OK	OK	OK	15.3	22.6
17	1001	beam	0.3	-903.600	-27.770	-21.440	30.00	30.00	-3.4	-43.8	-24.5	-14.8	OK	OK	OK	OK	12.9	23.1
16	1001	beam	0.3	-857.000	122.500	21.440	30.00	30.00	-3.3	-22.7	-42.1	65.4	OK	OK	OK	OK	22.1	11.9
15	1001	beam	0.3	-809.000	-59.380	-7.764	30.00	30.00	-2.5	-34.1	-27.1	-31.7	OK	OK	OK	OK	14.2	17.9
14	1001	beam	0.3	-750.700	-126.400	-35.130	30.00	30.00	-3.7	-44.2	-12.5	-67.5	OK	OK	OK	OK	6.6	23.3
13	1001	beam	0.3	-699.000	153.600	35.140	30.00	30.00	-3.6	-10.5	-42.3	82.1	OK	OK	OK	OK	22.3	5.5
12	1001	beam	0.3	-649.800	49.920	7.359	30.00	30.00	-2.0	-21.2	-27.9	26.7	OK	OK	OK	OK	14.7	11.2
11	1001	beam	0.3	-600.000	-197.200	-32.130	30.00	30.00	-3.2	-37.2	-8.1	-105.3	OK	OK	OK	OK	4.3	19.6
10	1001	beam	0.3	-544.100	-75.890	-46.150	30.00	30.00	-3.9	-42.4	5.3	-40.5	OK	OK	OK	OK	2.8	22.3
9	1001	beam	0.3	-494.400	193.900	46.150	30.00	30.00	-3.8	9.3	-40.8	103.6	OK	OK	OK	OK	21.5	4.9
8	1001	beam	0.3	-443.300	40.360	6.631	30.00	30.00	-1.5	-13.8	-19.7	21.6	OK	OK	OK	OK	10.4	7.2
7	1001	beam	0.3	-387.700	-195.600	-35.270	30.00	30.00	-2.9	-31.5	6.3	-104.5	OK	OK	OK	OK	3.3	16.6
6	1001	beam	0.3	-328.000	-49.480	-44.410	30.00	30.00	-3.6	-34.3	24.2	-26.4	OK	OK	OK	OK	12.7	18.1
5	1001	beam	0.3	-272.200	99.660	44.410	30.00	30.00	-3.6	31.3	-32.3	53.2	OK	OK	OK	OK	17.0	16.5
4	1001	beam	0.3	-214.900	-149.200	-53.560	30.00	30.00	-4.2	-34.3	53.7	-79.7	OK	OK	OK	OK	28.2	18.1
3	1001	beam	0.3	-149.400	-98.710	-71.790	30.00	30.00	-5.5	-39.6	93.3	-52.7	OK	OK	OK	OK	49.1	20.8
2	1001	beam	0.3	-89.830	199.900	71.790	30.00	30.00	-5.4	102.8	-36.5	106.8	OK	OK	OK	OK	19.2	54.1
1	1001	beam	0.3	-29.990	188.700	34.850	30.00	30.00	-2.6	52.1	-17.0	100.8	OK	OK	OK	OK	9.0	27.4



**CENTINE 1 HE 200 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 28 GIORNI**

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
108	1001	beam	0.3	-1408.000	-194.700	-208.100	30.00	30.00	-18.8	-121.5	121.3	-104.0	OK	OK	OK	OK	63.9	63.9
107	1001	beam	0.3	-1513.000	-75.120	-132.400	30.00	30.00	-12.1	-92.7	17.7	-40.1	OK	OK	OK	OK	9.3	48.8
106	1001	beam	0.3	-1602.000	-170.900	-116.100	30.00	30.00	-11.0	-88.0	-0.6	-91.3	OK	OK	OK	OK	0.3	46.3
105	1001	beam	0.3	-1696.000	-144.000	-79.150	30.00	30.00	-8.9	-76.6	-21.5	-76.9	OK	OK	OK	OK	11.3	40.3
104	1001	beam	0.3	-1786.000	-82.210	-26.300	30.00	30.00	-6.3	-60.8	-42.5	-43.9	OK	OK	OK	OK	22.4	32.0
103	1001	beam	0.3	-1868.000	-58.770	-8.496	30.00	30.00	-5.6	-57.0	-51.1	-31.4	OK	OK	OK	OK	26.9	30.0
102	1001	beam	0.3	-1946.000	-139.800	-34.500	30.00	30.00	-7.2	-68.3	-44.3	-74.7	OK	OK	OK	OK	23.3	35.9
101	1001	beam	0.3	-2025.000	-86.400	-53.210	30.00	30.00	-8.4	-77.1	-40.0	-46.2	OK	OK	OK	OK	21.1	40.6
100	1001	beam	0.3	-2100.000	59.730	53.210	30.00	30.00	-8.6	-42.2	-79.3	31.9	OK	OK	OK	OK	41.7	22.2
99	1001	beam	0.3	-2172.000	-64.150	-54.170	30.00	30.00	-8.9	-81.7	-44.0	-34.3	OK	OK	OK	OK	23.1	43.0
98	1001	beam	0.3	-2241.000	-88.760	-73.400	30.00	30.00	-10.1	-90.4	-39.3	-47.4	OK	OK	OK	OK	20.7	47.6
97	1001	beam	0.3	-2307.000	115.700	73.400	30.00	30.00	-10.3	-41.2	-92.3	61.8	OK	OK	OK	OK	48.6	21.7
96	1001	beam	0.3	-2375.000	-8.879	-50.260	30.00	30.00	-9.2	-86.2	-51.2	-4.7	OK	OK	OK	OK	26.9	45.4
95	1001	beam	0.3	-2436.000	-70.800	-65.590	30.00	30.00	-10.2	-93.3	-47.6	-37.8	OK	OK	OK	OK	25.1	49.1
94	1001	beam	0.3	-2493.000	48.850	65.590	30.00	30.00	-10.4	-49.3	-95.0	26.1	OK	OK	OK	OK	50.0	25.9
93	1001	beam	0.3	-2551.000	48.330	55.010	30.00	30.00	-10.0	-54.6	-92.9	25.8	OK	OK	OK	OK	48.9	28.8
92	1001	beam	0.3	-2603.000	-62.360	-58.060	30.00	30.00	-10.3	-95.5	-55.1	-33.3	OK	OK	OK	OK	29.0	50.3
91	1001	beam	0.3	-2652.000	-24.350	-63.330	30.00	30.00	-10.7	-98.8	-54.7	-13.0	OK	OK	OK	OK	28.8	52.0
90	1001	beam	0.3	-2699.000	112.500	63.330	30.00	30.00	-10.8	-56.0	-100.1	60.1	OK	OK	OK	OK	52.7	29.5
89	1001	beam	0.3	-2746.000	-52.600	-50.370	30.00	30.00	-10.3	-97.0	-61.9	-28.1	OK	OK	OK	OK	32.6	51.0
88	1001	beam	0.3	-2787.000	-39.540	-58.930	30.00	30.00	-10.8	-101.1	-60.1	-21.1	OK	OK	OK	OK	31.6	53.2
87	1001	beam	0.3	-2825.000	147.200	58.930	30.00	30.00	-11.0	-61.2	-102.2	78.6	OK	OK	OK	OK	53.8	32.2
86	1001	beam	0.3	-2870.000	68.560	27.050	30.00	30.00	-9.4	-73.6	-92.4	36.6	OK	OK	OK	OK	48.7	38.7
85	1001	beam	0.3	-2906.000	100.800	12.220	30.00	30.00	-8.7	-79.8	-88.3	53.8	OK	OK	OK	OK	46.5	42.0
84	1001	beam	0.3	-2972.000	53.080	20.260	30.00	30.00	-9.3	-78.9	-93.0	28.4	OK	OK	OK	OK	49.0	41.5
83	1001	beam	0.3	-3002.000	37.330	27.770	30.00	30.00	-9.8	-77.2	-96.5	19.9	OK	OK	OK	OK	50.8	40.6
82	1001	beam	0.3	-3031.000	72.640	42.360	30.00	30.00	-10.6	-72.9	-102.4	38.8	OK	OK	OK	OK	53.9	38.4
81	1001	beam	0.3	-3059.000	-7.136	-42.360	30.00	30.00	-10.7	-103.2	-73.7	-3.8	OK	OK	OK	OK	38.8	54.3
80	1001	beam	0.3	-3083.000	109.400	62.920	30.00	30.00	-11.9	-67.3	-111.1	58.4	OK	OK	OK	OK	58.5	35.4
79	1001	beam	0.3	-3109.000	-37.410	-62.920	30.00	30.00	-11.9	-111.8	-68.0	-20.0	OK	OK	OK	OK	35.8	58.9
78	1001	beam	0.3	-3130.000	99.120	75.320	30.00	30.00	-12.7	-64.3	-116.8	52.9	OK	OK	OK	OK	61.5	33.8
77	1001	beam	0.3	-3152.000	-35.500	-75.320	30.00	30.00	-12.7	-117.4	-64.9	-19.0	OK	OK	OK	OK	34.2	61.8
76	1001	beam	0.3	-3170.000	48.150	77.870	30.00	30.00	-12.9	-64.6	-118.8	25.7	OK	OK	OK	OK	62.5	34.0
75	1001	beam	0.3	-3188.000	-0.102	-77.870	30.00	30.00	-13.0	-119.3	-65.1	-0.1	OK	OK	OK	OK	34.3	62.8
74	1001	beam	0.3	-3204.000	5.802	79.020	30.00	30.00	-13.1	-65.2	-120.2	3.1	OK	OK	OK	OK	63.3	34.3
73	1001	beam	0.3	-3218.000	31.360	85.310	30.00	30.00	-13.5	-63.4	-122.8	16.8	OK	OK	OK	OK	64.6	33.4
72	1001	beam	0.3	-3230.000	-40.700	-85.310	30.00	30.00	-13.5	-123.1	-63.7	-21.7	OK	OK	OK	OK	33.5	64.8
71	1001	beam	0.3	-3241.000	61.460	89.480	30.00	30.00	-13.7	-62.6	-124.9	32.8	OK	OK	OK	OK	65.7	32.9
70	1001	beam	0.3	-3249.000	-87.190	-89.480	30.00	30.00	-13.8	-125.1	-62.8	-46.6	OK	OK	OK	OK	33.1	65.9

69	1001	beam	0.3	-3257.000	49.290	81.860	30.00	30.00	-13.4	-65.7	-122.7	26.3	OK	OK	OK	OK	64.6	34.6
68	1001	beam	0.3	-3262.000	-95.030	-81.860	30.00	30.00	-13.4	-122.9	-65.8	-50.8	OK	OK	OK	OK	34.7	64.7
67	1001	beam	0.3	-3267.000	2.364	63.240	30.00	30.00	-12.4	-72.5	-116.5	1.3	OK	OK	OK	OK	61.3	38.1
66	1001	beam	0.3	-3270.000	-56.610	-63.240	30.00	30.00	-12.4	-116.6	-72.6	-30.2	OK	OK	OK	OK	38.2	61.4
65	1001	beam	0.3	-3271.000	-34.650	-51.870	30.00	30.00	-11.8	-112.7	-76.6	-18.5	OK	OK	OK	OK	40.3	59.3
64	1001	beam	0.3	-3273.000	-9.486	-44.900	30.00	30.00	-11.4	-110.3	-79.0	-5.1	OK	OK	OK	OK	41.6	58.1
63	1001	beam	0.3	-3272.000	-62.020	-43.000	30.00	30.00	-11.3	-109.6	-79.7	-33.1	OK	OK	OK	OK	41.9	57.7
62	1001	beam	0.3	-3272.000	47.440	40.060	30.00	30.00	-11.2	-80.7	-108.6	25.3	OK	OK	OK	OK	57.2	42.5
61	1001	beam	0.3	-3270.000	-79.740	-40.060	30.00	30.00	-11.2	-108.5	-80.6	-42.6	OK	OK	OK	OK	42.4	57.1
60	1001	beam	0.3	-3269.000	76.780	39.470	30.00	30.00	-11.1	-80.8	-108.3	41.0	OK	OK	OK	OK	57.0	42.5
59	1001	beam	0.3	-3267.000	-50.970	-39.470	30.00	30.00	-11.1	-108.2	-80.8	-27.2	OK	OK	OK	OK	42.5	57.0
58	1001	beam	0.3	-3264.000	68.150	42.930	30.00	30.00	-11.3	-79.5	-109.4	36.4	OK	OK	OK	OK	57.6	41.8
57	1001	beam	0.3	-3262.000	12.940	45.530	30.00	30.00	-11.4	-78.5	-110.2	6.9	OK	OK	OK	OK	58.0	41.3
56	1001	beam	0.3	-3258.000	44.990	54.570	30.00	30.00	-11.9	-75.2	-113.2	24.0	OK	OK	OK	OK	59.6	39.6
55	1001	beam	0.3	-3254.000	60.570	66.740	30.00	30.00	-12.6	-70.9	-117.4	32.4	OK	OK	OK	OK	61.8	37.3
54	1001	beam	0.3	-3248.000	6.800	68.110	30.00	30.00	-12.6	-70.2	-117.7	3.6	OK	OK	OK	OK	61.9	37.0
53	1001	beam	0.3	-3240.000	94.720	87.140	30.00	30.00	-13.6	-63.4	-124.1	50.6	OK	OK	OK	OK	65.3	33.4
52	1001	beam	0.3	-3232.000	-48.710	-87.140	30.00	30.00	-13.6	-123.8	-63.1	-26.0	OK	OK	OK	OK	33.2	65.2
51	1001	beam	0.3	-3221.000	84.360	94.310	30.00	30.00	-13.9	-60.3	-126.0	45.1	OK	OK	OK	OK	66.3	31.8
50	1001	beam	0.3	-3209.000	-69.920	-94.310	30.00	30.00	-13.9	-125.7	-60.0	-37.4	OK	OK	OK	OK	31.6	66.1
49	1001	beam	0.3	-3195.000	34.650	87.220	30.00	30.00	-13.5	-62.0	-122.8	18.5	OK	OK	OK	OK	64.6	32.7
48	1001	beam	0.3	-3179.000	-47.910	-87.220	30.00	30.00	-13.4	-122.3	-61.6	-25.6	OK	OK	OK	OK	32.4	64.4
47	1001	beam	0.3	-3161.000	-18.620	-77.600	30.00	30.00	-12.9	-118.5	-64.4	-9.9	OK	OK	OK	OK	33.9	62.3
46	1001	beam	0.3	-3142.000	-21.840	-73.860	30.00	30.00	-12.6	-116.6	-65.2	-11.7	OK	OK	OK	OK	34.3	61.4
45	1001	beam	0.3	-3119.000	-63.570	-69.470	30.00	30.00	-12.3	-114.4	-66.0	-34.0	OK	OK	OK	OK	34.8	60.2
44	1001	beam	0.3	-3098.000	11.170	58.930	30.00	30.00	-11.7	-69.1	-110.1	6.0	OK	OK	OK	OK	58.0	36.4
43	1001	beam	0.3	-3070.000	-113.600	-58.930	30.00	30.00	-11.6	-109.3	-68.3	-60.7	OK	OK	OK	OK	35.9	57.5
42	1001	beam	0.3	-3046.000	27.640	41.650	30.00	30.00	-10.6	-73.6	-102.6	14.8	OK	OK	OK	OK	54.0	38.7
41	1001	beam	0.3	-3017.000	-114.800	-41.650	30.00	30.00	-10.6	-101.8	-72.8	-61.3	OK	OK	OK	OK	38.3	53.6
40	1001	beam	0.3	-2989.000	10.290	20.650	30.00	30.00	-9.3	-79.3	-93.7	5.5	OK	OK	OK	OK	49.3	41.7
39	1001	beam	0.3	-2959.000	-76.020	-20.650	30.00	30.00	-9.3	-92.8	-78.4	-40.6	OK	OK	OK	OK	41.3	48.8
38	1001	beam	0.3	-2927.000	-34.710	-5.382	30.00	30.00	-8.4	-86.5	-82.8	-18.5	OK	OK	OK	OK	43.6	45.5
37	1001	beam	0.3	-2894.000	-64.180	-14.490	30.00	30.00	-8.8	-88.8	-78.7	-34.3	OK	OK	OK	OK	41.4	46.7
36	1001	beam	0.3	-2821.000	-103.700	-36.940	30.00	30.00	-9.8	-94.5	-68.7	-55.4	OK	OK	OK	OK	36.2	49.7
35	1001	beam	0.3	-2782.000	-79.450	-54.140	30.00	30.00	-10.6	-99.3	-61.6	-42.4	OK	OK	OK	OK	32.4	52.3
34	1001	beam	0.3	-2735.000	-141.200	-84.710	30.00	30.00	-12.1	-108.6	-49.6	-75.4	OK	OK	OK	OK	26.1	57.2
33	1001	beam	0.3	-2694.000	74.350	84.710	30.00	30.00	-12.0	-48.4	-107.4	39.7	OK	OK	OK	OK	56.5	25.5
32	1001	beam	0.3	-2652.000	54.130	68.600	30.00	30.00	-11.0	-52.8	-100.6	28.9	OK	OK	OK	OK	52.9	27.8
31	1001	beam	0.3	-2605.000	-109.000	-80.480	30.00	30.00	-11.5	-103.4	-47.3	-58.2	OK	OK	OK	OK	24.9	54.4
30	1001	beam	0.3	-2557.000	50.170	80.480	30.00	30.00	-11.4	-45.9	-102.0	26.8	OK	OK	OK	OK	53.7	24.2
29	1001	beam	0.3	-2507.000	81.460	69.610	30.00	30.00	-10.7	-48.3	-96.8	43.5	OK	OK	OK	OK	50.9	25.4
28	1001	beam	0.3	-2456.000	-27.450	-57.910	30.00	30.00	-9.9	-91.2	-50.9	-14.7	OK	OK	OK	OK	26.8	48.0
27	1001	beam	0.3	-2400.000	-20.090	-62.260	30.00	30.00	-10.0	-91.1	-47.7	-10.7	OK	OK	OK	OK	25.1	47.9
26	1001	beam	0.3	-2343.000	97.310	62.260	30.00	30.00	-9.8	-46.1	-89.5	52.0	OK	OK	OK	OK	47.1	24.3

25	1001	beam	0.3	-2284.000	40.150	41.190	30.00	30.00	-8.5	-51.7	-80.4	21.4	OK	OK	OK	OK	42.3	27.2
24	1001	beam	0.3	-2220.000	-82.430	-50.350	30.00	30.00	-8.8	-81.7	-46.7	-44.0	OK	OK	OK	OK	24.6	43.0
23	1001	beam	0.3	-2154.000	107.500	50.350	30.00	30.00	-8.6	-44.8	-79.8	57.4	OK	OK	OK	OK	42.0	23.6
22	1001	beam	0.3	-2086.000	80.660	27.060	30.00	30.00	-7.2	-50.9	-69.8	43.1	OK	OK	OK	OK	36.7	26.8
21	1001	beam	0.3	-2016.000	-48.500	-20.090	30.00	30.00	-6.6	-65.3	-51.3	-25.9	OK	OK	OK	OK	27.0	34.4
20	1001	beam	0.3	-1942.000	82.900	20.090	30.00	30.00	-6.4	-49.2	-63.2	44.3	OK	OK	OK	OK	33.2	25.9
19	1001	beam	0.3	-1865.000	119.400	23.710	30.00	30.00	-6.4	-45.7	-62.2	63.8	OK	OK	OK	OK	32.7	24.0
18	1001	beam	0.3	-1787.000	21.650	28.400	30.00	30.00	-6.5	-41.8	-61.6	11.6	OK	OK	OK	OK	32.4	22.0
17	1001	beam	0.3	-1704.000	34.740	35.920	30.00	30.00	-6.6	-36.8	-61.8	18.6	OK	OK	OK	OK	32.5	19.4
16	1001	beam	0.3	-1617.000	202.100	79.690	30.00	30.00	-8.7	-19.0	-74.5	108.0	OK	OK	OK	OK	39.2	10.0
15	1001	beam	0.3	-1525.000	107.200	102.900	30.00	30.00	-9.9	-5.4	-80.6	57.3	OK	OK	OK	OK	42.4	2.8
14	1001	beam	0.3	-1435.000	21.750	107.600	30.00	30.00	-10.1	2.0	-80.3	11.6	OK	OK	OK	OK	42.3	1.0

## B2/1 - TIME - LT

INPUT PLAXIS						Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI			CHECK			
Element	Node	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_c,inf$ [Mpa]	$\tau$ [kPa]	T	CLS	CLS	M/N
-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2							
AR	210	1.00	-3516.244	-114.206	97.342	0.00	0.00	-4.111	-2.938	-127.2	OK	OK	OK	0.028
AR	211	1.00	-3477.691	-159.617	84.985	0.00	0.00	-3.982	-2.965	-177.1	OK	OK	OK	0.024
AR	212	1.00	-3423.931	-131.931	38.964	0.00	0.00	-3.672	-3.201	-147.1	OK	OK	OK	0.011
AR	213	1.01	-3401.006	-119.950	3.689	0.00	0.00	-3.399	-3.355	-132.3	OK	OK	OK	0.001
AR	214	1.00	-3303.984	-67.243	-27.247	0.00	0.00	-3.459	-3.133	-74.5	OK	OK	OK	0.008
AR	215	0.99	-3173.100	-25.579	-62.109	0.00	0.00	-3.573	-2.817	-28.6	OK	OK	OK	0.020
AR	216	1.00	-3068.353	25.382	-89.538	0.00	0.00	-3.617	-2.537	28.3	OK	OK	OK	0.029
AR	217	1.00	-2983.709	24.045	-97.290	0.00	0.00	-3.570	-2.401	26.7	OK	OK	OK	0.033
AR	218	0.99	-2866.163	23.828	-102.492	0.00	0.00	-3.514	-2.264	26.7	OK	OK	OK	0.036
AR	219	1.00	-2796.205	5.267	-107.397	0.00	0.00	-3.448	-2.154	5.9	OK	OK	OK	0.038
AR	220	1.00	-2741.585	-41.245	-106.119	0.00	0.00	-3.384	-2.107	-45.9	OK	OK	OK	0.039
AR	221	0.99	-2690.519	-80.287	-117.080	0.00	0.00	-3.427	-1.999	-89.9	OK	OK	OK	0.044
AR	222	1.00	-2703.460	-152.400	-133.474	0.00	0.00	-3.504	-1.903	-169.3	OK	OK	OK	0.049
AR	223	0.99	-2716.175	-222.823	-145.872	0.00	0.00	-3.628	-1.849	-249.6	OK	OK	OK	0.054
AR	224	1.00	-2803.892	-263.098	-176.020	0.00	0.00	-3.867	-1.749	-292.8	OK	OK	OK	0.063
AR	225	1.00	-2906.871	-303.726	-194.605	0.00	0.00	-4.084	-1.740	-338.1	OK	OK	OK	0.067
AR	226	0.99	-3035.332	-303.512	-198.434	0.00	0.00	-4.270	-1.850	-339.9	OK	OK	OK	0.065
AR	227	1.00	-3241.470	-279.432	-202.727	0.00	0.00	-4.462	-2.026	-310.7	OK	OK	OK	0.063
AR	228	1.00	-3420.984	-253.636	-162.879	0.00	0.00	-4.413	-2.448	-282.6	OK	OK	OK	0.048
AR	229	0.99	-3614.599	-172.819	-100.353	0.00	0.00	-4.250	-3.029	-193.3	OK	OK	OK	0.028
AR	230	1.00	-3813.177	-105.006	-50.346	0.00	0.00	-4.105	-3.503	-116.4	OK	OK	OK	0.013
AR	231	1.01	-3932.427	-23.188	9.206	0.00	0.00	-3.959	-3.851	-25.6	OK	OK	OK	0.002
AR	232	1.00	-3909.232	-29.600	53.290	0.00	0.00	-4.246	-3.602	-33.0	OK	OK	OK	0.014
AR	233	1.00	-3941.141	-64.488	78.412	0.00	0.00	-4.406	-3.467	-71.6	OK	OK	OK	0.020
PIEDRITTO	24	0.88	-1156.183	-94.208	8.636	0.00	0.00	-1.386	-1.251	-119.4	OK	OK	OK	0.007
PIEDRITTO	23	0.86	-1152.738	-86.188	-4.902	0.00	0.00	-1.378	-1.299	-111.2	OK	OK	OK	0.004
PIEDRITTO	22	0.85	-1150.118	-84.466	-17.943	0.00	0.00	-1.510	-1.209	-110.9	OK	OK	OK	0.016
PIEDRITTO	21	0.85	-1174.973	-95.822	-33.039	0.00	0.00	-1.654	-1.107	-125.1	OK	OK	OK	0.028

PIEDRITTO	20	0.85	-1186.139	-86.857	-42.102	0.00	0.00	-1.748	-1.047	-113.7	OK	OK	OK	0.035
PIEDRITTO	19	0.84	-1179.029	-78.399	-48.758	0.00	0.00	-1.822	-0.990	-103.9	OK	OK	OK	0.041
PIEDRITTO	18	0.84	-1195.511	-86.704	-58.076	0.00	0.00	-1.922	-0.930	-114.9	OK	OK	OK	0.049
PIEDRITTO	17	0.84	-1204.151	-81.282	-63.179	0.00	0.00	-1.972	-0.896	-107.6	OK	OK	OK	0.052
PIEDRITTO	16	0.85	-1222.408	-75.440	-67.065	0.00	0.00	-1.989	-0.880	-98.4	OK	OK	OK	0.055
PIEDRITTO	15	0.85	-1220.640	-78.743	-67.429	0.00	0.00	-2.010	-0.878	-103.5	OK	OK	OK	0.055
PIEDRITTO	14	0.87	-1254.881	-85.323	-72.380	0.00	0.00	-2.015	-0.869	-108.9	OK	OK	OK	0.058
PIEDRITTO	13	0.88	-1259.751	-68.605	-69.387	0.00	0.00	-1.980	-0.895	-87.0	OK	OK	OK	0.055
PIEDRITTO	12	0.87	-1252.063	-66.628	-62.291	0.00	0.00	-1.924	-0.944	-84.8	OK	OK	OK	0.050
PIEDRITTO	11	0.89	-1275.537	-75.589	-59.329	0.00	0.00	-1.880	-0.983	-94.3	OK	OK	OK	0.047
PIEDRITTO	10	0.92	-1304.021	-62.970	-56.206	0.00	0.00	-1.816	-1.019	-76.0	OK	OK	OK	0.043
PIEDRITTO	9	0.93	-1308.859	-52.097	-44.810	0.00	0.00	-1.718	-1.096	-62.2	OK	OK	OK	0.034
PIEDRITTO	8	0.94	-1309.398	-58.686	-34.639	0.00	0.00	-1.626	-1.157	-69.3	OK	OK	OK	0.026
PIEDRITTO	7	0.96	-1328.060	-50.740	-23.130	0.00	0.00	-1.528	-1.229	-58.5	OK	OK	OK	0.017
PIEDRITTO	6	0.99	-1341.526	-34.417	-8.310	0.00	0.00	-1.412	-1.309	-38.8	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	5	1.01	-1351.060	-33.728	8.080	0.00	0.00	-1.385	-1.290	-37.1	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	4	1.03	-1353.578	-35.064	24.669	0.00	0.00	-1.461	-1.179	-38.0	OK	OK	OK	0.018
PIEDRITTO	3	1.07	-1385.468	-12.174	46.249	0.00	0.00	-1.536	-1.052	-12.6	OK	OK	OK	0.033
PIEDRITTO	2	1.09	-1368.691	-6.559	70.018	0.00	0.00	-1.613	-0.903	-6.7	OK	OK	OK	0.051
PIEDRITTO	1	1.13	-1385.122	-16.848	96.885	0.00	0.00	-1.689	-0.772	-16.6	OK	OK	OK	0.070
PIEDRITTO	24	0.88	-1120.146	79.487	-1.746	0.00	0.00	-1.291	-1.264	100.7	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	23	0.86	-1121.340	70.635	10.441	0.00	0.00	-1.387	-1.218	91.1	OK	OK	OK	0.009
PIEDRITTO	22	0.85	-1122.706	69.011	22.047	0.00	0.00	-1.512	-1.142	90.6	OK	OK	OK	0.020
PIEDRITTO	21	0.85	-1150.413	80.579	35.352	0.00	0.00	-1.644	-1.059	105.2	OK	OK	OK	0.031
PIEDRITTO	20	0.85	-1166.368	71.662	43.478	0.00	0.00	-1.736	-1.012	93.8	OK	OK	OK	0.037
PIEDRITTO	19	0.84	-1163.486	63.988	48.813	0.00	0.00	-1.804	-0.971	84.8	OK	OK	OK	0.042
PIEDRITTO	18	0.84	-1182.169	73.395	56.343	0.00	0.00	-1.892	-0.929	97.3	OK	OK	OK	0.048
PIEDRITTO	17	0.84	-1193.593	68.793	60.073	0.00	0.00	-1.933	-0.910	91.0	OK	OK	OK	0.050
PIEDRITTO	16	0.85	-1214.312	63.820	62.521	0.00	0.00	-1.942	-0.908	83.2	OK	OK	OK	0.051
PIEDRITTO	15	0.85	-1213.469	68.560	61.390	0.00	0.00	-1.951	-0.920	90.1	OK	OK	OK	0.051
PIEDRITTO	14	0.87	-1247.994	76.426	64.168	0.00	0.00	-1.943	-0.926	97.6	OK	OK	OK	0.051
PIEDRITTO	13	0.88	-1252.437	61.990	59.708	0.00	0.00	-1.896	-0.963	78.6	OK	OK	OK	0.048
PIEDRITTO	12	0.87	-1244.213	62.026	51.530	0.00	0.00	-1.831	-1.019	78.9	OK	OK	OK	0.041

PIEDRITTO	11	0.89	-1265.826	72.494	47.290	0.00	0.00	-1.778	-1.063	90.4	OK	OK	OK	0.037
PIEDRITTO	10	0.92	-1292.880	62.740	42.777	0.00	0.00	-1.708	-1.102	75.8	OK	OK	OK	0.033
PIEDRITTO	9	0.93	-1296.346	55.541	31.381	0.00	0.00	-1.611	-1.176	66.3	OK	OK	OK	0.024
PIEDRITTO	8	0.94	-1297.182	62.134	21.923	0.00	0.00	-1.527	-1.230	73.3	OK	OK	OK	0.017
PIEDRITTO	7	0.96	-1314.594	55.615	11.309	0.00	0.00	-1.438	-1.292	64.2	OK	OK	OK	0.009
PIEDRITTO	6	0.99	-1327.227	41.917	-2.551	0.00	0.00	-1.361	-1.330	47.2	OK	OK	OK	0.002
PIEDRITTO	5	1.01	-1336.240	41.348	-16.796	0.00	0.00	-1.422	-1.224	45.5	OK	OK	OK	0.013
PIEDRITTO	4	1.03	-1338.039	44.343	-32.559	0.00	0.00	-1.491	-1.119	48.1	OK	OK	OK	0.024
PIEDRITTO	3	1.07	-1365.139	21.806	-53.869	0.00	0.00	-1.556	-0.993	22.6	OK	OK	OK	0.039
PIEDRITTO	2	1.09	-1350.777	17.228	-74.562	0.00	0.00	-1.620	-0.864	17.6	OK	OK	OK	0.055
PIEDRITTO	1	1.13	-1370.750	24.944	-97.446	0.00	0.00	-1.679	-0.756	24.6	OK	OK	OK	0.071
CALOTTA	657	0.87	-1101.344	39.282	10.938	0.00	0.00	-1.345	-1.174	49.9	OK	OK	OK	0.010
CALOTTA	658	0.88	-1096.342	41.173	15.735	0.00	0.00	-1.362	-1.120	51.8	OK	OK	OK	0.014
CALOTTA	659	0.88	-1086.975	32.238	21.901	0.00	0.00	-1.396	-1.061	40.5	OK	OK	OK	0.020
CALOTTA	660	0.88	-1065.813	20.784	27.879	0.00	0.00	-1.433	-0.998	26.3	OK	OK	OK	0.026
CALOTTA	661	0.88	-1055.876	16.568	31.136	0.00	0.00	-1.444	-0.960	21.0	OK	OK	OK	0.029
CALOTTA	662	0.88	-1055.231	14.661	35.096	0.00	0.00	-1.468	-0.926	18.5	OK	OK	OK	0.033
CALOTTA	663	0.86	-1037.080	7.294	36.920	0.00	0.00	-1.498	-0.904	9.4	OK	OK	OK	0.036
CALOTTA	664	0.87	-1035.735	9.969	38.416	0.00	0.00	-1.502	-0.888	12.8	OK	OK	OK	0.037
CALOTTA	665	0.85	-1017.677	4.075	37.142	0.00	0.00	-1.503	-0.888	5.3	OK	OK	OK	0.036
CALOTTA	666	0.85	-1015.016	1.625	37.181	0.00	0.00	-1.506	-0.886	2.1	OK	OK	OK	0.037
CALOTTA	667	0.84	-999.452	-4.275	35.577	0.00	0.00	-1.502	-0.890	-5.7	OK	OK	OK	0.036
CALOTTA	668	0.83	-993.773	-3.891	34.461	0.00	0.00	-1.492	-0.895	-5.2	OK	OK	OK	0.035
CALOTTA	669	0.83	-984.432	-1.118	32.998	0.00	0.00	-1.477	-0.900	-1.5	OK	OK	OK	0.034
CALOTTA	670	0.82	-980.765	2.055	31.645	0.00	0.00	-1.468	-0.910	2.8	OK	OK	OK	0.032
CALOTTA	671	0.82	-972.399	-4.660	31.079	0.00	0.00	-1.465	-0.909	-6.3	OK	OK	OK	0.032
CALOTTA	672	0.82	-968.342	10.280	28.241	0.00	0.00	-1.435	-0.930	13.9	OK	OK	OK	0.029
CALOTTA	673	0.81	-959.589	4.890	27.465	0.00	0.00	-1.428	-0.930	6.7	OK	OK	OK	0.029
CALOTTA	674	0.81	-954.393	10.758	25.400	0.00	0.00	-1.408	-0.945	14.7	OK	OK	OK	0.027
CALOTTA	675	0.81	-944.794	6.550	23.626	0.00	0.00	-1.391	-0.954	9.0	OK	OK	OK	0.025
CALOTTA	676	0.81	-945.534	12.431	23.037	0.00	0.00	-1.385	-0.960	17.1	OK	OK	OK	0.024
CALOTTA	677	0.80	-932.358	9.163	21.822	0.00	0.00	-1.371	-0.961	12.7	OK	OK	OK	0.023
CALOTTA	678	0.80	-934.618	4.831	20.805	0.00	0.00	-1.359	-0.971	6.7	OK	OK	OK	0.022

CALOTTA	679	0.80	-926.001	12.611	20.108	0.00	0.00	-1.354	-0.973	17.6	OK	OK	OK	0.022
CALOTTA	680	0.80	-927.502	9.176	19.379	0.00	0.00	-1.336	-0.975	12.7	OK	OK	OK	0.021
CALOTTA	681	0.80	-916.195	17.078	18.869	0.00	0.00	-1.332	-0.973	23.9	OK	OK	OK	0.021
CALOTTA	682	0.80	-925.329	25.518	19.564	0.00	0.00	-1.335	-0.971	35.3	OK	OK	OK	0.021
CALOTTA	683	0.80	-922.951	22.791	20.467	0.00	0.00	-1.353	-0.966	31.8	OK	OK	OK	0.022
CALOTTA	684	0.80	-928.571	32.020	21.740	0.00	0.00	-1.360	-0.955	44.3	OK	OK	OK	0.023
CALOTTA	685	0.80	-926.169	29.018	23.041	0.00	0.00	-1.375	-0.942	40.3	OK	OK	OK	0.025
CALOTTA	686	0.81	-937.885	28.365	25.204	0.00	0.00	-1.396	-0.931	39.1	OK	OK	OK	0.027
CALOTTA	687	0.81	-937.311	35.789	26.293	0.00	0.00	-1.406	-0.920	49.3	OK	OK	OK	0.028
CALOTTA	688	0.81	-946.392	34.491	29.411	0.00	0.00	-1.434	-0.898	47.2	OK	OK	OK	0.031
CALOTTA	689	0.81	-952.939	42.123	32.223	0.00	0.00	-1.463	-0.879	57.5	OK	OK	OK	0.034
CALOTTA	690	0.82	-963.080	39.196	34.517	0.00	0.00	-1.484	-0.867	53.2	OK	OK	OK	0.036
CALOTTA	691	0.82	-967.488	55.804	38.553	0.00	0.00	-1.526	-0.836	75.7	OK	OK	OK	0.040
CALOTTA	692	0.82	-979.527	50.685	40.597	0.00	0.00	-1.546	-0.830	68.3	OK	OK	OK	0.041
CALOTTA	693	0.83	-984.719	55.343	43.601	0.00	0.00	-1.570	-0.807	74.2	OK	OK	OK	0.044
CALOTTA	694	0.83	-997.876	58.484	46.313	0.00	0.00	-1.599	-0.798	78.0	OK	OK	OK	0.046
CALOTTA	695	0.84	-1005.998	59.439	49.086	0.00	0.00	-1.626	-0.782	79.0	OK	OK	OK	0.049
CALOTTA	696	0.85	-1026.918	52.263	51.629	0.00	0.00	-1.641	-0.780	68.4	OK	OK	OK	0.050
CALOTTA	697	0.85	-1032.191	48.477	52.760	0.00	0.00	-1.650	-0.776	63.3	OK	OK	OK	0.051
CALOTTA	698	0.87	-1056.435	38.922	53.827	0.00	0.00	-1.649	-0.789	49.9	OK	OK	OK	0.051
CALOTTA	699	0.86	-1061.644	37.011	51.362	0.00	0.00	-1.643	-0.816	47.6	OK	OK	OK	0.048
CALOTTA	700	0.88	-1089.052	23.644	48.166	0.00	0.00	-1.608	-0.864	29.8	OK	OK	OK	0.044
CALOTTA	701	0.88	-1107.269	13.570	41.095	0.00	0.00	-1.580	-0.941	17.2	OK	OK	OK	0.037
CALOTTA	702	0.88	-1121.671	5.119	32.652	0.00	0.00	-1.533	-1.024	6.5	OK	OK	OK	0.029
CALOTTA	703	0.88	-1142.346	-8.060	26.027	0.00	0.00	-1.491	-1.092	-10.1	OK	OK	OK	0.023
CALOTTA	704	0.88	-1154.120	-12.925	20.401	0.00	0.00	-1.464	-1.150	-16.3	OK	OK	OK	0.018

**CENTINE 1 HE 240 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 0.5 GIORNI**

INPUT PROGRAM							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2										
240	1001	beam	0.3	-6.194	-11.420	-1.041	40.80	40.80	0.0	-1.3	0.5	-4.6	OK	OK	OK	OK	0.3	0.7
239	1001	beam	0.3	-18.580	-19.160	-2.787	40.80	40.80	-0.0793	-3.6	1.1	-7.7	OK	OK	OK	OK	0.6	1.9
238	1001	beam	0.3	-30.960	-16.570	-4.298	40.80	40.80	-0.1250	-5.7	1.4	-6.6	OK	OK	OK	OK	0.8	3.0
237	1001	beam	0.3	-43.380	-1.577	-4.446	40.80	40.80	-0.1433	-6.7	0.4	-0.6	OK	OK	OK	OK	0.2	3.5
236	1001	beam	0.3	-55.770	38.130	4.452	40.80	40.80	-0.1591	-0.6	-7.6	15.3	OK	OK	OK	OK	4.0	0.3
235	1001	beam	0.3	-68.160	134.600	11.300	40.80	40.80	-0.3126	5.1	-14.0	53.9	OK	OK	OK	OK	7.4	2.7
234	1001	beam	0.3	-85.740	186.100	28.260	40.80	40.80	-0.6772	21.6	-28.8	74.6	OK	OK	OK	OK	15.2	11.4
233	1001	beam	0.3	-103.300	94.070	36.840	40.80	40.80	-0.8721	29.1	-36.9	37.7	OK	OK	OK	OK	19.4	15.3
232	1001	beam	0.3	-115.100	-27.360	-36.840	40.80	40.80	-0.8869	-37.8	27.8	-11.0	OK	OK	OK	OK	14.6	19.9
231	1001	beam	0.3	-126.900	-67.660	-34.340	40.80	40.80	-0.8512	-36.7	23.8	-27.1	OK	OK	OK	OK	12.5	19.3
230	1001	beam	0.3	-138.500	-64.860	-28.160	40.80	40.80	-0.7406	-32.7	15.8	-26.0	OK	OK	OK	OK	8.3	17.2
229	1001	beam	0.3	-150.000	-15.380	-22.250	40.80	40.80	-0.6347	-28.8	8.4	-6.2	OK	OK	OK	OK	4.4	15.1
228	1001	beam	0.3	-161.300	128.800	32.590	40.80	40.80	-0.8583	18.2	-37.9	51.6	OK	OK	OK	OK	19.9	9.6
227	1001	beam	0.3	-181.100	105.900	42.250	40.80	40.80	-1.0782	26.6	-47.1	42.4	OK	OK	OK	OK	24.8	14.0
226	1001	beam	0.3	-192.000	-46.540	-42.260	40.80	40.80	-1.0919	-47.9	25.4	-18.6	OK	OK	OK	OK	13.4	25.2
225	1001	beam	0.3	-202.500	-109.800	-38.010	40.80	40.80	-1.0187	-45.2	19.8	-44.0	OK	OK	OK	OK	10.4	23.8
224	1001	beam	0.3	-212.800	-126.200	-28.000	40.80	40.80	-0.8281	-37.9	8.3	-50.6	OK	OK	OK	OK	4.3	20.0
223	1001	beam	0.3	-223.000	-120.900	-16.490	40.80	40.80	-0.6107	-29.4	-3.5	-48.4	OK	OK	OK	OK	1.8	15.5
222	1001	beam	0.3	-232.900	-95.080	-5.462	40.80	40.80	-0.4136	-21.4	-12.9	-38.1	OK	OK	OK	OK	6.8	11.3
221	1001	beam	0.3	-242.700	-32.670	-6.180	40.80	40.80	-0.4403	-22.7	-13.0	-13.1	OK	OK	OK	OK	6.9	12.0
220	1001	beam	0.3	-252.300	117.700	6.180	40.80	40.80	-0.4531	-13.7	-23.4	47.2	OK	OK	OK	OK	12.3	7.2
219	1001	beam	0.3	-270.400	112.400	14.800	40.80	40.80	-0.6414	-8.3	-31.5	45.0	OK	OK	OK	OK	16.6	4.4
218	1001	beam	0.3	-280.100	-19.390	-14.800	40.80	40.80	-0.6543	-32.3	-9.0	-7.8	OK	OK	OK	OK	4.7	17.0
217	1001	beam	0.3	-288.900	-80.060	-13.030	40.80	40.80	-0.6322	-31.5	-11.1	-32.1	OK	OK	OK	OK	5.8	16.6
216	1001	beam	0.3	-298.500	-94.140	-5.741	40.80	40.80	-0.5061	-26.5	-17.5	-37.7	OK	OK	OK	OK	9.2	13.9
215	1001	beam	0.3	-308.700	-81.280	-13.540	40.80	40.80	-0.6683	-33.4	-12.1	-32.6	OK	OK	OK	OK	6.4	17.6
214	1001	beam	0.3	-318.600	-37.660	-17.690	40.80	40.80	-0.7605	-37.4	-9.6	-15.1	OK	OK	OK	OK	5.0	19.7
213	1001	beam	0.3	-328.400	81.840	17.690	40.80	40.80	-0.7735	-10.3	-38.1	32.8	OK	OK	OK	OK	20.0	5.4
212	1001	beam	0.3	-343.500	102.200	8.682	40.80	40.80	-0.6220	-18.5	-32.1	40.9	OK	OK	OK	OK	16.9	9.7
211	1001	beam	0.3	-354.200	3.463	2.924	40.80	40.80	-0.5265	-23.8	-28.4	1.4	OK	OK	OK	OK	14.9	12.5
210	1001	beam	0.3	-363.200	-57.340	-3.381	40.80	40.80	-0.5472	-29.4	-24.1	-23.0	OK	OK	OK	OK	12.7	15.5
209	1001	beam	0.3	-372.000	-64.800	-10.510	40.80	40.80	-0.6947	-35.7	-19.2	-26.0	OK	OK	OK	OK	10.1	18.8
208	1001	beam	0.3	-380.600	-49.540	-15.960	40.80	40.80	-0.8099	-40.6	-15.5	-19.8	OK	OK	OK	OK	8.2	21.4
207	1001	beam	0.3	-389.100	-3.562	-16.350	40.80	40.80	-0.8287	-41.5	-15.8	-1.4	OK	OK	OK	OK	8.3	21.8
206	1001	beam	0.3	-397.400	124.600	16.350	40.80	40.80	-0.8397	-16.4	-42.1	49.9	OK	OK	OK	OK	22.2	8.7
205	1001	beam	0.3	-414.800	83.840	6.578	40.80	40.80	-0.6767	-25.4	-35.7	33.6	OK	OK	OK	OK	18.8	13.4
204	1001	beam	0.3	-422.700	-29.810	-6.577	40.80	40.80	-0.6871	-36.3	-26.0	-11.9	OK	OK	OK	OK	13.7	19.1
203	1001	beam	0.3	-430.500	-56.640	-3.296	40.80	40.80	-0.6350	-34.3	-29.1	-22.7	OK	OK	OK	OK	15.3	18.1
202	1001	beam	0.3	-438.000	-52.520	-8.711	40.80	40.80	-0.7481	-39.1	-25.4	-21.0	OK	OK	OK	OK	13.4	20.6



201	1001	beam	0.3	-445.500	-27.280	-11.710	40.80	40.80	-0.8152	-42.0	-23.6	-10.9	OK	OK	OK	OK	12.4	22.1
200	1001	beam	0.3	-452.900	39.600	11.710	40.80	40.80	-0.8251	-24.2	-42.6	15.9	OK	OK	OK	OK	22.4	12.7
199	1001	beam	0.3	-462.000	106.500	7.357	40.80	40.80	-0.7542	-28.3	-39.8	42.7	OK	OK	OK	OK	21.0	14.9
198	1001	beam	0.3	-473.700	40.440	8.783	40.80	40.80	-0.7970	-28.0	-41.8	16.2	OK	OK	OK	OK	22.0	14.7
197	1001	beam	0.3	-480.500	-42.200	-8.783	40.80	40.80	-0.8060	-42.3	-28.5	-16.9	OK	OK	OK	OK	15.0	22.3
196	1001	beam	0.3	-487.200	-59.030	-4.137	40.80	40.80	-0.7264	-39.1	-32.7	-23.6	OK	OK	OK	OK	17.2	20.6
195	1001	beam	0.3	-493.800	-49.940	-7.850	40.80	40.80	-0.8059	-42.5	-30.2	-20.0	OK	OK	OK	OK	15.9	22.4
194	1001	beam	0.3	-500.200	-17.750	-9.805	40.80	40.80	-0.8517	-44.6	-29.2	-7.1	OK	OK	OK	OK	15.3	23.4
193	1001	beam	0.3	-506.500	64.990	9.804	40.80	40.80	-0.8600	-29.6	-45.0	26.0	OK	OK	OK	OK	23.7	15.6
192	1001	beam	0.3	-516.500	73.850	5.454	40.80	40.80	-0.7904	-33.8	-42.3	29.6	OK	OK	OK	OK	22.3	17.8
191	1001	beam	0.3	-523.800	-4.336	-5.455	40.80	40.80	-0.8002	-42.9	-34.3	-1.7	OK	OK	OK	OK	18.1	22.6
190	1001	beam	0.3	-529.600	-54.890	-4.974	40.80	40.80	-0.7987	-42.9	-35.1	-22.0	OK	OK	OK	OK	18.5	22.6
189	1001	beam	0.3	-535.400	-60.960	-7.767	40.80	40.80	-0.8596	-45.5	-33.4	-24.4	OK	OK	OK	OK	17.6	24.0
188	1001	beam	0.3	-541.000	-47.380	-12.980	40.80	40.80	-0.9664	-50.1	-29.7	-19.0	OK	OK	OK	OK	15.6	26.3
187	1001	beam	0.3	-546.500	-11.190	-14.200	40.80	40.80	-0.9969	-51.4	-29.1	-4.5	OK	OK	OK	OK	15.3	27.1
186	1001	beam	0.3	-552.000	80.320	14.200	40.80	40.80	-1.0042	-29.5	-51.8	32.2	OK	OK	OK	OK	27.3	15.5
185	1001	beam	0.3	-562.200	38.600	5.367	40.80	40.80	-0.8495	-37.2	-45.6	15.5	OK	OK	OK	OK	24.0	19.6
184	1001	beam	0.3	-567.400	-41.590	-5.695	40.80	40.80	-0.8627	-46.3	-37.3	-16.7	OK	OK	OK	OK	19.7	24.4
183	1001	beam	0.3	-572.500	-63.470	-12.680	40.80	40.80	-1.0025	-52.1	-32.2	-25.4	OK	OK	OK	OK	17.0	27.4
182	1001	beam	0.3	-577.500	-57.560	-19.010	40.80	40.80	-1.1298	-57.5	-27.6	-23.1	OK	OK	OK	OK	14.5	30.2
181	1001	beam	0.3	-582.600	-34.560	-22.820	40.80	40.80	-1.2091	-60.8	-25.0	-13.8	OK	OK	OK	OK	13.2	32.0
180	1001	beam	0.3	-587.500	17.720	22.820	40.80	40.80	-1.2156	-25.4	-61.2	7.1	OK	OK	OK	OK	32.2	13.4
179	1001	beam	0.3	-593.400	76.900	20.880	40.80	40.80	-1.1865	-27.3	-60.1	30.8	OK	OK	OK	OK	31.6	14.4
178	1001	beam	0.3	-601.600	18.670	12.440	40.80	40.80	-1.0366	-34.6	-54.1	7.5	OK	OK	OK	OK	28.5	18.2
177	1001	beam	0.3	-606.400	-45.120	-15.350	40.80	40.80	-1.0985	-56.7	-32.6	-18.1	OK	OK	OK	OK	17.2	29.9
176	1001	beam	0.3	-611.200	-55.400	-21.440	40.80	40.80	-1.2209	-61.9	-28.2	-22.2	OK	OK	OK	OK	14.8	32.6
175	1001	beam	0.3	-615.900	-42.770	-26.140	40.80	40.80	-1.3166	-65.9	-24.9	-17.1	OK	OK	OK	OK	13.1	34.7
174	1001	beam	0.3	-620.600	-9.841	-27.220	40.80	40.80	-1.3435	-67.1	-24.4	-3.9	OK	OK	OK	OK	12.8	35.3
173	1001	beam	0.3	-625.400	65.740	27.230	40.80	40.80	-1.3500	-24.7	-67.5	26.3	OK	OK	OK	OK	35.5	13.0
172	1001	beam	0.3	-633.800	84.110	20.000	40.80	40.80	-1.2235	-31.0	-62.4	33.7	OK	OK	OK	OK	32.8	16.3
171	1001	beam	0.3	-640.700	22.580	10.760	40.80	40.80	-1.0566	-38.8	-55.7	9.0	OK	OK	OK	OK	29.3	20.4
170	1001	beam	0.3	-645.300	-6.836	-9.030	40.80	40.80	-1.0298	-54.6	-40.5	-2.7	OK	OK	OK	OK	21.3	28.8
169	1001	beam	0.3	-649.800	35.530	9.031	40.80	40.80	-1.0358	-40.8	-55.0	14.2	OK	OK	OK	OK	28.9	21.5
168	1001	beam	0.3	-656.900	87.630	5.124	40.80	40.80	-0.9708	-44.4	-52.4	35.1	OK	OK	OK	OK	27.6	23.4
167	1001	beam	0.3	-664.900	26.340	6.562	40.80	40.80	-1.0088	-43.8	-54.1	10.6	OK	OK	OK	OK	28.5	23.1
166	1001	beam	0.3	-669.000	-23.900	-6.559	40.80	40.80	-1.0142	-54.4	-44.1	-9.6	OK	OK	OK	OK	23.2	28.7
165	1001	beam	0.3	-673.100	-9.809	-4.104	40.80	40.80	-0.9729	-52.8	-46.4	-3.9	OK	OK	OK	OK	24.4	27.8
164	1001	beam	0.3	-677.100	65.830	9.850	40.80	40.80	-1.0876	-42.2	-57.6	26.4	OK	OK	OK	OK	30.3	22.2
163	1001	beam	0.3	-685.000	39.020	13.850	40.80	40.80	-1.1744	-39.6	-61.3	15.6	OK	OK	OK	OK	32.3	20.8
162	1001	beam	0.3	-689.000	-22.280	-13.850	40.80	40.80	-1.1797	-61.6	-39.9	-8.9	OK	OK	OK	OK	21.0	32.4
161	1001	beam	0.3	-692.800	-32.340	-11.570	40.80	40.80	-1.1413	-60.1	-42.0	-13.0	OK	OK	OK	OK	22.1	31.6
160	1001	beam	0.3	-696.600	11.570	9.437	40.80	40.80	-1.1057	-43.9	-58.7	4.6	OK	OK	OK	OK	30.9	23.1
159	1001	beam	0.3	-701.300	56.470	15.230	40.80	40.80	-1.2223	-39.7	-63.6	22.6	OK	OK	OK	OK	33.5	20.9
158	1001	beam	0.3	-706.800	0.224	15.250	40.80	40.80	-1.2300	-40.1	-64.0	0.1	OK	OK	OK	OK	33.7	21.1

157	1001	beam	0.3	-710.400	-36.670	-15.250	40.80	40.80	-1.2348	-64.3	-40.4	-14.7	OK	OK	OK	OK	21.2	33.8
156	1001	beam	0.3	-713.800	-18.790	-11.490	40.80	40.80	-1.1677	-61.6	-43.6	-7.5	OK	OK	OK	OK	22.9	32.4
155	1001	beam	0.3	-717.200	49.880	14.670	40.80	40.80	-1.2328	-41.3	-64.4	20.0	OK	OK	OK	OK	33.9	21.8
154	1001	beam	0.3	-723.100	21.730	16.900	40.80	40.80	-1.2831	-40.0	-66.5	8.7	OK	OK	OK	OK	35.0	21.1
153	1001	beam	0.3	-726.300	-27.450	-16.900	40.80	40.80	-1.2874	-66.8	-40.2	-11.0	OK	OK	OK	OK	21.2	35.1
152	1001	beam	0.3	-729.400	-31.050	-14.080	40.80	40.80	-1.2377	-64.8	-42.7	-12.4	OK	OK	OK	OK	22.5	34.1
151	1001	beam	0.3	-732.500	8.381	11.750	40.80	40.80	-1.1975	-44.7	-63.2	3.4	OK	OK	OK	OK	33.3	23.6
150	1001	beam	0.3	-736.200	44.430	16.310	40.80	40.80	-1.2893	-41.4	-67.0	17.8	OK	OK	OK	OK	35.3	21.8
149	1001	beam	0.3	-740.200	-9.033	-16.310	40.80	40.80	-1.2946	-67.3	-41.7	-3.6	OK	OK	OK	OK	22.0	35.4
148	1001	beam	0.3	-743.000	-33.280	-15.380	40.80	40.80	-1.2806	-66.8	-42.7	-13.3	OK	OK	OK	OK	22.5	35.2
147	1001	beam	0.3	-745.700	-13.820	-11.970	40.80	40.80	-1.2192	-64.3	-45.5	-5.5	OK	OK	OK	OK	24.0	33.9
146	1001	beam	0.3	-748.300	44.410	15.110	40.80	40.80	-1.2825	-43.3	-67.0	17.8	OK	OK	OK	OK	35.3	22.8
145	1001	beam	0.3	-752.900	14.200	16.560	40.80	40.80	-1.3162	-42.5	-68.5	5.7	OK	OK	OK	OK	36.0	22.4
144	1001	beam	0.3	-755.300	-21.430	-16.560	40.80	40.80	-1.3194	-68.7	-42.7	-8.6	OK	OK	OK	OK	22.4	36.1
143	1001	beam	0.3	-757.500	-18.180	-14.360	40.80	40.80	-1.2804	-67.1	-44.5	-7.3	OK	OK	OK	OK	23.4	35.3
142	1001	beam	0.3	-759.700	15.960	14.130	40.80	40.80	-1.2790	-44.9	-67.1	6.4	OK	OK	OK	OK	35.3	23.6
141	1001	beam	0.3	-762.500	41.170	18.350	40.80	40.80	-1.3631	-41.8	-70.6	16.5	OK	OK	OK	OK	37.2	22.0
140	1001	beam	0.3	-765.600	-9.447	-18.350	40.80	40.80	-1.3672	-70.8	-42.0	-3.8	OK	OK	OK	OK	22.1	37.3
139	1001	beam	0.3	-767.500	-21.110	-17.380	40.80	40.80	-1.3513	-70.2	-42.9	-8.5	OK	OK	OK	OK	22.6	36.9
138	1001	beam	0.3	-769.300	-2.430	-15.210	40.80	40.80	-1.3123	-68.6	-44.7	-1.0	OK	OK	OK	OK	23.5	36.1
137	1001	beam	0.3	-771.000	41.150	19.190	40.80	40.80	-1.3904	-41.7	-71.9	16.5	OK	OK	OK	OK	37.8	22.0
136	1001	beam	0.3	-774.300	5.571	19.760	40.80	40.80	-1.4056	-41.5	-72.6	2.2	OK	OK	OK	OK	38.2	21.9
135	1001	beam	0.3	-775.600	-18.640	-19.760	40.80	40.80	-1.4074	-72.7	-41.6	-7.5	OK	OK	OK	OK	21.9	38.2
134	1001	beam	0.3	-777.000	-10.920	-17.840	40.80	40.80	-1.3727	-71.3	-43.2	-4.4	OK	OK	OK	OK	22.8	37.5
133	1001	beam	0.3	-778.200	15.160	18.280	40.80	40.80	-1.3826	-43.0	-71.7	6.1	OK	OK	OK	OK	37.7	22.6
132	1001	beam	0.3	-779.900	27.120	21.060	40.80	40.80	-1.4378	-40.9	-74.0	10.9	OK	OK	OK	OK	38.9	21.5
131	1001	beam	0.3	-781.200	-20.730	-21.060	40.80	40.80	-1.4396	-74.1	-41.0	-8.3	OK	OK	OK	OK	21.6	39.0
130	1001	beam	0.3	-782.200	-19.240	-18.930	40.80	40.80	-1.4003	-72.5	-42.8	-7.7	OK	OK	OK	OK	22.5	38.2
129	1001	beam	0.3	-783.100	-1.553	-16.960	40.80	40.80	-1.3640	-71.0	-44.4	-0.6	OK	OK	OK	OK	23.4	37.4
128	1001	beam	0.3	-783.800	26.860	19.560	40.80	40.80	-1.4145	-42.4	-73.1	10.8	OK	OK	OK	OK	38.5	22.3
127	1001	beam	0.3	-785.000	-13.020	-19.560	40.80	40.80	-1.4161	-73.2	-42.5	-5.2	OK	OK	OK	OK	22.4	38.5
126	1001	beam	0.3	-785.100	-23.720	-18.250	40.80	40.80	-1.3912	-72.2	-43.5	-9.5	OK	OK	OK	OK	22.9	38.0
125	1001	beam	0.3	-785.600	-8.531	-15.810	40.80	40.80	-1.3454	-70.3	-45.5	-3.4	OK	OK	OK	OK	23.9	37.0
124	1001	beam	0.3	-785.900	12.500	16.220	40.80	40.80	-1.3536	-45.2	-70.6	5.0	OK	OK	OK	OK	37.2	23.8
123	1001	beam	0.3	-786.500	13.630	17.620	40.80	40.80	-1.3811	-44.1	-71.8	5.5	OK	OK	OK	OK	37.8	23.2
122	1001	beam	0.3	-786.100	-28.570	-17.620	40.80	40.80	-1.3806	-71.8	-44.1	-11.4	OK	OK	OK	OK	23.2	37.8
121	1001	beam	0.3	-786.200	-11.200	-14.680	40.80	40.80	-1.3247	-69.5	-46.4	-4.5	OK	OK	OK	OK	24.4	36.6
120	1001	beam	0.3	-786.100	8.388	14.390	40.80	40.80	-1.3190	-46.6	-69.2	3.4	OK	OK	OK	OK	36.4	24.5
119	1001	beam	0.3	-785.900	24.540	16.900	40.80	40.80	-1.3666	-44.6	-71.2	9.8	OK	OK	OK	OK	37.5	23.5
118	1001	beam	0.3	-785.900	-17.570	-16.900	40.80	40.80	-1.3666	-71.2	-44.6	-7.0	OK	OK	OK	OK	23.5	37.5
117	1001	beam	0.3	-785.200	-14.170	-15.100	40.80	40.80	-1.3314	-69.7	-46.0	-5.7	OK	OK	OK	OK	24.2	36.7
116	1001	beam	0.3	-784.800	8.204	14.490	40.80	40.80	-1.3192	-46.5	-69.2	3.3	OK	OK	OK	OK	36.4	24.4
115	1001	beam	0.3	-784.200	23.070	16.860	40.80	40.80	-1.3636	-44.5	-71.0	9.2	OK	OK	OK	OK	37.4	23.4
114	1001	beam	0.3	-783.900	11.310	18.020	40.80	40.80	-1.3853	-43.6	-71.9	4.5	OK	OK	OK	OK	37.8	23.0

113	1001	beam	0.3	-782.500	-27.370	-18.020	40.80	40.80	-1.3834	-71.8	-43.5	-11.0	OK	OK	OK	OK	22.9	37.8
112	1001	beam	0.3	-781.700	3.382	15.560	40.80	40.80	-1.3355	-45.4	-69.8	1.4	OK	OK	OK	OK	36.7	23.9
111	1001	beam	0.3	-780.700	21.650	17.780	40.80	40.80	-1.3764	-43.6	-71.5	8.7	OK	OK	OK	OK	37.6	22.9
110	1001	beam	0.3	-779.600	21.990	20.040	40.80	40.80	-1.4180	-41.7	-73.2	8.8	OK	OK	OK	OK	38.5	22.0
109	1001	beam	0.3	-778.200	-25.750	-20.040	40.80	40.80	-1.4162	-73.1	-41.6	-10.3	OK	OK	OK	OK	21.9	38.5
108	1001	beam	0.3	-776.500	-11.760	-17.400	40.80	40.80	-1.3636	-70.9	-43.6	-4.7	OK	OK	OK	OK	22.9	37.3
107	1001	beam	0.3	-775.100	15.390	17.770	40.80	40.80	-1.3688	-43.2	-71.1	6.2	OK	OK	OK	OK	37.4	22.7
106	1001	beam	0.3	-773.700	22.400	20.070	40.80	40.80	-1.4107	-41.3	-72.8	9.0	OK	OK	OK	OK	38.3	21.7
105	1001	beam	0.3	-772.300	-3.681	-20.070	40.80	40.80	-1.4089	-72.7	-41.1	-1.5	OK	OK	OK	OK	21.7	38.2
104	1001	beam	0.3	-769.000	-39.410	-19.700	40.80	40.80	-1.3975	-72.1	-41.2	-15.8	OK	OK	OK	OK	21.7	38.0
103	1001	beam	0.3	-767.300	4.608	16.130	40.80	40.80	-1.3272	-43.9	-69.2	1.8	OK	OK	OK	OK	36.4	23.1
102	1001	beam	0.3	-765.300	22.080	18.390	40.80	40.80	-1.3676	-42.0	-70.8	8.8	OK	OK	OK	OK	37.3	22.1
101	1001	beam	0.3	-763.300	7.961	19.200	40.80	40.80	-1.3804	-41.2	-71.3	3.2	OK	OK	OK	OK	37.5	21.7
100	1001	beam	0.3	-760.000	-43.550	-19.200	40.80	40.80	-1.3760	-71.1	-40.9	-17.4	OK	OK	OK	OK	21.5	37.4
99	1001	beam	0.3	-757.000	-17.240	-14.730	40.80	40.80	-1.2868	-67.3	-44.2	-6.9	OK	OK	OK	OK	23.3	35.4
98	1001	beam	0.3	-754.800	17.300	14.730	40.80	40.80	-1.2839	-44.1	-67.2	6.9	OK	OK	OK	OK	35.4	23.2
97	1001	beam	0.3	-752.400	19.660	16.750	40.80	40.80	-1.3192	-42.3	-68.6	7.9	OK	OK	OK	OK	36.1	22.3
96	1001	beam	0.3	-750.000	-17.160	-16.750	40.80	40.80	-1.3160	-68.4	-42.1	-6.9	OK	OK	OK	OK	22.2	36.0
95	1001	beam	0.3	-745.100	-46.940	-14.990	40.80	40.80	-1.2760	-66.7	-43.1	-18.8	OK	OK	OK	OK	22.7	35.1
94	1001	beam	0.3	-742.400	11.770	11.380	40.80	40.80	-1.2036	-45.8	-63.6	4.7	OK	OK	OK	OK	33.5	24.1
93	1001	beam	0.3	-739.700	30.680	14.530	40.80	40.80	-1.2600	-43.1	-65.9	12.3	OK	OK	OK	OK	34.7	22.7
92	1001	beam	0.3	-736.900	5.299	15.070	40.80	40.80	-1.2666	-42.5	-66.1	2.1	OK	OK	OK	OK	34.8	22.4
91	1001	beam	0.3	-732.500	-48.230	-15.070	40.80	40.80	-1.2607	-65.8	-42.1	-19.3	OK	OK	OK	OK	22.2	34.6
90	1001	beam	0.3	-728.700	-11.670	-10.120	40.80	40.80	-1.1614	-61.6	-45.7	-4.7	OK	OK	OK	OK	24.1	32.4
89	1001	beam	0.3	-725.700	27.800	11.780	40.80	40.80	-1.1890	-44.2	-62.7	11.1	OK	OK	OK	OK	33.0	23.3
88	1001	beam	0.3	-722.500	23.620	14.200	40.80	40.80	-1.2309	-42.1	-64.4	9.5	OK	OK	OK	OK	33.9	22.2
87	1001	beam	0.3	-719.200	-25.950	-14.200	40.80	40.80	-1.2265	-64.1	-41.8	-10.4	OK	OK	OK	OK	22.0	33.8
86	1001	beam	0.3	-713.000	-53.590	-11.540	40.80	40.80	-1.1676	-61.6	-43.5	-21.5	OK	OK	OK	OK	22.9	32.4
85	1001	beam	0.3	-709.600	15.450	7.630	40.80	40.80	-1.0886	-46.3	-58.3	6.2	OK	OK	OK	OK	30.7	24.4
84	1001	beam	0.3	-706.200	33.660	11.080	40.80	40.80	-1.1498	-43.3	-60.7	13.5	OK	OK	OK	OK	32.0	22.8
83	1001	beam	0.3	-702.600	-2.630	-11.080	40.80	40.80	-1.1450	-60.5	-43.1	-1.1	OK	OK	OK	OK	22.7	31.8
82	1001	beam	0.3	-697.000	-57.470	-10.810	40.80	40.80	-1.1324	-59.8	-42.9	-23.0	OK	OK	OK	OK	22.6	31.5
81	1001	beam	0.3	-692.500	-11.290	-4.920	40.80	40.80	-1.0142	-54.9	-47.2	-4.5	OK	OK	OK	OK	24.8	28.9
80	1001	beam	0.3	-688.800	33.900	7.240	40.80	40.80	-1.0535	-45.1	-56.4	13.6	OK	OK	OK	OK	29.7	23.7
79	1001	beam	0.3	-685.100	25.370	9.844	40.80	40.80	-1.0982	-42.8	-58.2	10.2	OK	OK	OK	OK	30.6	22.5
78	1001	beam	0.3	-681.200	-34.060	-9.844	40.80	40.80	-1.0930	-57.9	-42.5	-13.6	OK	OK	OK	OK	22.3	30.5
77	1001	beam	0.3	-673.800	-59.470	-6.350	40.80	40.80	-1.0166	-54.6	-44.7	-23.8	OK	OK	OK	OK	23.5	28.8
76	1001	beam	0.3	-669.900	16.490	1.941	40.80	40.80	-0.9274	-47.8	-50.9	6.6	OK	OK	OK	OK	26.8	25.2
75	1001	beam	0.3	-666.000	31.030	5.125	40.80	40.80	-0.9829	-45.0	-53.1	12.4	OK	OK	OK	OK	27.9	23.7
74	1001	beam	0.3	-661.900	-18.370	-5.125	40.80	40.80	-0.9774	-52.8	-44.7	-7.4	OK	OK	OK	OK	23.6	27.8
73	1001	beam	0.3	-654.500	-79.580	-4.917	40.80	40.80	-0.9636	-52.1	-44.4	-31.9	OK	OK	OK	OK	23.3	27.4
72	1001	beam	0.3	-647.700	-28.380	-8.038	40.80	40.80	-1.0140	-54.0	-41.4	-11.4	OK	OK	OK	OK	21.8	28.4
71	1001	beam	0.3	-643.200	12.870	8.039	40.80	40.80	-1.0081	-41.1	-53.7	5.2	OK	OK	OK	OK	28.3	21.6
70	1001	beam	0.3	-638.600	-18.060	-8.610	40.80	40.80	-1.0128	-53.8	-40.3	-7.2	OK	OK	OK	OK	21.2	28.3

69	1001	beam	0.3	-631.900	-81.080	-17.520	40.80	40.80	-1.1737	-60.3	-32.8	-32.5	OK	OK	OK	OK	17.3	31.7
68	1001	beam	0.3	-623.600	-63.510	-24.500	40.80	40.80	-1.2956	-65.2	-26.7	-25.4	OK	OK	OK	OK	14.1	34.3
67	1001	beam	0.3	-618.900	12.390	24.500	40.80	40.80	-1.2894	-26.4	-64.8	5.0	OK	OK	OK	OK	34.1	13.9
66	1001	beam	0.3	-614.200	44.700	23.140	40.80	40.80	-1.2572	-27.1	-63.4	17.9	OK	OK	OK	OK	33.4	14.3
65	1001	beam	0.3	-609.400	56.010	18.230	40.80	40.80	-1.1573	-30.6	-59.2	22.4	OK	OK	OK	OK	31.2	16.1
64	1001	beam	0.3	-604.500	44.230	12.070	40.80	40.80	-1.0334	-35.1	-54.0	17.7	OK	OK	OK	OK	28.4	18.5
63	1001	beam	0.3	-599.600	-22.230	-9.650	40.80	40.80	-0.9808	-51.8	-36.6	-8.9	OK	OK	OK	OK	19.3	27.2
62	1001	beam	0.3	-591.000	-81.720	-18.630	40.80	40.80	-1.1405	-58.2	-28.9	-32.7	OK	OK	OK	OK	15.2	30.6
61	1001	beam	0.3	-584.900	-20.470	-20.880	40.80	40.80	-1.1752	-59.5	-26.7	-8.2	OK	OK	OK	OK	14.1	31.3
60	1001	beam	0.3	-579.800	34.080	20.880	40.80	40.80	-1.1684	-26.3	-59.1	13.7	OK	OK	OK	OK	31.1	13.9
59	1001	beam	0.3	-574.600	58.050	17.140	40.80	40.80	-1.0903	-28.9	-55.8	23.3	OK	OK	OK	OK	29.4	15.2
58	1001	beam	0.3	-569.400	63.730	10.750	40.80	40.80	-0.9616	-33.5	-50.4	25.5	OK	OK	OK	OK	26.5	17.6
57	1001	beam	0.3	-564.100	39.960	3.744	40.80	40.80	-0.8211	-38.6	-44.5	16.0	OK	OK	OK	OK	23.4	20.3
56	1001	beam	0.3	-558.800	-44.090	-4.197	40.80	40.80	-0.8227	-44.5	-37.9	-17.7	OK	OK	OK	OK	19.9	23.4
55	1001	beam	0.3	-547.900	-85.560	-13.610	40.80	40.80	-0.9875	-51.1	-29.7	-34.3	OK	OK	OK	OK	15.6	26.9
54	1001	beam	0.3	-542.300	9.447	13.600	40.80	40.80	-0.9799	-29.3	-50.6	3.8	OK	OK	OK	OK	26.6	15.4
53	1001	beam	0.3	-536.600	47.200	12.560	40.80	40.80	-0.9525	-29.7	-49.4	18.9	OK	OK	OK	OK	26.0	15.6
52	1001	beam	0.3	-530.800	61.140	7.372	40.80	40.80	-0.8460	-33.3	-44.9	24.5	OK	OK	OK	OK	23.6	17.5
51	1001	beam	0.3	-525.000	54.190	5.310	40.80	40.80	-0.7990	-34.5	-42.9	21.7	OK	OK	OK	OK	22.6	18.2
50	1001	beam	0.3	-519.000	1.228	5.445	40.80	40.80	-0.7936	-34.0	-42.5	0.5	OK	OK	OK	OK	22.4	17.9
49	1001	beam	0.3	-511.600	-78.790	-5.447	40.80	40.80	-0.7838	-42.0	-33.4	-31.6	OK	OK	OK	OK	17.6	22.1
48	1001	beam	0.3	-501.300	-68.550	-10.750	40.80	40.80	-0.8711	-45.4	-28.5	-27.5	OK	OK	OK	OK	15.0	23.9
47	1001	beam	0.3	-494.900	16.690	10.750	40.80	40.80	-0.8626	-28.0	-44.9	6.7	OK	OK	OK	OK	23.6	14.8
46	1001	beam	0.3	-488.500	49.920	8.915	40.80	40.80	-0.8191	-29.0	-43.0	20.0	OK	OK	OK	OK	22.6	15.3
45	1001	beam	0.3	-481.900	58.890	3.422	40.80	40.80	-0.7057	-32.8	-38.2	23.6	OK	OK	OK	OK	20.1	17.3
44	1001	beam	0.3	-475.200	41.150	7.582	40.80	40.80	-0.7761	-29.1	-41.0	16.5	OK	OK	OK	OK	21.6	15.3
43	1001	beam	0.3	-468.300	-43.310	-7.582	40.80	40.80	-0.7669	-40.5	-28.6	-17.4	OK	OK	OK	OK	15.0	21.3
42	1001	beam	0.3	-456.500	-108.900	-9.146	40.80	40.80	-0.7810	-40.8	-26.5	-43.6	OK	OK	OK	OK	13.9	21.5
41	1001	beam	0.3	-447.400	-39.180	-13.450	40.80	40.80	-0.8509	-43.5	-22.4	-15.7	OK	OK	OK	OK	11.8	22.9
40	1001	beam	0.3	-440.100	30.190	13.450	40.80	40.80	-0.8412	-21.9	-43.0	12.1	OK	OK	OK	OK	22.6	11.5
39	1001	beam	0.3	-432.600	56.910	10.130	40.80	40.80	-0.7680	-23.9	-39.8	22.8	OK	OK	OK	OK	21.0	12.6
38	1001	beam	0.3	-425.000	61.700	3.875	40.80	40.80	-0.6387	-28.3	-34.4	24.7	OK	OK	OK	OK	18.1	14.9
37	1001	beam	0.3	-417.300	34.650	6.720	40.80	40.80	-0.6827	-25.5	-36.0	13.9	OK	OK	OK	OK	19.0	13.4
36	1001	beam	0.3	-409.400	-80.020	-6.718	40.80	40.80	-0.6722	-35.4	-24.9	-32.1	OK	OK	OK	OK	13.1	18.7
35	1001	beam	0.3	-392.400	-119.500	-15.230	40.80	40.80	-0.8117	-40.9	-17.0	-47.9	OK	OK	OK	OK	8.9	21.5
34	1001	beam	0.3	-384.100	10.950	15.230	40.80	40.80	-0.8007	-16.3	-40.3	4.4	OK	OK	OK	OK	21.2	8.6
33	1001	beam	0.3	-375.600	58.420	14.030	40.80	40.80	-0.7665	-16.7	-38.7	23.4	OK	OK	OK	OK	20.4	8.8
32	1001	beam	0.3	-367.000	74.560	7.607	40.80	40.80	-0.6327	-21.1	-33.0	29.9	OK	OK	OK	OK	17.4	11.1
31	1001	beam	0.3	-358.100	67.760	8.045	40.80	40.80	-0.6292	-20.1	-32.7	27.1	OK	OK	OK	OK	17.2	10.6
30	1001	beam	0.3	-349.100	7.223	8.838	40.80	40.80	-0.6324	-18.8	-32.7	2.9	OK	OK	OK	OK	17.2	9.9
29	1001	beam	0.3	-338.600	-91.850	-8.839	40.80	40.80	-0.6185	-31.9	-18.0	-36.8	OK	OK	OK	OK	9.5	16.8
28	1001	beam	0.3	-324.100	-71.170	-9.085	40.80	40.80	-0.6039	-31.0	-16.7	-28.5	OK	OK	OK	OK	8.8	16.3
27	1001	beam	0.3	-314.300	47.760	9.086	40.80	40.80	-0.5909	-16.0	-30.3	19.1	OK	OK	OK	OK	15.9	8.4
26	1001	beam	0.3	-304.300	89.680	6.029	40.80	40.80	-0.5193	-17.7	-27.2	35.9	OK	OK	OK	OK	14.3	9.3

25	1001	beam	0.3	-294.000	100.500	17.070	40.80	40.80	-0.7160	-8.3	-35.1	40.3	OK	OK	OK	OK	18.5	4.3
24	1001	beam	0.3	-284.400	83.920	24.730	40.80	40.80	-0.8512	-1.3	-40.4	33.6	OK	OK	OK	OK	21.3	0.7
23	1001	beam	0.3	-275.500	20.180	26.570	40.80	40.80	-0.8766	1.2	-41.3	8.1	OK	OK	OK	OK	21.7	0.6
22	1001	beam	0.3	-265.700	-115.700	-26.570	40.80	40.80	-0.8644	-40.6	2.0	-46.4	OK	OK	OK	OK	1.1	21.3
21	1001	beam	0.3	-247.200	-123.300	-16.020	40.80	40.80	-0.6338	-30.8	-5.6	-49.4	OK	OK	OK	OK	3.0	16.2
20	1001	beam	0.3	-237.600	25.740	7.119	40.80	40.80	-0.4514	-11.9	-23.1	10.3	OK	OK	OK	OK	12.2	6.3
19	1001	beam	0.3	-227.800	86.270	14.990	40.80	40.80	-0.5884	-5.0	-28.6	34.6	OK	OK	OK	OK	15.0	2.6
18	1001	beam	0.3	-218.000	109.500	24.970	40.80	40.80	-0.7731	4.7	-35.9	43.9	OK	OK	OK	OK	18.9	2.5
17	1001	beam	0.3	-207.900	112.000	35.180	40.80	40.80	-0.9679	16.2	-43.4	44.9	OK	OK	OK	OK	22.8	8.5
16	1001	beam	0.3	-197.700	92.210	43.590	40.80	40.80	-1.1258	26.3	-49.4	36.9	OK	OK	OK	OK	26.0	13.8
15	1001	beam	0.3	-187.300	25.180	45.880	40.80	40.80	-1.1593	29.9	-50.4	10.1	OK	OK	OK	OK	26.5	15.7
14	1001	beam	0.3	-176.400	-129.400	-45.880	40.80	40.80	-1.1458	-49.6	31.0	-51.8	OK	OK	OK	OK	16.3	26.1
13	1001	beam	0.3	-155.200	-151.400	-34.080	40.80	40.80	-0.8810	-38.6	20.5	-60.7	OK	OK	OK	OK	10.8	20.3
12	1001	beam	0.3	-144.100	-5.652	-20.270	40.80	40.80	-0.5873	-26.7	6.9	-2.3	OK	OK	OK	OK	3.7	14.1
11	1001	beam	0.3	-133.000	47.210	24.060	40.80	40.80	-0.6507	12.0	-29.0	18.9	OK	OK	OK	OK	15.3	6.3
10	1001	beam	0.3	-121.800	52.730	28.870	40.80	40.80	-0.7344	18.4	-32.0	21.1	OK	OK	OK	OK	16.8	9.7
9	1001	beam	0.3	-110.500	14.470	30.190	40.80	40.80	-0.7470	21.0	-32.2	5.8	OK	OK	OK	OK	17.0	11.1
8	1001	beam	0.3	-99.200	-103.300	-30.180	40.80	40.80	-0.7327	-31.4	22.2	-41.4	OK	OK	OK	OK	11.7	16.5
7	1001	beam	0.3	-81.900	-189.400	-20.760	40.80	40.80	-0.5210	-22.6	13.8	-75.9	OK	OK	OK	OK	7.3	11.9
6	1001	beam	0.3	-64.870	-130.900	-8.439	40.80	40.80	-0.2505	-11.5	2.4	-52.4	OK	OK	OK	OK	1.3	6.0
5	1001	beam	0.3	-53.090	-27.190	-10.920	40.80	40.80	-0.2864	-12.6	6.2	-10.9	OK	OK	OK	OK	3.3	6.6
4	1001	beam	0.3	-41.310	19.940	10.920	40.80	40.80	-0.2719	7.5	-11.8	8.0	OK	OK	OK	OK	6.2	3.9
3	1001	beam	0.3	-29.520	38.860	9.102	40.80	40.80	-0.2205	6.7	-9.4	15.6	OK	OK	OK	OK	5.0	3.6
2	1001	beam	0.3	-17.720	39.590	5.559	40.80	40.80	-0.1343	4.2	-5.7	15.9	OK	OK	OK	OK	3.0	2.2
1	1001	beam	0.3	-5.902	21.370	1.948	40.80	40.80	-0.0467	1.5	-2.0	8.6	OK	OK	OK	OK	1.0	0.8

**CENTINE 1 HE 240 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 3 GIORNI**

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
240	1001	beam	0.3	-16.670	-4.595	-0.417	40.80	40.80	-0.1	-0.8	-0.4	-1.8	OK	OK	OK	OK	0.2	0.4
239	1001	beam	0.3	-50.010	-6.454	-1.001	40.80	40.80	-0.2	-2.2	-1.3	-2.6	OK	OK	OK	OK	0.7	1.1
238	1001	beam	0.3	-83.330	3.935	0.999	40.80	40.80	-0.2	-2.5	-3.3	1.6	OK	OK	OK	OK	1.8	1.3
237	1001	beam	0.3	-116.600	32.120	2.293	40.80	40.80	-0.4	-3.1	-5.1	12.9	OK	OK	OK	OK	2.7	1.6
236	1001	beam	0.3	-149.900	93.090	10.790	40.80	40.80	-0.8	-0.4	-10.0	37.3	OK	OK	OK	OK	5.3	0.2
235	1001	beam	0.3	-183.000	240.300	32.710	40.80	40.80	-1.9	16.5	-21.9	96.3	OK	OK	OK	OK	11.5	8.7
234	1001	beam	0.3	-224.500	246.300	57.890	40.80	40.80	-3.3	38.7	-35.4	98.7	OK	OK	OK	OK	18.6	20.4
233	1001	beam	0.3	-264.700	126.300	69.410	40.80	40.80	-3.9	46.8	-42.2	50.6	OK	OK	OK	OK	22.2	24.6
232	1001	beam	0.3	-296.200	-59.560	-69.410	40.80	40.80	-4.0	-43.3	43.7	-23.9	OK	OK	OK	OK	23.0	22.8
231	1001	beam	0.3	-327.100	-112.600	-63.980	40.80	40.80	-3.8	-41.8	35.1	-45.1	OK	OK	OK	OK	18.5	22.0
230	1001	beam	0.3	-357.600	-118.000	-53.710	40.80	40.80	-3.3	-37.7	22.1	-47.3	OK	OK	OK	OK	11.6	19.9
229	1001	beam	0.3	-387.700	-59.780	-42.950	40.80	40.80	-2.8	-33.3	9.9	-24.0	OK	OK	OK	OK	5.2	17.5
228	1001	beam	0.3	-417.400	183.200	54.200	40.80	40.80	-3.4	17.7	-39.8	73.4	OK	OK	OK	OK	20.9	9.3
227	1001	beam	0.3	-458.000	130.600	66.110	40.80	40.80	-4.1	25.7	-47.0	52.3	OK	OK	OK	OK	24.7	13.5
226	1001	beam	0.3	-486.200	-98.890	-66.110	40.80	40.80	-4.1	-47.9	23.4	-39.6	OK	OK	OK	OK	12.3	25.2
225	1001	beam	0.3	-513.500	-173.000	-57.090	40.80	40.80	-3.7	-44.2	13.2	-69.3	OK	OK	OK	OK	7.0	23.2
224	1001	beam	0.3	-540.200	-191.500	-41.310	40.80	40.80	-3.0	-37.1	0.0	-76.7	OK	OK	OK	OK	0.0	19.6
223	1001	beam	0.3	-566.400	-190.000	-23.840	40.80	40.80	-2.3	-30.2	-9.4	-76.1	OK	OK	OK	OK	4.9	15.9
222	1001	beam	0.3	-592.200	-165.800	-8.598	40.80	40.80	-1.8	-24.4	-16.9	-66.4	OK	OK	OK	OK	8.9	12.9
221	1001	beam	0.3	-617.600	-81.620	-16.050	40.80	40.80	-2.1	-28.6	-14.6	-32.7	OK	OK	OK	OK	7.7	15.0
220	1001	beam	0.3	-642.600	192.000	16.050	40.80	40.80	-2.2	-15.4	-29.5	76.9	OK	OK	OK	OK	15.5	8.1
219	1001	beam	0.3	-680.600	164.300	16.450	40.80	40.80	-2.3	-16.6	-31.0	65.8	OK	OK	OK	OK	16.3	8.7
218	1001	beam	0.3	-705.100	-62.900	-16.450	40.80	40.80	-2.3	-31.8	-17.4	-25.2	OK	OK	OK	OK	9.2	16.7
217	1001	beam	0.3	-728.300	-147.200	-10.710	40.80	40.80	-2.2	-30.1	-20.8	-59.0	OK	OK	OK	OK	10.9	15.9
216	1001	beam	0.3	-753.400	-161.300	-20.460	40.80	40.80	-2.6	-35.3	-17.4	-64.6	OK	OK	OK	OK	9.1	18.6
215	1001	beam	0.3	-780.200	-144.800	-36.380	40.80	40.80	-3.3	-43.2	-11.3	-58.0	OK	OK	OK	OK	6.0	22.7
214	1001	beam	0.3	-806.500	-78.990	-45.070	40.80	40.80	-3.7	-47.9	-8.5	-31.6	OK	OK	OK	OK	4.5	25.2
213	1001	beam	0.3	-832.400	161.700	45.080	40.80	40.80	-3.8	-9.4	-48.8	64.8	OK	OK	OK	OK	25.7	4.9
212	1001	beam	0.3	-868.600	191.500	27.290	40.80	40.80	-3.2	-18.4	-42.3	76.7	OK	OK	OK	OK	22.3	9.7
211	1001	beam	0.3	-896.100	0.579	6.250	40.80	40.80	-2.4	-28.6	-34.0	0.2	OK	OK	OK	OK	17.9	15.0
210	1001	beam	0.3	-920.400	-108.400	-18.110	40.80	40.80	-2.9	-40.1	-24.2	-43.4	OK	OK	OK	OK	12.8	21.1
209	1001	beam	0.3	-944.300	-118.500	-31.150	40.80	40.80	-3.5	-46.6	-19.4	-47.5	OK	OK	OK	OK	10.2	24.5
208	1001	beam	0.3	-967.900	-92.570	-41.330	40.80	40.80	-4.0	-51.9	-15.7	-37.1	OK	OK	OK	OK	8.3	27.3
207	1001	beam	0.3	-991.100	-4.735	-41.850	40.80	40.80	-4.0	-52.9	-16.3	-1.9	OK	OK	OK	OK	8.6	27.9
206	1001	beam	0.3	-1014.000	244.100	41.860	40.80	40.80	-4.1	-17.1	-53.7	97.8	OK	OK	OK	OK	28.3	9.0
205	1001	beam	0.3	-1057.000	173.700	11.710	40.80	40.80	-3.0	-31.8	-42.0	69.6	OK	OK	OK	OK	22.1	16.7
204	1001	beam	0.3	-1079.000	-56.140	-7.387	40.80	40.80	-2.9	-40.9	-34.5	-22.5	OK	OK	OK	OK	18.1	21.5
203	1001	beam	0.3	-1100.000	-100.500	-9.845	40.80	40.80	-3.0	-42.7	-34.1	-40.3	OK	OK	OK	OK	18.0	22.5
202	1001	beam	0.3	-1122.000	-93.010	-20.080	40.80	40.80	-3.5	-48.0	-30.4	-37.3	OK	OK	OK	OK	16.0	25.3

201	1001	beam	0.3	-1143.000	-47.640	-25.320	40.80	40.80	-3.7	-51.0	-28.9	-19.1	OK	OK	OK	OK	15.2	26.8
200	1001	beam	0.3	-1163.000	93.480	25.320	40.80	40.80	-3.8	-29.6	-51.7	37.5	OK	OK	OK	OK	27.2	15.6
199	1001	beam	0.3	-1188.000	224.100	15.040	40.80	40.80	-3.4	-34.9	-48.1	89.8	OK	OK	OK	OK	25.3	18.4
198	1001	beam	0.3	-1218.000	77.250	18.080	40.80	40.80	-3.6	-34.6	-50.5	30.9	OK	OK	OK	OK	26.6	18.2
197	1001	beam	0.3	-1237.000	-84.890	-18.080	40.80	40.80	-3.7	-51.1	-35.3	-34.0	OK	OK	OK	OK	18.6	26.9
196	1001	beam	0.3	-1257.000	-109.300	-8.746	40.80	40.80	-3.3	-47.7	-40.1	-43.8	OK	OK	OK	OK	21.1	25.1
195	1001	beam	0.3	-1276.000	-93.290	-13.530	40.80	40.80	-3.6	-50.5	-38.7	-37.4	OK	OK	OK	OK	20.3	26.6
194	1001	beam	0.3	-1294.000	-36.480	-17.540	40.80	40.80	-3.8	-52.9	-37.5	-14.6	OK	OK	OK	OK	19.8	27.8
193	1001	beam	0.3	-1313.000	134.000	17.540	40.80	40.80	-3.8	-38.2	-53.5	53.7	OK	OK	OK	OK	28.2	20.1
192	1001	beam	0.3	-1338.000	128.900	11.360	40.80	40.80	-3.6	-41.8	-51.7	51.6	OK	OK	OK	OK	27.2	22.0
191	1001	beam	0.3	-1357.000	-32.870	-11.360	40.80	40.80	-3.7	-52.4	-42.4	-13.2	OK	OK	OK	OK	22.3	27.6
190	1001	beam	0.3	-1374.000	-123.000	-7.749	40.80	40.80	-3.6	-51.4	-44.6	-49.3	OK	OK	OK	OK	23.5	27.0
189	1001	beam	0.3	-1391.000	-127.500	-19.810	40.80	40.80	-4.1	-57.3	-39.9	-51.1	OK	OK	OK	OK	21.0	30.1
188	1001	beam	0.3	-1407.000	-101.500	-30.980	40.80	40.80	-4.6	-62.7	-35.6	-40.7	OK	OK	OK	OK	18.7	33.0
187	1001	beam	0.3	-1423.000	-32.620	-34.560	40.80	40.80	-4.8	-64.8	-34.6	-13.1	OK	OK	OK	OK	18.2	34.1
186	1001	beam	0.3	-1439.000	162.400	34.560	40.80	40.80	-4.8	-35.2	-65.4	65.1	OK	OK	OK	OK	34.4	18.5
185	1001	beam	0.3	-1463.000	51.310	16.700	40.80	40.80	-4.2	-43.8	-58.4	20.6	OK	OK	OK	OK	30.7	23.1
184	1001	beam	0.3	-1478.000	-108.500	-22.990	40.80	40.80	-4.4	-61.7	-41.6	-43.5	OK	OK	OK	OK	21.9	32.5
183	1001	beam	0.3	-1493.000	-141.700	-38.580	40.80	40.80	-5.1	-69.0	-35.3	-56.8	OK	OK	OK	OK	18.6	36.3
182	1001	beam	0.3	-1507.000	-125.500	-52.380	40.80	40.80	-5.7	-75.6	-29.7	-50.3	OK	OK	OK	OK	15.6	39.8
181	1001	beam	0.3	-1522.000	-78.110	-60.970	40.80	40.80	-6.1	-79.8	-26.5	-31.3	OK	OK	OK	OK	13.9	42.0
180	1001	beam	0.3	-1536.000	35.130	60.970	40.80	40.80	-6.1	-27.0	-80.3	14.1	OK	OK	OK	OK	42.3	14.2
179	1001	beam	0.3	-1552.000	159.800	57.100	40.80	40.80	-6.0	-29.2	-79.2	64.0	OK	OK	OK	OK	41.7	15.4
178	1001	beam	0.3	-1572.000	22.010	39.540	40.80	40.80	-5.3	-37.6	-72.2	8.8	OK	OK	OK	OK	38.0	19.8
177	1001	beam	0.3	-1585.000	-106.400	-48.820	40.80	40.80	-5.7	-76.7	-34.0	-42.6	OK	OK	OK	OK	17.9	40.4
176	1001	beam	0.3	-1598.000	-117.300	-61.720	40.80	40.80	-6.3	-82.8	-28.8	-47.0	OK	OK	OK	OK	15.2	43.6
175	1001	beam	0.3	-1612.000	-84.250	-70.990	40.80	40.80	-6.7	-87.4	-25.3	-33.8	OK	OK	OK	OK	13.3	46.0
174	1001	beam	0.3	-1625.000	-8.197	-71.890	40.80	40.80	-6.8	-88.2	-25.3	-3.3	OK	OK	OK	OK	13.3	46.4
173	1001	beam	0.3	-1638.000	165.700	71.880	40.80	40.80	-6.8	-25.8	-88.7	66.4	OK	OK	OK	OK	46.7	13.6
172	1001	beam	0.3	-1660.000	194.700	53.660	40.80	40.80	-6.1	-34.5	-81.5	78.0	OK	OK	OK	OK	42.9	18.2
171	1001	beam	0.3	-1678.000	55.690	32.270	40.80	40.80	-5.3	-44.5	-72.7	22.3	OK	OK	OK	OK	38.3	23.4
170	1001	beam	0.3	-1690.000	-1.708	-26.330	40.80	40.80	-5.1	-70.6	-47.5	-0.7	OK	OK	OK	OK	25.0	37.1
169	1001	beam	0.3	-1703.000	99.380	26.330	40.80	40.80	-5.1	-48.0	-71.0	39.8	OK	OK	OK	OK	37.4	25.2
168	1001	beam	0.3	-1721.000	210.800	15.400	40.80	40.80	-4.7	-53.4	-66.9	84.5	OK	OK	OK	OK	35.2	28.1
167	1001	beam	0.3	-1742.000	67.810	13.170	40.80	40.80	-4.7	-55.1	-66.6	27.2	OK	OK	OK	OK	35.1	29.0
166	1001	beam	0.3	-1753.000	-29.290	-13.170	40.80	40.80	-4.7	-67.0	-55.5	-11.7	OK	OK	OK	OK	29.2	35.3
165	1001	beam	0.3	-1764.000	10.890	11.280	40.80	40.80	-4.7	-56.7	-66.6	4.4	OK	OK	OK	OK	35.0	29.8
164	1001	beam	0.3	-1775.000	182.300	29.990	40.80	40.80	-5.4	-48.9	-75.1	73.0	OK	OK	OK	OK	39.5	25.7
163	1001	beam	0.3	-1796.000	107.400	41.000	40.80	40.80	-5.9	-44.8	-80.7	43.0	OK	OK	OK	OK	42.5	23.6
162	1001	beam	0.3	-1807.000	-18.150	-41.000	40.80	40.80	-6.0	-81.1	-45.2	-7.3	OK	OK	OK	OK	23.8	42.7
161	1001	beam	0.3	-1817.000	-29.220	-39.130	40.80	40.80	-5.9	-80.6	-46.4	-11.7	OK	OK	OK	OK	24.4	42.4
160	1001	beam	0.3	-1827.000	68.100	43.120	40.80	40.80	-6.1	-45.0	-82.7	27.3	OK	OK	OK	OK	43.5	23.7
159	1001	beam	0.3	-1840.000	154.700	58.970	40.80	40.80	-6.8	-38.5	-90.1	62.0	OK	OK	OK	OK	47.4	20.3
158	1001	beam	0.3	-1855.000	16.390	60.650	40.80	40.80	-6.9	-38.3	-91.3	6.6	OK	OK	OK	OK	48.1	20.1

157	1001	beam	0.3	-1864.000	-53.670	-60.650	40.80	40.80	-6.9	-91.6	-38.6	-21.5	OK	OK	OK	OK	20.3	48.2
156	1001	beam	0.3	-1873.000	-12.890	-55.140	40.80	40.80	-6.7	-89.5	-41.3	-5.2	OK	OK	OK	OK	21.7	47.1
155	1001	beam	0.3	-1882.000	131.600	67.310	40.80	40.80	-7.2	-36.3	-95.2	52.7	OK	OK	OK	OK	50.1	19.1
154	1001	beam	0.3	-1897.000	46.900	72.120	40.80	40.80	-7.4	-34.7	-97.8	18.8	OK	OK	OK	OK	51.5	18.3
153	1001	beam	0.3	-1905.000	-54.600	-72.110	40.80	40.80	-7.4	-98.1	-35.0	-21.9	OK	OK	OK	OK	18.4	51.6
152	1001	beam	0.3	-1913.000	-54.100	-66.510	40.80	40.80	-7.2	-95.9	-37.7	-21.7	OK	OK	OK	OK	19.9	50.5
151	1001	beam	0.3	-1921.000	31.240	64.170	40.80	40.80	-7.2	-39.0	-95.2	12.5	OK	OK	OK	OK	50.1	20.5
150	1001	beam	0.3	-1930.000	98.620	74.270	40.80	40.80	-7.6	-34.9	-99.9	39.5	OK	OK	OK	OK	52.6	18.4
149	1001	beam	0.3	-1940.000	-33.140	-74.270	40.80	40.80	-7.6	-100.2	-35.3	-13.3	OK	OK	OK	OK	18.6	52.8
148	1001	beam	0.3	-1947.000	-75.710	-70.870	40.80	40.80	-7.5	-99.0	-37.0	-30.3	OK	OK	OK	OK	19.5	52.1
147	1001	beam	0.3	-1953.000	-30.700	-63.100	40.80	40.80	-7.2	-95.8	-40.6	-12.3	OK	OK	OK	OK	21.4	50.4
146	1001	beam	0.3	-1960.000	94.060	69.600	40.80	40.80	-7.5	-38.0	-98.9	37.7	OK	OK	OK	OK	52.1	20.0
145	1001	beam	0.3	-1970.000	7.269	70.350	40.80	40.80	-7.5	-38.0	-99.6	2.9	OK	OK	OK	OK	52.4	20.0
144	1001	beam	0.3	-1975.000	-68.110	-70.340	40.80	40.80	-7.5	-99.8	-38.2	-27.3	OK	OK	OK	OK	20.1	52.5
143	1001	beam	0.3	-1981.000	-53.270	-63.350	40.80	40.80	-7.3	-96.9	-41.5	-21.3	OK	OK	OK	OK	21.8	51.0
142	1001	beam	0.3	-1987.000	26.170	60.570	40.80	40.80	-7.2	-42.9	-95.9	10.5	OK	OK	OK	OK	50.5	22.6
141	1001	beam	0.3	-1993.000	79.590	68.730	40.80	40.80	-7.5	-39.6	-99.7	31.9	OK	OK	OK	OK	52.5	20.8
140	1001	beam	0.3	-2000.000	-43.210	-68.720	40.80	40.80	-7.5	-99.9	-39.8	-17.3	OK	OK	OK	OK	21.0	52.6
139	1001	beam	0.3	-2005.000	-59.130	-64.290	40.80	40.80	-7.4	-98.2	-41.9	-23.7	OK	OK	OK	OK	22.1	51.7
138	1001	beam	0.3	-2009.000	-11.070	-58.220	40.80	40.80	-7.1	-95.6	-44.7	-4.4	OK	OK	OK	OK	23.5	50.3
137	1001	beam	0.3	-2014.000	91.640	66.480	40.80	40.80	-7.5	-41.3	-99.4	36.7	OK	OK	OK	OK	52.3	21.7
136	1001	beam	0.3	-2021.000	-1.004	-66.480	40.80	40.80	-7.5	-99.7	-41.5	-0.4	OK	OK	OK	OK	21.9	52.5
135	1001	beam	0.3	-2025.000	-53.040	-66.380	40.80	40.80	-7.5	-99.8	-41.7	-21.3	OK	OK	OK	OK	22.0	52.5
134	1001	beam	0.3	-2029.000	-27.060	-60.930	40.80	40.80	-7.3	-97.5	-44.2	-10.8	OK	OK	OK	OK	23.3	51.3
133	1001	beam	0.3	-2032.000	39.690	62.230	40.80	40.80	-7.3	-43.8	-98.2	15.9	OK	OK	OK	OK	51.7	23.0
132	1001	beam	0.3	-2037.000	69.190	69.320	40.80	40.80	-7.6	-40.8	-101.5	27.7	OK	OK	OK	OK	53.4	21.5
131	1001	beam	0.3	-2040.000	-49.090	-69.330	40.80	40.80	-7.6	-101.6	-40.9	-19.7	OK	OK	OK	OK	21.5	53.5
130	1001	beam	0.3	-2043.000	-38.730	-64.290	40.80	40.80	-7.4	-99.5	-43.2	-15.5	OK	OK	OK	OK	22.8	52.4
129	1001	beam	0.3	-2046.000	8.308	61.170	40.80	40.80	-7.3	-44.7	-98.2	3.3	OK	OK	OK	OK	51.7	23.5
128	1001	beam	0.3	-2048.000	80.400	69.420	40.80	40.80	-7.7	-41.2	-101.9	32.2	OK	OK	OK	OK	53.6	21.7
127	1001	beam	0.3	-2052.000	-22.530	-69.420	40.80	40.80	-7.7	-102.0	-41.3	-9.0	OK	OK	OK	OK	21.7	53.7
126	1001	beam	0.3	-2053.000	-48.760	-67.110	40.80	40.80	-7.6	-101.1	-42.4	-19.5	OK	OK	OK	OK	22.3	53.2
125	1001	beam	0.3	-2055.000	-9.916	-62.100	40.80	40.80	-7.4	-98.9	-44.6	-4.0	OK	OK	OK	OK	23.5	52.1
124	1001	beam	0.3	-2056.000	42.750	65.470	40.80	40.80	-7.5	-43.2	-100.5	17.1	OK	OK	OK	OK	52.9	22.7
123	1001	beam	0.3	-2058.000	44.750	70.060	40.80	40.80	-7.7	-41.3	-102.5	17.9	OK	OK	OK	OK	54.0	21.7
122	1001	beam	0.3	-2057.000	-66.360	-70.060	40.80	40.80	-7.7	-102.5	-41.2	-26.6	OK	OK	OK	OK	21.7	53.9
121	1001	beam	0.3	-2058.000	-24.550	-63.250	40.80	40.80	-7.4	-99.6	-44.2	-9.8	OK	OK	OK	OK	23.3	52.4
120	1001	beam	0.3	-2058.000	23.230	63.110	40.80	40.80	-7.4	-44.3	-99.5	9.3	OK	OK	OK	OK	52.4	23.3
119	1001	beam	0.3	-2057.000	64.400	69.720	40.80	40.80	-7.7	-41.4	-102.3	25.8	OK	OK	OK	OK	53.9	21.8
118	1001	beam	0.3	-2057.000	-46.850	-69.720	40.80	40.80	-7.7	-102.3	-41.4	-18.8	OK	OK	OK	OK	21.8	53.9
117	1001	beam	0.3	-2055.000	-44.040	-64.920	40.80	40.80	-7.5	-100.2	-43.4	-17.6	OK	OK	OK	OK	22.8	52.7
116	1001	beam	0.3	-2054.000	9.191	61.340	40.80	40.80	-7.4	-44.9	-98.6	3.7	OK	OK	OK	OK	51.9	23.6
115	1001	beam	0.3	-2053.000	47.960	66.270	40.80	40.80	-7.6	-42.7	-100.7	19.2	OK	OK	OK	OK	53.0	22.5
114	1001	beam	0.3	-2052.000	21.310	68.450	40.80	40.80	-7.6	-41.7	-101.6	8.5	OK	OK	OK	OK	53.5	22.0



113	1001	beam	0.3	-2047.000	-81.070	-68.450	40.80	40.80	-7.6	-101.4	-41.6	-32.5	OK	OK	OK	OK	21.9	53.4
112	1001	beam	0.3	-2045.000	-7.880	-60.130	40.80	40.80	-7.3	-97.7	-45.1	-3.2	OK	OK	OK	OK	23.8	51.4
111	1001	beam	0.3	-2042.000	39.350	63.360	40.80	40.80	-7.4	-43.6	-99.0	15.8	OK	OK	OK	OK	52.1	23.0
110	1001	beam	0.3	-2039.000	48.860	68.370	40.80	40.80	-7.6	-41.3	-101.1	19.6	OK	OK	OK	OK	53.2	21.8
109	1001	beam	0.3	-2035.000	-69.790	-68.370	40.80	40.80	-7.6	-101.0	-41.2	-28.0	OK	OK	OK	OK	21.7	53.2
108	1001	beam	0.3	-2031.000	-39.320	-61.220	40.80	40.80	-7.3	-97.7	-44.2	-15.8	OK	OK	OK	OK	23.2	51.4
107	1001	beam	0.3	-2027.000	27.930	60.050	40.80	40.80	-7.2	-44.5	-97.1	11.2	OK	OK	OK	OK	51.1	23.4
106	1001	beam	0.3	-2023.000	53.180	65.520	40.80	40.80	-7.5	-42.0	-99.3	21.3	OK	OK	OK	OK	52.3	22.1
105	1001	beam	0.3	-2020.000	-0.171	-65.520	40.80	40.80	-7.4	-99.2	-41.9	-0.1	OK	OK	OK	OK	22.1	52.2
104	1001	beam	0.3	-2012.000	-92.300	-65.500	40.80	40.80	-7.4	-98.9	-41.6	-37.0	OK	OK	OK	OK	21.9	52.1
103	1001	beam	0.3	-2007.000	11.730	57.230	40.80	40.80	-7.1	-45.1	-95.1	4.7	OK	OK	OK	OK	50.1	23.7
102	1001	beam	0.3	-2002.000	59.730	63.370	40.80	40.80	-7.3	-42.2	-97.6	23.9	OK	OK	OK	OK	51.4	22.2
101	1001	beam	0.3	-1997.000	42.170	67.700	40.80	40.80	-7.5	-40.2	-99.4	16.9	OK	OK	OK	OK	52.3	21.1
100	1001	beam	0.3	-1991.000	-81.050	-67.710	40.80	40.80	-7.5	-99.2	-39.9	-32.5	OK	OK	OK	OK	21.0	52.2
99	1001	beam	0.3	-1984.000	-26.160	-59.410	40.80	40.80	-7.1	-95.3	-43.3	-10.5	OK	OK	OK	OK	22.8	50.2
98	1001	beam	0.3	-1978.000	53.860	62.260	40.80	40.80	-7.2	-41.9	-96.3	21.6	OK	OK	OK	OK	50.7	22.0
97	1001	beam	0.3	-1972.000	67.650	69.210	40.80	40.80	-7.5	-38.6	-99.2	27.1	OK	OK	OK	OK	52.2	20.3
96	1001	beam	0.3	-1967.000	-9.235	-69.210	40.80	40.80	-7.5	-99.0	-38.4	-3.7	OK	OK	OK	OK	20.2	52.1
95	1001	beam	0.3	-1956.000	-95.120	-68.260	40.80	40.80	-7.4	-98.2	-38.5	-38.1	OK	OK	OK	OK	20.2	51.7
94	1001	beam	0.3	-1950.000	31.290	61.710	40.80	40.80	-7.1	-41.1	-95.1	12.5	OK	OK	OK	OK	50.1	21.6
93	1001	beam	0.3	-1943.000	76.240	69.530	40.80	40.80	-7.4	-37.5	-98.3	30.5	OK	OK	OK	OK	51.7	19.7
92	1001	beam	0.3	-1936.000	32.330	72.840	40.80	40.80	-7.5	-35.8	-99.5	13.0	OK	OK	OK	OK	52.4	18.8
91	1001	beam	0.3	-1926.000	-99.270	-72.840	40.80	40.80	-7.5	-99.1	-35.4	-38.8	OK	OK	OK	OK	18.6	52.2
90	1001	beam	0.3	-1917.000	-30.400	-62.660	40.80	40.80	-7.1	-94.4	-39.6	-12.2	OK	OK	OK	OK	20.8	49.7
89	1001	beam	0.3	-1909.000	55.530	65.240	40.80	40.80	-7.2	-38.2	-95.2	22.2	OK	OK	OK	OK	50.1	20.1
88	1001	beam	0.3	-1901.000	55.710	70.960	40.80	40.80	-7.4	-35.4	-97.4	22.3	OK	OK	OK	OK	51.3	18.6
87	1001	beam	0.3	-1893.000	-46.230	-70.960	40.80	40.80	-7.4	-97.2	-35.1	-18.5	OK	OK	OK	OK	18.5	51.1
86	1001	beam	0.3	-1878.000	-129.900	-66.220	40.80	40.80	-7.1	-94.6	-36.6	-52.0	OK	OK	OK	OK	19.3	49.8
85	1001	beam	0.3	-1870.000	15.100	54.440	40.80	40.80	-6.6	-41.5	-89.1	6.0	OK	OK	OK	OK	46.9	21.8
84	1001	beam	0.3	-1861.000	55.500	60.130	40.80	40.80	-6.8	-38.7	-91.3	22.2	OK	OK	OK	OK	48.1	20.4
83	1001	beam	0.3	-1852.000	-15.150	-60.130	40.80	40.80	-6.8	-91.0	-38.4	-6.1	OK	OK	OK	OK	20.2	47.9
82	1001	beam	0.3	-1837.000	-153.100	-58.580	40.80	40.80	-6.7	-89.8	-38.6	-61.3	OK	OK	OK	OK	20.3	47.3
81	1001	beam	0.3	-1824.000	-66.330	-42.890	40.80	40.80	-6.1	-82.5	-45.0	-26.6	OK	OK	OK	OK	23.7	43.4
80	1001	beam	0.3	-1814.000	30.820	39.240	40.80	40.80	-5.9	-46.2	-80.5	12.3	OK	OK	OK	OK	42.4	24.3
79	1001	beam	0.3	-1804.000	19.560	41.260	40.80	40.80	-6.0	-45.0	-81.1	7.8	OK	OK	OK	OK	42.7	23.7
78	1001	beam	0.3	-1793.000	-105.500	-41.260	40.80	40.80	-5.9	-80.7	-44.6	-42.3	OK	OK	OK	OK	23.5	42.5
77	1001	beam	0.3	-1772.000	-180.600	-30.440	40.80	40.80	-5.4	-75.2	-48.6	-72.4	OK	OK	OK	OK	25.6	39.6
76	1001	beam	0.3	-1761.000	-10.140	-11.910	40.80	40.80	-4.7	-66.7	-56.3	-4.1	OK	OK	OK	OK	29.6	35.1
75	1001	beam	0.3	-1750.000	29.710	13.920	40.80	40.80	-4.7	-55.0	-67.2	11.9	OK	OK	OK	OK	35.4	29.0
74	1001	beam	0.3	-1739.000	-66.790	-13.930	40.80	40.80	-4.7	-66.8	-54.7	-26.8	OK	OK	OK	OK	28.8	35.2
73	1001	beam	0.3	-1718.000	-209.800	-14.440	40.80	40.80	-4.7	-66.3	-53.7	-84.1	OK	OK	OK	OK	28.3	34.9
72	1001	beam	0.3	-1700.000	-99.180	-25.340	40.80	40.80	-5.1	-70.5	-48.3	-39.7	OK	OK	OK	OK	25.4	37.1
71	1001	beam	0.3	-1687.000	1.067	25.340	40.80	40.80	-5.0	-47.8	-70.0	0.4	OK	OK	OK	OK	36.8	25.2
70	1001	beam	0.3	-1675.000	-56.020	-31.390	40.80	40.80	-5.3	-72.2	-44.8	-22.4	OK	OK	OK	OK	23.6	38.0

69	1001	beam	0.3	-1657.000	-195.000	-52.810	40.80	40.80	-6.1	-81.0	-34.8	-78.1	OK	OK	OK	OK	18.3	42.6
68	1001	beam	0.3	-1635.000	-167.200	-71.200	40.80	40.80	-6.8	-88.3	-26.0	-67.0	OK	OK	OK	OK	13.7	46.4
67	1001	beam	0.3	-1622.000	5.363	71.200	40.80	40.80	-6.7	-25.5	-87.8	2.1	OK	OK	OK	OK	46.2	13.4
66	1001	beam	0.3	-1608.000	80.950	70.610	40.80	40.80	-6.7	-25.3	-87.1	32.4	OK	OK	OK	OK	45.8	13.3
65	1001	beam	0.3	-1595.000	114.200	61.700	40.80	40.80	-6.3	-28.7	-82.7	45.8	OK	OK	OK	OK	43.5	15.1
64	1001	beam	0.3	-1582.000	103.800	49.130	40.80	40.80	-5.7	-33.8	-76.7	41.6	OK	OK	OK	OK	40.4	17.8
63	1001	beam	0.3	-1568.000	-24.630	-40.420	40.80	40.80	-5.4	-72.5	-37.1	-9.9	OK	OK	OK	OK	19.5	38.1
62	1001	beam	0.3	-1548.000	-162.300	-58.250	40.80	40.80	-6.0	-79.5	-28.6	-65.0	OK	OK	OK	OK	15.1	41.9
61	1001	beam	0.3	-1532.000	-36.620	-62.280	40.80	40.80	-6.2	-80.8	-26.3	-14.7	OK	OK	OK	OK	13.8	42.5
60	1001	beam	0.3	-1517.000	78.570	62.280	40.80	40.80	-6.1	-25.8	-80.2	31.5	OK	OK	OK	OK	42.2	13.6
59	1001	beam	0.3	-1503.000	127.100	53.640	40.80	40.80	-5.7	-29.0	-76.0	50.9	OK	OK	OK	OK	40.0	15.3
58	1001	beam	0.3	-1488.000	143.500	39.650	40.80	40.80	-5.1	-34.6	-69.3	57.5	OK	OK	OK	OK	36.5	18.2
57	1001	beam	0.3	-1473.000	109.200	23.860	40.80	40.80	-4.5	-41.0	-61.9	43.8	OK	OK	OK	OK	32.6	21.6
56	1001	beam	0.3	-1458.000	-53.370	-17.720	40.80	40.80	-4.2	-58.7	-43.2	-21.4	OK	OK	OK	OK	22.7	30.9
55	1001	beam	0.3	-1434.000	-164.100	-35.760	40.80	40.80	-4.9	-65.7	-34.5	-65.7	OK	OK	OK	OK	18.1	34.6
54	1001	beam	0.3	-1418.000	33.780	35.760	40.80	40.80	-4.8	-33.9	-65.2	13.5	OK	OK	OK	OK	34.3	17.8
53	1001	beam	0.3	-1401.000	103.800	32.050	40.80	40.80	-4.6	-34.9	-63.0	41.6	OK	OK	OK	OK	33.1	18.4
52	1001	beam	0.3	-1385.000	129.800	20.630	40.80	40.80	-4.1	-39.4	-57.4	52.0	OK	OK	OK	OK	30.2	20.7
51	1001	beam	0.3	-1368.000	124.200	7.308	40.80	40.80	-3.6	-44.6	-51.0	49.8	OK	OK	OK	OK	26.8	23.5
50	1001	beam	0.3	-1351.000	31.660	10.790	40.80	40.80	-3.7	-42.5	-51.9	12.7	OK	OK	OK	OK	27.3	22.4
49	1001	beam	0.3	-1332.000	-131.800	-10.790	40.80	40.80	-3.6	-51.2	-41.8	-52.8	OK	OK	OK	OK	22.0	27.0
48	1001	beam	0.3	-1306.000	-135.300	-18.570	40.80	40.80	-3.9	-53.7	-37.5	-54.2	OK	OK	OK	OK	19.7	28.3
47	1001	beam	0.3	-1288.000	37.160	18.580	40.80	40.80	-3.8	-36.9	-53.1	14.9	OK	OK	OK	OK	28.0	19.4
46	1001	beam	0.3	-1269.000	94.620	14.490	40.80	40.80	-3.6	-38.0	-50.7	37.9	OK	OK	OK	OK	26.7	20.0
45	1001	beam	0.3	-1251.000	110.500	8.073	40.80	40.80	-3.3	-40.2	-47.2	44.3	OK	OK	OK	OK	24.9	21.1
44	1001	beam	0.3	-1231.000	85.450	17.480	40.80	40.80	-3.6	-35.4	-50.6	34.2	OK	OK	OK	OK	26.7	18.6
43	1001	beam	0.3	-1212.000	-77.860	-17.480	40.80	40.80	-3.6	-50.0	-34.7	-31.2	OK	OK	OK	OK	18.3	26.3
42	1001	beam	0.3	-1182.000	-224.200	-15.710	40.80	40.80	-3.4	-48.2	-34.4	-89.8	OK	OK	OK	OK	18.1	25.3
41	1001	beam	0.3	-1158.000	-92.720	-25.910	40.80	40.80	-3.8	-51.8	-29.1	-37.1	OK	OK	OK	OK	15.3	27.3
40	1001	beam	0.3	-1137.000	48.630	25.910	40.80	40.80	-3.7	-28.4	-51.0	19.5	OK	OK	OK	OK	26.9	14.9
39	1001	beam	0.3	-1116.000	94.200	20.550	40.80	40.80	-3.5	-30.0	-48.0	37.7	OK	OK	OK	OK	25.2	15.8
38	1001	beam	0.3	-1095.000	102.500	10.190	40.80	40.80	-3.0	-33.8	-42.7	41.1	OK	OK	OK	OK	22.5	17.8
37	1001	beam	0.3	-1073.000	59.410	7.617	40.80	40.80	-2.9	-34.2	-40.8	23.8	OK	OK	OK	OK	21.5	18.0
36	1001	beam	0.3	-1051.000	-168.300	-10.890	40.80	40.80	-2.9	-41.5	-32.0	-67.4	OK	OK	OK	OK	16.8	21.8
35	1001	beam	0.3	-1009.000	-267.400	-40.290	40.80	40.80	-4.0	-52.9	-17.6	-107.1	OK	OK	OK	OK	9.3	27.8
34	1001	beam	0.3	-986.500	9.226	40.290	40.80	40.80	-4.0	-16.8	-52.1	3.7	OK	OK	OK	OK	27.4	8.9
33	1001	beam	0.3	-963.300	95.640	39.280	40.80	40.80	-3.9	-16.5	-50.8	38.3	OK	OK	OK	OK	26.8	8.7
32	1001	beam	0.3	-939.800	122.000	28.770	40.80	40.80	-3.4	-20.2	-45.4	48.9	OK	OK	OK	OK	23.9	10.7
31	1001	beam	0.3	-915.900	113.900	15.350	40.80	40.80	-2.8	-25.3	-38.7	45.6	OK	OK	OK	OK	20.4	13.3
30	1001	beam	0.3	-891.700	8.741	2.826	40.80	40.80	-2.2	-29.9	-32.4	3.5	OK	OK	OK	OK	17.0	15.7
29	1001	beam	0.3	-864.400	-178.800	-21.510	40.80	40.80	-2.9	-39.6	-20.8	-71.6	OK	OK	OK	OK	10.9	20.8
28	1001	beam	0.3	-829.000	-149.300	-37.940	40.80	40.80	-3.5	-45.6	-12.4	-59.8	OK	OK	OK	OK	6.5	24.0
27	1001	beam	0.3	-803.100	85.600	37.950	40.80	40.80	-3.4	-11.5	-44.7	34.3	OK	OK	OK	OK	23.5	6.0
26	1001	beam	0.3	-776.700	148.700	28.540	40.80	40.80	-3.0	-14.6	-39.6	59.6	OK	OK	OK	OK	20.8	7.7

25	1001	beam	0.3	-749.900	163.900	12.190	40.80	40.80	-2.3	-20.9	-31.5	65.7	OK	OK	OK	OK	16.6	11.0
24	1001	beam	0.3	-724.700	149.800	19.500	40.80	40.80	-2.5	-16.8	-33.8	60.0	OK	OK	OK	OK	17.8	8.8
23	1001	beam	0.3	-701.400	66.940	25.610	40.80	40.80	-2.7	-13.3	-35.7	26.8	OK	OK	OK	OK	18.8	7.0
22	1001	beam	0.3	-677.000	-157.700	-25.610	40.80	40.80	-2.6	-34.8	-12.4	-63.2	OK	OK	OK	OK	6.6	18.3
21	1001	beam	0.3	-639.300	-187.600	-11.250	40.80	40.80	-2.0	-27.3	-17.4	-75.2	OK	OK	OK	OK	9.2	14.3
20	1001	beam	0.3	-614.300	81.330	5.859	40.80	40.80	-1.7	-18.9	-24.0	32.6	OK	OK	OK	OK	12.6	9.9
19	1001	beam	0.3	-588.800	162.100	16.350	40.80	40.80	-2.1	-13.4	-27.7	64.9	OK	OK	OK	OK	14.6	7.1
18	1001	beam	0.3	-562.900	184.100	33.140	40.80	40.80	-2.7	-5.2	-34.2	73.8	OK	OK	OK	OK	18.0	2.7
17	1001	beam	0.3	-536.600	183.700	49.890	40.80	40.80	-3.4	6.0	-41.2	73.6	OK	OK	OK	OK	21.7	3.2
16	1001	beam	0.3	-509.800	163.500	64.810	40.80	40.80	-4.1	20.3	-47.9	65.5	OK	OK	OK	OK	25.2	10.7
15	1001	beam	0.3	-482.500	88.190	72.860	40.80	40.80	-4.4	30.1	-51.1	35.3	OK	OK	OK	OK	26.9	15.9
14	1001	beam	0.3	-454.300	-142.000	-72.860	40.80	40.80	-4.4	-50.2	32.6	-56.9	OK	OK	OK	OK	17.1	26.4
13	1001	beam	0.3	-412.800	-196.800	-59.920	40.80	40.80	-3.7	-42.5	23.5	-78.8	OK	OK	OK	OK	12.3	22.4
12	1001	beam	0.3	-383.200	44.830	46.060	40.80	40.80	-2.9	12.9	-34.7	18.0	OK	OK	OK	OK	18.3	6.8
11	1001	beam	0.3	-353.300	105.000	55.640	40.80	40.80	-3.4	24.3	-38.5	42.1	OK	OK	OK	OK	20.3	12.8
10	1001	beam	0.3	-323.100	100.900	64.850	40.80	40.80	-3.8	36.4	-42.1	40.4	OK	OK	OK	OK	22.1	19.1
9	1001	beam	0.3	-292.500	47.950	69.230	40.80	40.80	-4.0	43.9	-43.1	19.2	OK	OK	OK	OK	22.7	23.1
8	1001	beam	0.3	-261.500	-138.800	-69.230	40.80	40.80	-3.9	-42.0	47.0	-55.6	OK	OK	OK	OK	24.7	22.1
7	1001	beam	0.3	-221.400	-266.900	-56.570	40.80	40.80	-3.2	-34.6	37.6	-106.9	OK	OK	OK	OK	19.8	18.2
6	1001	beam	0.3	-180.100	-248.000	-30.410	40.80	40.80	-1.8	-20.7	14.4	-99.4	OK	OK	OK	OK	7.6	10.9
5	1001	beam	0.3	-147.400	-92.920	-7.800	40.80	40.80	-0.7	-8.6	-1.7	-37.2	OK	OK	OK	OK	0.9	4.5
4	1001	beam	0.3	-114.700	-25.400	-2.992	40.80	40.80	-0.4	-5.3	-2.7	-10.2	OK	OK	OK	OK	1.4	2.8
3	1001	beam	0.3	-81.970	5.586	2.989	40.80	40.80	-0.3	-1.6	-4.2	2.2	OK	OK	OK	OK	2.2	0.8
2	1001	beam	0.3	-49.230	16.400	2.480	40.80	40.80	-0.2	-0.6	-2.8	6.6	OK	OK	OK	OK	1.5	0.3
1	1001	beam	0.3	-16.400	10.730	0.982	40.80	40.80	-0.1	-0.1	-1.0	4.3	OK	OK	OK	OK	0.5	0.1

**CENTINE 1 HE 240 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 28 GIORNI**

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
219	1001	beam	0.3	-1561.000	261.000	270.200	40.80	40.80	-18.7	128.7	-148.7	104.6	OK	OK	OK	OK	78.3	67.8
218	1001	beam	0.3	-1626.000	156.000	311.800	40.80	40.80	-21.4	164.4	-167.3	62.5	OK	OK	OK	OK	88.0	86.5
217	1001	beam	0.3	-1678.000	-110.800	-311.800	40.80	40.80	-21.5	-168.6	159.6	-44.4	OK	OK	OK	OK	84.0	88.7
216	1001	beam	0.3	-1736.000	-129.800	-301.700	40.80	40.80	-20.9	-165.9	144.4	-52.0	OK	OK	OK	OK	76.0	87.3
215	1001	beam	0.3	-1797.000	-182.300	-243.500	40.80	40.80	-17.4	-143.1	83.7	-73.0	OK	OK	OK	OK	44.0	75.3
214	1001	beam	0.3	-1858.000	-149.300	-179.400	40.80	40.80	-13.5	-117.1	26.6	-59.8	OK	OK	OK	OK	14.0	61.6
213	1001	beam	0.3	-1917.000	20.420	132.300	40.80	40.80	-11.0	-4.2	-99.3	8.2	OK	OK	OK	OK	52.3	2.2
212	1001	beam	0.3	-1978.000	38.000	136.400	40.80	40.80	-11.4	-4.4	-102.4	15.2	OK	OK	OK	OK	53.9	2.3
211	1001	beam	0.3	-2032.000	-215.300	-136.400	40.80	40.80	-11.5	-103.8	-6.2	-86.3	OK	OK	OK	OK	3.3	54.6
210	1001	beam	0.3	-2088.000	-229.800	-112.800	40.80	40.80	-10.5	-96.7	-17.0	-92.1	OK	OK	OK	OK	9.0	50.9
209	1001	beam	0.3	-2142.000	-219.800	-76.470	40.80	40.80	-9.0	-85.3	-31.3	-88.1	OK	OK	OK	OK	16.5	44.9
208	1001	beam	0.3	-2196.000	-217.000	-41.300	40.80	40.80	-7.6	-74.4	-45.2	-86.9	OK	OK	OK	OK	23.8	39.1
207	1001	beam	0.3	-2249.000	-160.000	-11.160	40.80	40.80	-6.3	-65.2	-57.3	-64.1	OK	OK	OK	OK	30.2	34.3
206	1001	beam	0.3	-2301.000	255.900	21.710	40.80	40.80	-6.9	-55.0	-70.3	102.5	OK	OK	OK	OK	37.0	28.9
205	1001	beam	0.3	-2365.000	36.350	25.710	40.80	40.80	-7.3	-55.3	-73.5	14.6	OK	OK	OK	OK	38.7	29.1
204	1001	beam	0.3	-2415.000	-203.300	-25.710	40.80	40.80	-7.4	-74.8	-56.7	-81.5	OK	OK	OK	OK	29.8	39.4
203	1001	beam	0.3	-2463.000	-221.900	-21.050	40.80	40.80	-7.3	-74.5	-59.6	-88.9	OK	OK	OK	OK	31.4	39.2
202	1001	beam	0.3	-2510.000	-203.000	-43.380	40.80	40.80	-8.5	-83.7	-53.0	-81.3	OK	OK	OK	OK	27.9	44.0
201	1001	beam	0.3	-2557.000	-150.400	-59.920	40.80	40.80	-9.3	-90.8	-48.5	-60.3	OK	OK	OK	OK	25.5	47.8
200	1001	beam	0.3	-2603.000	29.440	59.920	40.80	40.80	-9.5	-49.7	-92.0	11.8	OK	OK	OK	OK	48.4	26.2
199	1001	beam	0.3	-2650.000	177.400	56.680	40.80	40.80	-9.4	-52.1	-92.2	71.1	OK	OK	OK	OK	48.5	27.4
198	1001	beam	0.3	-2698.000	-58.970	-43.660	40.80	40.80	-9.0	-88.9	-58.0	-23.6	OK	OK	OK	OK	30.5	46.8
197	1001	beam	0.3	-2740.000	-206.600	-66.380	40.80	40.80	-10.1	-98.0	-51.2	-82.8	OK	OK	OK	OK	26.9	51.6
196	1001	beam	0.3	-2781.000	-200.300	-88.420	40.80	40.80	-11.2	-106.9	-44.5	-80.2	OK	OK	OK	OK	23.4	56.3
195	1001	beam	0.3	-2822.000	-165.000	-106.600	40.80	40.80	-12.1	-114.5	-39.2	-66.1	OK	OK	OK	OK	20.6	60.2
194	1001	beam	0.3	-2861.000	-95.500	-117.100	40.80	40.80	-12.7	-119.2	-36.5	-38.3	OK	OK	OK	OK	19.2	62.8
193	1001	beam	0.3	-2900.000	127.100	117.100	40.80	40.80	-12.8	-37.6	-120.3	50.9	OK	OK	OK	OK	63.3	19.8
192	1001	beam	0.3	-2943.000	65.080	103.100	40.80	40.80	-12.3	-43.7	-116.5	26.1	OK	OK	OK	OK	61.3	23.0
191	1001	beam	0.3	-2978.000	-139.200	-111.200	40.80	40.80	-12.8	-120.3	-41.8	-55.8	OK	OK	OK	OK	22.0	63.3
190	1001	beam	0.3	-3013.000	-199.500	-133.200	40.80	40.80	-13.8	-129.1	-35.0	-79.9	OK	OK	OK	OK	18.4	67.9
189	1001	beam	0.3	-3047.000	-170.200	-151.900	40.80	40.80	-14.8	-136.6	-29.3	-68.2	OK	OK	OK	OK	15.4	71.9
188	1001	beam	0.3	-3080.000	-119.800	-165.100	40.80	40.80	-15.5	-142.2	-25.5	-48.0	OK	OK	OK	OK	13.4	74.8
187	1001	beam	0.3	-3112.000	-35.380	-169.000	40.80	40.80	-15.7	-144.4	-25.0	-14.2	OK	OK	OK	OK	13.2	76.0
186	1001	beam	0.3	-3144.000	220.100	169.000	40.80	40.80	-15.8	-25.9	-145.3	88.2	OK	OK	OK	OK	76.5	13.6
185	1001	beam	0.3	-3183.000	-10.040	-145.900	40.80	40.80	-14.9	-138.2	-35.1	-4.0	OK	OK	OK	OK	18.5	72.7
184	1001	beam	0.3	-3212.000	-164.600	-164.000	40.80	40.80	-15.7	-145.4	-29.5	-65.9	OK	OK	OK	OK	15.5	76.5
183	1001	beam	0.3	-3241.000	-156.900	-181.200	40.80	40.80	-16.6	-152.2	-24.2	-62.9	OK	OK	OK	OK	12.8	80.1
182	1001	beam	0.3	-3268.000	-109.400	-193.300	40.80	40.80	-17.2	-157.3	-20.7	-43.8	OK	OK	OK	OK	10.9	82.8
181	1001	beam	0.3	-3296.000	-38.450	-197.500	40.80	40.80	-17.5	-159.5	-19.9	-15.4	OK	OK	OK	OK	10.5	84.0

180	1001	beam	0.3	-3323.000	113.000	197.500	40.80	40.80	-17.6	-20.6	-160.2	45.3	OK	OK	OK	OK	84.3	10.9
179	1001	beam	0.3	-3353.000	264.800	185.100	40.80	40.80	-17.1	-25.9	-156.7	106.1	OK	OK	OK	OK	82.4	13.6
178	1001	beam	0.3	-3388.000	24.500	156.000	40.80	40.80	-15.8	-37.1	-147.3	9.8	OK	OK	OK	OK	77.5	19.6
177	1001	beam	0.3	-3413.000	-95.090	-163.700	40.80	40.80	-16.3	-150.7	-35.1	-38.1	OK	OK	OK	OK	18.5	79.3
176	1001	beam	0.3	-3438.000	-67.560	-171.200	40.80	40.80	-16.7	-154.1	-33.1	-27.1	OK	OK	OK	OK	17.4	81.1
175	1001	beam	0.3	-3462.000	-2.701	-171.500	40.80	40.80	-16.7	-154.8	-33.7	-1.1	OK	OK	OK	OK	17.7	81.5
174	1001	beam	0.3	-3486.000	108.600	171.500	40.80	40.80	-16.8	-34.3	-155.5	43.5	OK	OK	OK	OK	81.8	18.1
173	1001	beam	0.3	-3509.000	218.400	159.500	40.80	40.80	-16.3	-39.2	-151.9	87.5	OK	OK	OK	OK	79.9	20.6
172	1001	beam	0.3	-3551.000	254.700	119.000	40.80	40.80	-14.6	-54.7	-138.7	102.0	OK	OK	OK	OK	73.0	28.8
171	1001	beam	0.3	-3585.000	147.500	78.920	40.80	40.80	-12.9	-69.7	-125.5	59.1	OK	OK	OK	OK	66.0	36.7
170	1001	beam	0.3	-3607.000	93.890	62.700	40.80	40.80	-12.2	-76.1	-120.3	37.6	OK	OK	OK	OK	63.3	40.0
169	1001	beam	0.3	-3629.000	262.500	52.370	40.80	40.80	-11.8	-80.3	-117.3	105.2	OK	OK	OK	OK	61.7	42.3
168	1001	beam	0.3	-3664.000	247.500	23.510	40.80	40.80	-10.6	-91.4	-108.1	99.2	OK	OK	OK	OK	56.9	48.1
167	1001	beam	0.3	-3703.000	147.200	33.370	40.80	40.80	-11.1	-89.0	-112.6	59.0	OK	OK	OK	OK	59.3	46.9
166	1001	beam	0.3	-3722.000	36.910	37.160	40.80	40.80	-11.3	-88.2	-114.5	14.8	OK	OK	OK	OK	60.2	46.4
165	1001	beam	0.3	-3742.000	116.100	49.070	40.80	40.80	-11.9	-84.5	-119.2	46.5	OK	OK	OK	OK	62.7	44.5
164	1001	beam	0.3	-3761.000	258.900	88.160	40.80	40.80	-13.7	-71.3	-133.5	103.7	OK	OK	OK	OK	70.3	37.5
163	1001	beam	0.3	-3801.000	197.300	108.400	40.80	40.80	-14.8	-65.2	-141.8	79.0	OK	OK	OK	OK	74.6	34.3
162	1001	beam	0.3	-3821.000	26.550	111.100	40.80	40.80	-14.9	-64.8	-143.3	10.6	OK	OK	OK	OK	75.4	34.1
161	1001	beam	0.3	-3839.000	39.610	115.200	40.80	40.80	-15.2	-63.8	-145.2	15.9	OK	OK	OK	OK	76.4	33.6
160	1001	beam	0.3	-3857.000	192.200	134.900	40.80	40.80	-16.1	-57.4	-152.6	77.0	OK	OK	OK	OK	80.3	30.2
159	1001	beam	0.3	-3880.000	241.400	164.800	40.80	40.80	-17.5	-47.4	-163.8	96.7	OK	OK	OK	OK	86.2	25.0
158	1001	beam	0.3	-3907.000	34.910	168.400	40.80	40.80	-17.7	-46.9	-165.8	14.0	OK	OK	OK	OK	87.3	24.7
157	1001	beam	0.3	-3923.000	-26.840	-168.400	40.80	40.80	-17.8	-166.3	-47.3	-10.8	OK	OK	OK	OK	24.9	87.5
156	1001	beam	0.3	-3938.000	51.230	170.900	40.80	40.80	-17.9	-46.9	-167.6	20.5	OK	OK	OK	OK	88.2	24.7
155	1001	beam	0.3	-3953.000	263.300	197.900	40.80	40.80	-19.2	-37.7	-177.5	105.5	OK	OK	OK	OK	93.4	19.9
154	1001	beam	0.3	-3980.000	61.840	204.200	40.80	40.80	-19.6	-36.2	-180.5	24.8	OK	OK	OK	OK	95.0	19.1
153	1001	beam	0.3	-3993.000	-70.500	-204.200	40.80	40.80	-19.6	-180.8	-36.6	-28.2	OK	OK	OK	OK	19.3	95.2
152	1001	beam	0.3	-4007.000	-39.890	-197.000	40.80	40.80	-19.3	-178.7	-39.5	-16.0	OK	OK	OK	OK	20.8	94.0
151	1001	beam	0.3	-4020.000	88.350	202.000	40.80	40.80	-19.6	-38.1	-180.8	35.4	OK	OK	OK	OK	95.1	20.1
150	1001	beam	0.3	-4035.000	151.000	217.400	40.80	40.80	-20.3	-33.1	-186.6	60.5	OK	OK	OK	OK	98.2	17.4
149	1001	beam	0.3	-4049.000	-98.640	-217.400	40.80	40.80	-20.3	-187.0	-33.5	-39.5	OK	OK	OK	OK	17.6	98.4
148	1001	beam	0.3	-4060.000	-115.400	-207.300	40.80	40.80	-19.9	-183.7	-37.3	-46.2	OK	OK	OK	OK	19.6	96.7
147	1001	beam	0.3	-4071.000	-31.580	-195.500	40.80	40.80	-19.4	-179.9	-41.8	-12.7	OK	OK	OK	OK	22.0	94.7
146	1001	beam	0.3	-4081.000	143.100	206.900	40.80	40.80	-19.9	-38.0	-184.2	57.3	OK	OK	OK	OK	96.9	20.0
145	1001	beam	0.3	-4094.000	-62.080	-206.900	40.80	40.80	-20.0	-184.5	-38.4	-24.9	OK	OK	OK	OK	20.2	97.1
144	1001	beam	0.3	-4102.000	-148.600	-200.500	40.80	40.80	-19.7	-182.5	-40.9	-58.5	OK	OK	OK	OK	21.5	96.0
143	1001	beam	0.3	-4111.000	-89.850	-185.300	40.80	40.80	-19.0	-177.4	-46.5	-36.0	OK	OK	OK	OK	24.5	93.3
142	1001	beam	0.3	-4119.000	31.280	179.300	40.80	40.80	-18.8	-48.8	-175.5	12.5	OK	OK	OK	OK	92.3	25.7
141	1001	beam	0.3	-4128.000	72.530	186.700	40.80	40.80	-19.2	-46.5	-178.3	29.1	OK	OK	OK	OK	93.9	24.4
140	1001	beam	0.3	-4133.000	-160.200	-186.700	40.80	40.80	-19.2	-178.5	-46.6	-64.2	OK	OK	OK	OK	24.5	93.9
139	1001	beam	0.3	-4140.000	-131.500	-170.300	40.80	40.80	-18.4	-172.9	-52.6	-52.7	OK	OK	OK	OK	27.7	91.0
138	1001	beam	0.3	-4147.000	-39.760	-156.800	40.80	40.80	-17.8	-168.3	-57.5	-15.9	OK	OK	OK	OK	30.3	88.6
137	1001	beam	0.3	-4153.000	102.800	163.300	40.80	40.80	-18.2	-55.4	-170.7	41.2	OK	OK	OK	OK	89.9	29.2

136	1001	beam	0.3	-4159.000	-106.400	-163.300	40.80	40.80	-18.2	-170.9	-55.6	-42.6	OK	OK	OK	OK	29.2	89.9
135	1001	beam	0.3	-4162.000	-156.700	-152.400	40.80	40.80	-17.7	-167.1	-59.5	-62.8	OK	OK	OK	OK	31.3	88.0
134	1001	beam	0.3	-4167.000	-78.470	-136.300	40.80	40.80	-17.0	-161.6	-65.3	-31.4	OK	OK	OK	OK	34.4	85.0
133	1001	beam	0.3	-4171.000	30.130	131.300	40.80	40.80	-16.8	-67.2	-159.9	12.1	OK	OK	OK	OK	84.2	35.4
132	1001	beam	0.3	-4176.000	43.840	135.800	40.80	40.80	-17.0	-65.7	-161.6	17.6	OK	OK	OK	OK	85.1	34.6
131	1001	beam	0.3	-4175.000	-176.400	-135.800	40.80	40.80	-17.0	-161.6	-65.7	-70.7	OK	OK	OK	OK	34.6	85.1
130	1001	beam	0.3	-4179.000	-104.400	-117.700	40.80	40.80	-16.2	-155.3	-72.2	-41.8	OK	OK	OK	OK	38.0	81.8
129	1001	beam	0.3	-4181.000	-6.724	-107.000	40.80	40.80	-15.7	-151.6	-76.0	-2.7	OK	OK	OK	OK	40.0	79.8
128	1001	beam	0.3	-4184.000	100.500	116.600	40.80	40.80	-16.1	-72.7	-155.1	40.3	OK	OK	OK	OK	81.6	38.3
127	1001	beam	0.3	-4185.000	-114.000	-116.600	40.80	40.80	-16.1	-155.1	-72.8	-45.7	OK	OK	OK	OK	38.3	81.6
126	1001	beam	0.3	-4184.000	-124.500	-104.900	40.80	40.80	-15.6	-151.0	-76.9	-49.9	OK	OK	OK	OK	40.5	79.4
125	1001	beam	0.3	-4185.000	-24.990	-92.160	40.80	40.80	-15.0	-146.5	-81.4	-10.0	OK	OK	OK	OK	42.8	77.1
124	1001	beam	0.3	-4185.000	69.730	96.750	40.80	40.80	-15.2	-79.8	-148.1	27.9	OK	OK	OK	OK	77.9	42.0
123	1001	beam	0.3	-4186.000	51.110	102.000	40.80	40.80	-15.5	-77.9	-150.0	20.5	OK	OK	OK	OK	78.9	41.0
122	1001	beam	0.3	-4182.000	-157.200	-102.000	40.80	40.80	-15.5	-149.9	-77.8	-63.0	OK	OK	OK	OK	41.0	78.9
121	1001	beam	0.3	-4181.000	-42.690	-85.860	40.80	40.80	-14.7	-144.1	-83.5	-17.1	OK	OK	OK	OK	44.0	75.9
120	1001	beam	0.3	-4180.000	56.790	87.300	40.80	40.80	-14.8	-83.0	-144.6	22.8	OK	OK	OK	OK	76.1	43.7
119	1001	beam	0.3	-4178.000	123.700	100.000	40.80	40.80	-15.4	-78.4	-149.1	49.6	OK	OK	OK	OK	78.5	41.3
118	1001	beam	0.3	-4176.000	-99.580	-100.000	40.80	40.80	-15.4	-149.0	-78.4	-39.9	OK	OK	OK	OK	41.3	78.4
117	1001	beam	0.3	-4171.000	-74.060	-89.790	40.80	40.80	-14.9	-145.3	-81.8	-29.7	OK	OK	OK	OK	43.1	76.5
116	1001	beam	0.3	-4167.000	42.520	86.560	40.80	40.80	-14.7	-82.9	-144.0	17.0	OK	OK	OK	OK	75.8	43.6
115	1001	beam	0.3	-4163.000	118.900	98.760	40.80	40.80	-15.3	-78.5	-148.2	47.6	OK	OK	OK	OK	78.0	41.3
114	1001	beam	0.3	-4161.000	62.790	105.200	40.80	40.80	-15.5	-76.1	-150.4	25.2	OK	OK	OK	OK	79.2	40.1
113	1001	beam	0.3	-4153.000	-136.200	-105.200	40.80	40.80	-15.5	-150.2	-75.9	-54.6	OK	OK	OK	OK	40.0	79.1
112	1001	beam	0.3	-4148.000	17.460	93.020	40.80	40.80	-15.0	-80.1	-145.8	7.0	OK	OK	OK	OK	76.7	42.1
111	1001	beam	0.3	-4142.000	113.900	104.700	40.80	40.80	-15.5	-75.8	-149.7	45.6	OK	OK	OK	OK	78.8	39.9
110	1001	beam	0.3	-4136.000	137.300	118.800	40.80	40.80	-16.1	-70.6	-154.6	55.0	OK	OK	OK	OK	81.3	37.2
109	1001	beam	0.3	-4130.000	-97.310	-118.800	40.80	40.80	-16.1	-154.4	-70.5	-39.0	OK	OK	OK	OK	37.1	81.3
108	1001	beam	0.3	-4122.000	-40.090	-108.800	40.80	40.80	-15.6	-150.6	-73.8	-16.1	OK	OK	OK	OK	38.8	79.3
107	1001	beam	0.3	-4114.000	90.040	113.900	40.80	40.80	-15.8	-71.8	-152.2	36.1	OK	OK	OK	OK	80.1	37.8
106	1001	beam	0.3	-4106.000	144.900	128.800	40.80	40.80	-16.5	-66.3	-157.3	58.1	OK	OK	OK	OK	82.8	34.9
105	1001	beam	0.3	-4099.000	49.420	133.900	40.80	40.80	-16.7	-64.3	-158.9	19.8	OK	OK	OK	OK	83.6	33.8
104	1001	beam	0.3	-4087.000	-142.300	-133.900	40.80	40.80	-16.7	-158.6	-64.0	-57.0	OK	OK	OK	OK	33.7	83.4
103	1001	beam	0.3	-4078.000	46.800	124.100	40.80	40.80	-16.2	-67.2	-154.8	18.8	OK	OK	OK	OK	81.5	35.4
102	1001	beam	0.3	-4068.000	137.600	138.200	40.80	40.80	-16.8	-61.9	-159.6	55.1	OK	OK	OK	OK	84.0	32.6
101	1001	beam	0.3	-4058.000	118.000	150.300	40.80	40.80	-17.3	-57.4	-163.6	47.3	OK	OK	OK	OK	86.1	30.2
100	1001	beam	0.3	-4047.000	-127.400	-150.300	40.80	40.80	-17.3	-163.3	-57.1	-51.0	OK	OK	OK	OK	30.1	85.9
99	1001	beam	0.3	-4034.000	-42.280	-137.200	40.80	40.80	-16.7	-158.3	-61.4	-16.9	OK	OK	OK	OK	32.3	83.3
98	1001	beam	0.3	-4022.000	100.000	143.200	40.80	40.80	-16.9	-58.9	-160.1	40.1	OK	OK	OK	OK	84.2	31.0
97	1001	beam	0.3	-4011.000	134.200	156.900	40.80	40.80	-17.5	-53.8	-164.6	53.8	OK	OK	OK	OK	86.6	28.3
96	1001	beam	0.3	-4000.000	1.194	157.000	40.80	40.80	-17.5	-53.5	-164.3	0.5	OK	OK	OK	OK	86.5	28.1
95	1001	beam	0.3	-3980.000	-183.900	-157.000	40.80	40.80	-17.4	-163.8	-52.9	-73.7	OK	OK	OK	OK	27.8	86.2
94	1001	beam	0.3	-3967.000	38.890	142.200	40.80	40.80	-16.7	-57.8	-158.2	15.6	OK	OK	OK	OK	83.3	30.4
93	1001	beam	0.3	-3954.000	123.100	154.800	40.80	40.80	-17.3	-53.0	-162.3	49.3	OK	OK	OK	OK	85.4	27.9

92	1001	beam	0.3	-3940.000	60.840	161.000	40.80	40.80	-17.5	-50.4	-164.1	24.4	OK	OK	OK	OK	86.4	26.5
91	1001	beam	0.3	-3921.000	-195.300	-161.000	40.80	40.80	-17.5	-163.6	-49.9	-78.2	OK	OK	OK	OK	26.3	86.1
90	1001	beam	0.3	-3903.000	-84.630	-141.000	40.80	40.80	-16.5	-156.1	-56.5	-33.9	OK	OK	OK	OK	29.7	82.1
89	1001	beam	0.3	-3887.000	69.500	139.500	40.80	40.80	-16.4	-56.6	-155.1	27.8	OK	OK	OK	OK	81.6	29.8
88	1001	beam	0.3	-3872.000	81.100	147.800	40.80	40.80	-16.7	-53.2	-157.6	32.5	OK	OK	OK	OK	83.0	28.0
87	1001	beam	0.3	-3856.000	-91.780	-147.800	40.80	40.80	-16.7	-157.2	-52.8	-36.8	OK	OK	OK	OK	27.8	82.7
86	1001	beam	0.3	-3826.000	-267.900	-138.400	40.80	40.80	-16.2	-153.0	-55.3	-107.3	OK	OK	OK	OK	29.1	80.5
85	1001	beam	0.3	-3809.000	-5.443	-110.900	40.80	40.80	-14.9	-142.9	-64.5	-2.2	OK	OK	OK	OK	34.0	75.2
84	1001	beam	0.3	-3792.000	75.530	118.100	40.80	40.80	-15.2	-61.5	-144.9	30.3	OK	OK	OK	OK	76.3	32.4
83	1001	beam	0.3	-3774.000	-30.920	-118.100	40.80	40.80	-15.1	-144.5	-61.0	-12.4	OK	OK	OK	OK	32.1	76.0
82	1001	beam	0.3	-3745.000	-232.900	-114.900	40.80	40.80	-14.9	-142.5	-61.4	-93.3	OK	OK	OK	OK	32.3	75.0
81	1001	beam	0.3	-3721.000	-148.400	-84.870	40.80	40.80	-13.5	-131.3	-71.3	-59.5	OK	OK	OK	OK	37.5	69.1
80	1001	beam	0.3	-3702.000	27.590	72.470	40.80	40.80	-12.9	-75.2	-126.4	11.1	OK	OK	OK	OK	66.5	39.6
79	1001	beam	0.3	-3683.000	18.720	74.400	40.80	40.80	-12.9	-74.0	-126.5	7.5	OK	OK	OK	OK	66.6	38.9
78	1001	beam	0.3	-3662.000	-195.500	-74.400	40.80	40.80	-12.9	-126.0	-73.4	-78.3	OK	OK	OK	OK	38.6	66.3
77	1001	beam	0.3	-3621.000	-259.000	-54.350	40.80	40.80	-11.8	-117.8	-79.4	-103.8	OK	OK	OK	OK	41.8	62.0
76	1001	beam	0.3	-3601.000	-52.020	-17.510	40.80	40.80	-10.1	-104.2	-91.9	-20.8	OK	OK	OK	OK	48.3	54.9
75	1001	beam	0.3	-3581.000	24.730	14.710	40.80	40.80	-10.0	-92.3	-102.7	9.9	OK	OK	OK	OK	54.0	48.6
74	1001	beam	0.3	-3560.000	-133.000	-14.710	40.80	40.80	-9.9	-102.1	-91.7	-53.3	OK	OK	OK	OK	48.3	53.7
73	1001	beam	0.3	-3521.000	-201.800	-40.140	40.80	40.80	-10.9	-110.0	-81.7	-80.8	OK	OK	OK	OK	43.0	57.9
72	1001	beam	0.3	-3486.000	-218.600	-64.180	40.80	40.80	-11.9	-117.6	-72.2	-87.6	OK	OK	OK	OK	38.0	61.9
71	1001	beam	0.3	-3463.000	-35.120	-68.050	40.80	40.80	-12.1	-118.3	-70.2	-14.1	OK	OK	OK	OK	37.0	62.3
70	1001	beam	0.3	-3439.000	-120.800	-81.330	40.80	40.80	-12.6	-122.3	-64.9	-48.4	OK	OK	OK	OK	34.2	64.4
69	1001	beam	0.3	-3405.000	-222.700	-121.200	40.80	40.80	-14.3	-135.5	-49.9	-89.2	OK	OK	OK	OK	26.3	71.3
68	1001	beam	0.3	-3364.000	-240.700	-158.600	40.80	40.80	-15.9	-147.6	-35.6	-96.4	OK	OK	OK	OK	18.7	77.7
67	1001	beam	0.3	-3340.000	-48.040	-163.900	40.80	40.80	-16.1	-148.8	-33.0	-19.2	OK	OK	OK	OK	17.4	78.3
66	1001	beam	0.3	-3315.000	70.650	163.900	40.80	40.80	-16.0	-32.4	-148.1	28.3	OK	OK	OK	OK	78.0	17.0
65	1001	beam	0.3	-3291.000	127.500	156.200	40.80	40.80	-15.6	-34.4	-144.8	51.1	OK	OK	OK	OK	76.2	18.1
64	1001	beam	0.3	-3266.000	135.500	142.100	40.80	40.80	-14.9	-38.7	-139.1	54.3	OK	OK	OK	OK	73.2	20.4
63	1001	beam	0.3	-3240.000	-19.880	-129.400	40.80	40.80	-14.3	-133.9	-42.5	-8.0	OK	OK	OK	OK	22.4	70.5
62	1001	beam	0.3	-3205.000	-262.000	-158.200	40.80	40.80	-15.5	-143.1	-31.4	-105.0	OK	OK	OK	OK	16.5	75.3
61	1001	beam	0.3	-3175.000	-89.330	-168.000	40.80	40.80	-15.8	-145.8	-27.1	-35.8	OK	OK	OK	OK	14.3	76.7
60	1001	beam	0.3	-3148.000	75.840	168.000	40.80	40.80	-15.8	-26.4	-145.0	30.4	OK	OK	OK	OK	76.3	13.9
59	1001	beam	0.3	-3120.000	146.900	159.700	40.80	40.80	-15.3	-28.5	-141.3	58.9	OK	OK	OK	OK	74.4	15.0
58	1001	beam	0.3	-3092.000	186.800	143.500	40.80	40.80	-14.5	-33.5	-134.9	74.8	OK	OK	OK	OK	71.0	17.6
57	1001	beam	0.3	-3064.000	180.600	123.000	40.80	40.80	-13.5	-40.0	-126.9	72.4	OK	OK	OK	OK	66.8	21.0
56	1001	beam	0.3	-3035.000	4.241	103.100	40.80	40.80	-12.5	-46.2	-119.0	1.7	OK	OK	OK	OK	62.7	24.3
55	1001	beam	0.3	-2996.000	-216.100	-126.400	40.80	40.80	-13.5	-126.2	-36.9	-86.6	OK	OK	OK	OK	19.4	66.4
54	1001	beam	0.3	-2965.000	54.220	126.400	40.80	40.80	-13.4	-36.1	-125.4	21.7	OK	OK	OK	OK	66.0	19.0
53	1001	beam	0.3	-2933.000	139.700	120.500	40.80	40.80	-13.1	-37.3	-122.4	56.0	OK	OK	OK	OK	64.4	19.6
52	1001	beam	0.3	-2900.000	184.500	105.100	40.80	40.80	-12.3	-41.8	-116.1	73.9	OK	OK	OK	OK	61.1	22.0
51	1001	beam	0.3	-2867.000	206.000	84.820	40.80	40.80	-11.3	-48.1	-108.0	82.5	OK	OK	OK	OK	56.8	25.3
50	1001	beam	0.3	-2833.000	135.100	62.160	40.80	40.80	-10.2	-55.2	-99.1	54.1	OK	OK	OK	OK	52.1	29.0
49	1001	beam	0.3	-2798.000	-74.240	-55.470	40.80	40.80	-9.8	-95.8	-56.6	-29.7	OK	OK	OK	OK	29.8	50.4

48	1001	beam	0.3	-2756.000	-131.700	-69.950	40.80	40.80	-10.3	-99.7	-50.3	-52.8	OK	OK	OK	OK	26.5	52.5
47	1001	beam	0.3	-2718.000	93.380	69.950	40.80	40.80	-10.2	-49.3	-98.7	37.4	OK	OK	OK	OK	51.9	25.9
46	1001	beam	0.3	-2680.000	157.900	59.680	40.80	40.80	-9.6	-51.9	-94.0	63.3	OK	OK	OK	OK	49.5	27.3
45	1001	beam	0.3	-2641.000	185.700	42.320	40.80	40.80	-8.8	-57.0	-86.8	74.4	OK	OK	OK	OK	45.7	30.0
44	1001	beam	0.3	-2601.000	185.100	21.900	40.80	40.80	-7.7	-63.1	-78.5	74.2	OK	OK	OK	OK	41.3	33.2
43	1001	beam	0.3	-2560.000	27.440	1.539	40.80	40.80	-6.7	-69.2	-70.2	11.0	OK	OK	OK	OK	37.0	36.4
42	1001	beam	0.3	-2512.000	-207.200	-21.290	40.80	40.80	-7.5	-75.9	-60.9	-83.0	OK	OK	OK	OK	32.0	40.0
41	1001	beam	0.3	-2466.000	-57.750	-27.640	40.80	40.80	-7.6	-76.9	-57.4	-23.1	OK	OK	OK	OK	30.2	40.5
40	1001	beam	0.3	-2422.000	123.100	27.640	40.80	40.80	-7.5	-56.2	-75.7	49.3	OK	OK	OK	OK	39.8	29.6
39	1001	beam	0.3	-2377.000	170.500	14.110	40.80	40.80	-6.8	-59.7	-69.7	68.3	OK	OK	OK	OK	36.7	31.4
38	1001	beam	0.3	-2332.000	183.700	24.850	40.80	40.80	-7.2	-54.7	-72.3	73.6	OK	OK	OK	OK	38.0	28.8
37	1001	beam	0.3	-2286.000	160.500	42.510	40.80	40.80	-7.9	-47.2	-77.2	64.3	OK	OK	OK	OK	40.7	24.9
36	1001	beam	0.3	-2238.000	-88.810	-42.510	40.80	40.80	-7.7	-75.9	-45.9	-35.6	OK	OK	OK	OK	24.2	40.0
35	1001	beam	0.3	-2173.000	-237.500	-32.740	40.80	40.80	-7.1	-70.7	-47.6	-95.2	OK	OK	OK	OK	25.1	37.2
34	1001	beam	0.3	-2123.000	122.800	13.520	40.80	40.80	-6.1	-53.0	-62.6	49.2	OK	OK	OK	OK	32.9	27.9
33	1001	beam	0.3	-2073.000	239.200	39.830	40.80	40.80	-7.2	-42.4	-70.5	95.8	OK	OK	OK	OK	37.1	22.3
32	1001	beam	0.3	-2022.000	234.200	71.090	40.80	40.80	-8.5	-29.9	-80.2	93.8	OK	OK	OK	OK	42.2	15.8
31	1001	beam	0.3	-1970.000	233.100	103.300	40.80	40.80	-9.8	-17.2	-90.1	93.4	OK	OK	OK	OK	47.4	9.0
30	1001	beam	0.3	-1917.000	176.600	122.800	40.80	40.80	-10.5	-8.4	-95.7	70.8	OK	OK	OK	OK	50.4	4.4
29	1001	beam	0.3	-1865.000	-70.990	-122.800	40.80	40.80	-10.4	-94.3	-6.7	-28.4	OK	OK	OK	OK	3.6	49.7
28	1001	beam	0.3	-1806.000	-42.920	-115.000	40.80	40.80	-9.9	-89.9	-8.2	-17.2	OK	OK	OK	OK	4.3	47.3
27	1001	beam	0.3	-1750.000	225.900	157.100	40.80	40.80	-12.0	16.9	-105.3	90.5	OK	OK	OK	OK	55.4	8.9
26	1001	beam	0.3	-1692.000	260.800	218.800	40.80	40.80	-15.7	69.4	-130.3	104.5	OK	OK	OK	OK	68.6	36.5
25	1001	beam	0.3	-1634.000	216.000	275.500	40.80	40.80	-19.1	127.5	-152.6	86.5	OK	OK	OK	OK	80.3	67.1
24	1001	beam	0.3	-1580.000	145.700	288.800	40.80	40.80	-19.9	145.5	-156.8	58.4	OK	OK	OK	OK	82.5	76.6
23	1001	beam	0.3	-1530.000	-253.800	-288.800	40.80	40.80	-19.8	-155.5	150.1	-101.7	OK	OK	OK	OK	79.0	81.9
22	1001	beam	0.3	-1470.000	-263.200	-256.500	40.80	40.80	-17.8	-140.9	123.3	-105.4	OK	OK	OK	OK	64.9	74.1
21	1001	beam	0.3	-1338.000	-262.700	-160.800	40.80	40.80	-11.7	-97.8	44.2	-105.2	OK	OK	OK	OK	23.3	51.5



**CENTINE 1 HE 240 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 0.5 GIORNI**

INPUT PROGRAM							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2										
240	1001	beam	0.3	-115.700	-36.320	-3.313	40.80	40.80	-0.2	-11.1	-5.9	-14.6	OK	OK	OK	OK	3.1	5.9
239	1001	beam	0.3	-127.600	-29.930	-6.043	40.80	40.80	-0.2847	-14.1	-4.7	-12.0	OK	OK	OK	OK	2.5	7.4
238	1001	beam	0.3	-135.100	-14.000	-7.323	40.80	40.80	-0.3191	-15.7	-4.2	-5.6	OK	OK	OK	OK	2.2	8.3
237	1001	beam	0.3	-139.400	0.027	7.325	40.80	40.80	-0.3248	-4.5	-16.0	0.0	OK	OK	OK	OK	8.4	2.4
236	1001	beam	0.3	-143.600	8.573	7.322	40.80	40.80	-0.3304	-4.8	-16.3	3.4	OK	OK	OK	OK	8.6	2.5
235	1001	beam	0.3	-146.600	13.040	6.541	40.80	40.80	-0.3195	-5.7	-15.9	5.2	OK	OK	OK	OK	8.4	3.0
234	1001	beam	0.3	-149.300	10.210	5.351	40.80	40.80	-0.3004	-6.8	-15.2	4.1	OK	OK	OK	OK	8.0	3.6
233	1001	beam	0.3	-151.400	4.732	4.422	40.80	40.80	-0.2855	-7.7	-14.6	1.9	OK	OK	OK	OK	7.7	4.0
232	1001	beam	0.3	-154.800	4.784	3.989	40.80	40.80	-0.2818	-8.3	-14.5	1.9	OK	OK	OK	OK	7.7	4.4
231	1001	beam	0.3	-158.100	5.193	3.553	40.80	40.80	-0.2778	-8.9	-14.4	2.1	OK	OK	OK	OK	7.6	4.7
230	1001	beam	0.3	-161.500	5.930	3.082	40.80	40.80	-0.2734	-9.5	-14.3	2.4	OK	OK	OK	OK	7.5	5.0
229	1001	beam	0.3	-164.800	7.030	2.542	40.80	40.80	-0.2675	-10.1	-14.1	2.8	OK	OK	OK	OK	7.4	5.3
228	1001	beam	0.3	-168.200	8.555	1.902	40.80	40.80	-0.2598	-10.9	-13.9	3.4	OK	OK	OK	OK	7.3	5.7
227	1001	beam	0.3	-172.300	-3.777	-1.466	40.80	40.80	-0.2569	-13.8	-11.5	-1.5	OK	OK	OK	OK	6.1	7.3
226	1001	beam	0.3	-174.700	-3.560	-1.792	40.80	40.80	-0.2663	-14.3	-11.5	-1.4	OK	OK	OK	OK	6.0	7.5
225	1001	beam	0.3	-176.900	-1.945	-1.969	40.80	40.80	-0.2726	-14.6	-11.5	-0.8	OK	OK	OK	OK	6.0	7.7
224	1001	beam	0.3	-179.100	-0.294	-1.990	40.80	40.80	-0.2760	-14.8	-11.6	-0.1	OK	OK	OK	OK	6.1	7.8
223	1001	beam	0.3	-181.300	1.510	1.987	40.80	40.80	-0.2788	-11.8	-14.9	0.6	OK	OK	OK	OK	7.9	6.2
222	1001	beam	0.3	-183.600	3.566	1.851	40.80	40.80	-0.2793	-12.1	-15.0	1.4	OK	OK	OK	OK	7.9	6.4
221	1001	beam	0.3	-185.900	5.760	1.522	40.80	40.80	-0.2761	-12.5	-14.9	2.3	OK	OK	OK	OK	7.8	6.6
220	1001	beam	0.3	-188.400	8.155	0.995	40.80	40.80	-0.2694	-13.1	-14.7	3.3	OK	OK	OK	OK	7.7	6.9
219	1001	beam	0.3	-191.400	-5.189	-0.722	40.80	40.80	-0.2682	-14.7	-13.5	-2.1	OK	OK	OK	OK	7.1	7.7
218	1001	beam	0.3	-192.900	-5.765	-1.248	40.80	40.80	-0.2802	-15.2	-13.2	-2.3	OK	OK	OK	OK	7.0	8.0
217	1001	beam	0.3	-194.400	-3.520	-1.568	40.80	40.80	-0.2883	-15.6	-13.1	-1.4	OK	OK	OK	OK	6.9	8.2
216	1001	beam	0.3	-196.100	-1.047	-1.685	40.80	40.80	-0.2928	-15.8	-13.1	-0.4	OK	OK	OK	OK	6.9	8.3
215	1001	beam	0.3	-198.100	1.635	1.679	40.80	40.80	-0.2953	-13.3	-15.9	0.7	OK	OK	OK	OK	8.4	7.0
214	1001	beam	0.3	-200.200	4.489	1.493	40.80	40.80	-0.2945	-13.6	-15.9	1.8	OK	OK	OK	OK	8.4	7.1
213	1001	beam	0.3	-202.600	7.564	1.000	40.80	40.80	-0.2883	-14.1	-15.7	3.0	OK	OK	OK	OK	8.3	7.4
212	1001	beam	0.3	-205.300	-2.645	-0.458	40.80	40.80	-0.2816	-15.5	-14.8	-1.1	OK	OK	OK	OK	7.8	8.2
211	1001	beam	0.3	-206.900	-6.127	-1.128	40.80	40.80	-0.2965	-16.1	-14.4	-2.5	OK	OK	OK	OK	7.6	8.5
210	1001	beam	0.3	-208.300	-3.198	-1.480	40.80	40.80	-0.3051	-16.5	-14.2	-1.3	OK	OK	OK	OK	7.5	8.7
209	1001	beam	0.3	-209.900	-0.374	-1.518	40.80	40.80	-0.3079	-16.7	-14.3	-0.1	OK	OK	OK	OK	7.5	8.8
208	1001	beam	0.3	-211.600	2.519	1.516	40.80	40.80	-0.3101	-14.4	-16.8	1.0	OK	OK	OK	OK	8.8	7.6
207	1001	beam	0.3	-213.500	5.618	1.239	40.80	40.80	-0.3074	-14.8	-16.7	2.3	OK	OK	OK	OK	8.8	7.8
206	1001	beam	0.3	-215.700	8.934	0.622	40.80	40.80	-0.2985	-15.4	-16.4	3.6	OK	OK	OK	OK	8.6	8.1
205	1001	beam	0.3	-218.100	-8.369	-0.560	40.80	40.80	-0.3006	-16.5	-15.6	-3.4	OK	OK	OK	OK	8.2	8.7
204	1001	beam	0.3	-219.200	-5.494	-1.164	40.80	40.80	-0.3135	-17.1	-15.2	-2.2	OK	OK	OK	OK	8.0	9.0
203	1001	beam	0.3	-220.600	-2.447	-1.434	40.80	40.80	-0.3205	-17.4	-15.1	-1.0	OK	OK	OK	OK	8.0	9.1
202	1001	beam	0.3	-222.000	0.562	1.434	40.80	40.80	-0.3224	-15.2	-17.5	0.2	OK	OK	OK	OK	9.2	8.0

201	1001	beam	0.3	-223.700	3.687	1.371	40.80	40.80	-0.3235	-15.4	-17.6	1.5	OK	OK	OK	OK	9.2	8.1
200	1001	beam	0.3	-225.600	6.886	0.962	40.80	40.80	-0.3182	-15.9	-17.4	2.8	OK	OK	OK	OK	9.1	8.4
199	1001	beam	0.3	-227.900	3.882	0.220	40.80	40.80	-0.3071	-16.6	-17.0	1.6	OK	OK	OK	OK	8.9	8.7
198	1001	beam	0.3	-229.600	-8.171	-0.679	40.80	40.80	-0.3181	-17.5	-16.4	-3.3	OK	OK	OK	OK	8.6	9.2
197	1001	beam	0.3	-230.800	-4.932	-1.219	40.80	40.80	-0.3300	-18.0	-16.0	-2.0	OK	OK	OK	OK	8.4	9.5
196	1001	beam	0.3	-232.200	-1.763	-1.412	40.80	40.80	-0.3355	-18.2	-16.0	-0.7	OK	OK	OK	OK	8.4	9.6
195	1001	beam	0.3	-233.700	1.425	1.412	40.80	40.80	-0.3375	-16.1	-18.3	0.6	OK	OK	OK	OK	9.6	8.5
194	1001	beam	0.3	-235.500	4.628	1.247	40.80	40.80	-0.3368	-16.4	-18.3	1.9	OK	OK	OK	OK	9.6	8.6
193	1001	beam	0.3	-237.600	8.174	0.740	40.80	40.80	-0.3299	-16.9	-18.1	3.3	OK	OK	OK	OK	9.5	8.9
192	1001	beam	0.3	-240.100	-2.107	-0.161	40.80	40.80	-0.3222	-17.8	-17.6	-0.8	OK	OK	OK	OK	9.2	9.4
191	1001	beam	0.3	-241.600	-7.618	-0.912	40.80	40.80	-0.3385	-18.5	-17.1	-3.1	OK	OK	OK	OK	9.0	9.7
190	1001	beam	0.3	-242.900	-4.209	-1.376	40.80	40.80	-0.3491	-19.0	-16.8	-1.7	OK	OK	OK	OK	8.9	10.0
189	1001	beam	0.3	-244.500	-0.910	-1.475	40.80	40.80	-0.3531	-19.2	-16.9	-0.4	OK	OK	OK	OK	8.9	10.1
188	1001	beam	0.3	-246.300	2.473	1.474	40.80	40.80	-0.3555	-17.0	-19.3	1.0	OK	OK	OK	OK	10.2	8.9
187	1001	beam	0.3	-248.400	5.981	1.204	40.80	40.80	-0.3531	-17.4	-19.2	2.4	OK	OK	OK	OK	10.1	9.1
186	1001	beam	0.3	-250.700	9.822	0.544	40.80	40.80	-0.3436	-18.0	-18.9	3.9	OK	OK	OK	OK	9.9	9.5
185	1001	beam	0.3	-253.500	-8.442	-0.540	40.80	40.80	-0.3472	-19.1	-18.3	-3.4	OK	OK	OK	OK	9.6	10.1
184	1001	beam	0.3	-255.100	-6.683	-1.120	40.80	40.80	-0.3604	-19.7	-17.9	-2.7	OK	OK	OK	OK	9.4	10.4
183	1001	beam	0.3	-256.800	-3.192	-1.471	40.80	40.80	-0.3694	-20.1	-17.8	-1.3	OK	OK	OK	OK	9.4	10.6
182	1001	beam	0.3	-258.700	0.255	1.473	40.80	40.80	-0.3719	-17.9	-20.2	0.1	OK	OK	OK	OK	10.6	9.4
181	1001	beam	0.3	-260.800	3.699	1.445	40.80	40.80	-0.3742	-18.1	-20.4	1.5	OK	OK	OK	OK	10.7	9.5
180	1001	beam	0.3	-263.300	7.449	1.036	40.80	40.80	-0.3697	-18.6	-20.2	3.0	OK	OK	OK	OK	10.6	9.8
179	1001	beam	0.3	-266.100	5.512	0.388	40.80	40.80	-0.3611	-19.3	-19.9	2.2	OK	OK	OK	OK	10.5	10.2
178	1001	beam	0.3	-268.700	-10.310	-0.747	40.80	40.80	-0.3714	-20.4	-19.2	-4.1	OK	OK	OK	OK	10.1	10.7
177	1001	beam	0.3	-270.600	-6.427	-1.459	40.80	40.80	-0.3875	-21.1	-18.8	-2.6	OK	OK	OK	OK	9.9	11.1
176	1001	beam	0.3	-272.600	-2.561	-1.743	40.80	40.80	-0.3955	-21.5	-18.7	-1.0	OK	OK	OK	OK	9.9	11.3
175	1001	beam	0.3	-275.100	1.647	1.746	40.80	40.80	-0.3989	-18.9	-21.6	0.7	OK	OK	OK	OK	11.4	9.9
174	1001	beam	0.3	-277.900	6.335	1.560	40.80	40.80	-0.3991	-19.3	-21.7	2.5	OK	OK	OK	OK	11.4	10.1
173	1001	beam	0.3	-281.000	11.420	0.859	40.80	40.80	-0.3899	-20.0	-21.4	4.6	OK	OK	OK	OK	11.3	10.5
172	1001	beam	0.3	-285.100	2.091	0.641	40.80	40.80	-0.3912	-20.5	-21.5	0.8	OK	OK	OK	OK	11.3	10.8
171	1001	beam	0.3	-288.200	-4.853	-0.653	40.80	40.80	-0.3955	-21.7	-20.7	-1.9	OK	OK	OK	OK	10.9	11.4
170	1001	beam	0.3	-290.800	1.018	0.241	40.80	40.80	-0.3911	-21.2	-21.6	0.4	OK	OK	OK	OK	11.4	11.2
169	1001	beam	0.3	-293.400	7.207	1.031	40.80	40.80	-0.4096	-20.8	-22.4	2.9	OK	OK	OK	OK	11.8	11.0
168	1001	beam	0.3	-296.600	5.062	1.548	40.80	40.80	-0.4237	-20.6	-23.1	2.0	OK	OK	OK	OK	12.1	10.9
167	1001	beam	0.3	-299.400	-9.698	-1.536	40.80	40.80	-0.4272	-23.3	-20.9	-3.9	OK	OK	OK	OK	11.0	12.2
166	1001	beam	0.3	-301.300	-3.340	-0.540	40.80	40.80	-0.4108	-22.6	-21.8	-1.3	OK	OK	OK	OK	11.5	11.9
165	1001	beam	0.3	-303.600	3.237	0.527	40.80	40.80	-0.4136	-22.0	-22.8	1.3	OK	OK	OK	OK	12.0	11.6
164	1001	beam	0.3	-306.200	10.070	1.566	40.80	40.80	-0.4368	-21.3	-23.8	4.0	OK	OK	OK	OK	12.5	11.2
163	1001	beam	0.3	-309.300	-7.093	-1.565	40.80	40.80	-0.4409	-24.0	-21.6	-2.8	OK	OK	OK	OK	11.3	12.6
162	1001	beam	0.3	-311.900	-6.754	-0.837	40.80	40.80	-0.4293	-23.6	-22.3	-2.7	OK	OK	OK	OK	11.7	12.4
161	1001	beam	0.3	-312.900	0.121	0.155	40.80	40.80	-0.4189	-22.9	-23.2	0.0	OK	OK	OK	OK	12.2	12.1
160	1001	beam	0.3	-315.000	7.089	0.889	40.80	40.80	-0.4356	-22.5	-23.9	2.8	OK	OK	OK	OK	12.6	11.8
159	1001	beam	0.3	-317.600	5.288	1.430	40.80	40.80	-0.4494	-22.3	-24.5	2.1	OK	OK	OK	OK	12.9	11.7
158	1001	beam	0.3	-319.600	-10.280	-1.430	40.80	40.80	-0.4521	-24.7	-22.4	-4.1	OK	OK	OK	OK	11.8	13.0

157	1001	beam	0.3	-321.000	-3.351	-0.376	40.80	40.80	-0.4338	-23.9	-23.4	-1.3	OK	OK	OK	OK	12.3	12.6
156	1001	beam	0.3	-322.600	3.626	0.395	40.80	40.80	-0.4363	-23.5	-24.1	1.5	OK	OK	OK	OK	12.7	12.3
155	1001	beam	0.3	-324.500	10.880	1.509	40.80	40.80	-0.4601	-22.7	-25.1	4.4	OK	OK	OK	OK	13.2	12.0
154	1001	beam	0.3	-326.600	-7.012	-1.506	40.80	40.80	-0.4628	-25.2	-22.9	-2.8	OK	OK	OK	OK	12.0	13.3
153	1001	beam	0.3	-327.800	-6.915	-0.790	40.80	40.80	-0.4508	-24.8	-23.5	-2.8	OK	OK	OK	OK	12.4	13.0
152	1001	beam	0.3	-329.100	0.183	0.105	40.80	40.80	-0.4394	-24.2	-24.3	0.1	OK	OK	OK	OK	12.8	12.7
151	1001	beam	0.3	-330.600	7.372	0.875	40.80	40.80	-0.4561	-23.7	-25.0	3.0	OK	OK	OK	OK	13.2	12.5
150	1001	beam	0.3	-332.500	5.724	1.464	40.80	40.80	-0.4698	-23.3	-25.6	2.3	OK	OK	OK	OK	13.5	12.3
149	1001	beam	0.3	-333.900	-10.870	-1.466	40.80	40.80	-0.4717	-25.8	-23.5	-4.4	OK	OK	OK	OK	12.3	13.6
148	1001	beam	0.3	-334.800	-3.560	-0.349	40.80	40.80	-0.4517	-24.9	-24.4	-1.4	OK	OK	OK	OK	12.8	13.1
147	1001	beam	0.3	-335.900	3.778	0.374	40.80	40.80	-0.4536	-24.5	-25.0	1.5	OK	OK	OK	OK	13.2	12.9
146	1001	beam	0.3	-337.200	11.270	1.524	40.80	40.80	-0.4772	-23.6	-26.0	4.5	OK	OK	OK	OK	13.7	12.4
145	1001	beam	0.3	-338.900	-7.110	-1.509	40.80	40.80	-0.4792	-26.2	-23.8	-2.8	OK	OK	OK	OK	12.5	13.8
144	1001	beam	0.3	-339.600	-7.297	-0.778	40.80	40.80	-0.4662	-25.6	-24.4	-2.9	OK	OK	OK	OK	12.8	13.5
143	1001	beam	0.3	-340.400	0.107	0.039	40.80	40.80	-0.4532	-25.1	-25.1	0.0	OK	OK	OK	OK	13.2	13.2
142	1001	beam	0.3	-341.500	7.668	0.825	40.80	40.80	-0.4696	-24.5	-25.8	3.1	OK	OK	OK	OK	13.6	12.9
141	1001	beam	0.3	-342.800	6.240	1.452	40.80	40.80	-0.4833	-24.1	-26.4	2.5	OK	OK	OK	OK	13.9	12.7
140	1001	beam	0.3	-343.600	-11.050	-1.446	40.80	40.80	-0.4843	-26.5	-24.2	-4.4	OK	OK	OK	OK	12.7	13.9
139	1001	beam	0.3	-344.100	-3.580	-0.313	40.80	40.80	-0.4633	-25.6	-25.1	-1.4	OK	OK	OK	OK	13.2	13.5
138	1001	beam	0.3	-344.800	3.963	0.347	40.80	40.80	-0.4649	-25.1	-25.7	1.6	OK	OK	OK	OK	13.5	13.2
137	1001	beam	0.3	-345.800	11.610	1.537	40.80	40.80	-0.4889	-24.3	-26.7	4.7	OK	OK	OK	OK	14.0	12.8
136	1001	beam	0.3	-347.000	-6.894	-1.539	40.80	40.80	-0.4905	-26.8	-24.4	-2.8	OK	OK	OK	OK	12.8	14.1
135	1001	beam	0.3	-347.200	-7.281	-0.840	40.80	40.80	-0.4775	-26.2	-24.9	-2.9	OK	OK	OK	OK	13.1	13.8
134	1001	beam	0.3	-347.600	0.184	0.114	40.80	40.80	-0.4642	-25.5	-25.7	0.1	OK	OK	OK	OK	13.5	13.4
133	1001	beam	0.3	-348.300	7.704	0.904	40.80	40.80	-0.4802	-25.0	-26.4	3.1	OK	OK	OK	OK	13.9	13.1
132	1001	beam	0.3	-349.400	6.294	1.549	40.80	40.80	-0.4939	-24.5	-27.0	2.5	OK	OK	OK	OK	14.2	12.9
131	1001	beam	0.3	-349.700	-11.600	-1.547	40.80	40.80	-0.4943	-27.0	-24.6	-4.6	OK	OK	OK	OK	12.9	14.2
130	1001	beam	0.3	-349.800	-3.908	-0.357	40.80	40.80	-0.4717	-26.1	-25.5	-1.6	OK	OK	OK	OK	13.4	13.7
129	1001	beam	0.3	-350.100	3.710	0.334	40.80	40.80	-0.4717	-25.5	-26.1	1.5	OK	OK	OK	OK	13.7	13.4
128	1001	beam	0.3	-350.800	11.510	1.514	40.80	40.80	-0.4951	-24.7	-27.0	4.6	OK	OK	OK	OK	14.2	13.0
127	1001	beam	0.3	-351.400	-6.922	-1.507	40.80	40.80	-0.4958	-27.1	-24.7	-2.8	OK	OK	OK	OK	13.0	14.2
126	1001	beam	0.3	-351.200	-7.583	-0.789	40.80	40.80	-0.4818	-26.5	-25.3	-3.0	OK	OK	OK	OK	13.3	13.9
125	1001	beam	0.3	-351.300	0.094	0.016	40.80	40.80	-0.4672	-25.9	-25.9	0.0	OK	OK	OK	OK	13.6	13.6
124	1001	beam	0.3	-351.600	7.659	0.804	40.80	40.80	-0.4827	-25.3	-26.5	3.1	OK	OK	OK	OK	14.0	13.3
123	1001	beam	0.3	-352.200	6.944	1.503	40.80	40.80	-0.4968	-24.8	-27.1	2.8	OK	OK	OK	OK	14.3	13.0
122	1001	beam	0.3	-352.100	-11.110	-1.500	40.80	40.80	-0.4966	-27.1	-24.8	-4.5	OK	OK	OK	OK	13.0	14.3
121	1001	beam	0.3	-351.900	-3.225	-0.370	40.80	40.80	-0.4748	-26.2	-25.6	-1.3	OK	OK	OK	OK	13.5	13.8
120	1001	beam	0.3	-351.900	4.618	0.518	40.80	40.80	-0.4776	-25.5	-26.3	1.9	OK	OK	OK	OK	13.9	13.4
119	1001	beam	0.3	-352.200	11.900	1.746	40.80	40.80	-0.5014	-24.6	-27.3	4.8	OK	OK	OK	OK	14.4	12.9
118	1001	beam	0.3	-352.400	-6.666	-1.752	40.80	40.80	-0.5018	-27.3	-24.6	-2.7	OK	OK	OK	OK	12.9	14.4
117	1001	beam	0.3	-351.800	-7.971	-1.077	40.80	40.80	-0.4881	-26.8	-25.1	-3.2	OK	OK	OK	OK	13.2	14.1
116	1001	beam	0.3	-351.400	-0.490	-0.256	40.80	40.80	-0.4720	-26.1	-25.7	-0.2	OK	OK	OK	OK	13.5	13.7
115	1001	beam	0.3	-351.300	7.107	0.935	40.80	40.80	-0.4848	-25.2	-26.6	2.8	OK	OK	OK	OK	14.0	13.2
114	1001	beam	0.3	-351.400	6.493	1.597	40.80	40.80	-0.4975	-24.6	-27.1	2.6	OK	OK	OK	OK	14.3	13.0

113	1001	beam	0.3	-350.800	-11.900	-1.597	40.80	40.80	-0.4967	-27.1	-24.6	-4.8	OK	OK	OK	OK	12.9	14.3
112	1001	beam	0.3	-350.100	-4.098	-0.368	40.80	40.80	-0.4724	-26.1	-25.5	-1.6	OK	OK	OK	OK	13.4	13.7
111	1001	beam	0.3	-349.800	3.523	0.308	40.80	40.80	-0.4708	-25.5	-26.0	1.4	OK	OK	OK	OK	13.7	13.4
110	1001	beam	0.3	-349.700	11.300	1.466	40.80	40.80	-0.4927	-24.6	-26.9	4.5	OK	OK	OK	OK	14.2	13.0
109	1001	beam	0.3	-349.400	-6.497	-1.468	40.80	40.80	-0.4924	-26.9	-24.6	-2.6	OK	OK	OK	OK	12.9	14.2
108	1001	beam	0.3	-348.400	-7.671	-0.797	40.80	40.80	-0.4783	-26.3	-25.0	-3.1	OK	OK	OK	OK	13.2	13.8
107	1001	beam	0.3	-347.800	-0.005	-0.007	40.80	40.80	-0.4624	-25.6	-25.6	0.0	OK	OK	OK	OK	13.5	13.5
106	1001	beam	0.3	-347.300	7.575	0.777	40.80	40.80	-0.4764	-25.0	-26.2	3.0	OK	OK	OK	OK	13.8	13.1
105	1001	beam	0.3	-347.100	7.120	1.504	40.80	40.80	-0.4900	-24.4	-26.8	2.9	OK	OK	OK	OK	14.1	12.8
104	1001	beam	0.3	-346.100	-11.460	-1.501	40.80	40.80	-0.4886	-26.7	-24.3	-4.6	OK	OK	OK	OK	12.8	14.0
103	1001	beam	0.3	-345.100	-3.840	-0.323	40.80	40.80	-0.4649	-25.7	-25.2	-1.5	OK	OK	OK	OK	13.2	13.5
102	1001	beam	0.3	-344.400	3.695	0.309	40.80	40.80	-0.4637	-25.1	-25.6	1.5	OK	OK	OK	OK	13.5	13.2
101	1001	beam	0.3	-343.900	11.260	1.464	40.80	40.80	-0.4850	-24.2	-26.5	4.5	OK	OK	OK	OK	13.9	12.7
100	1001	beam	0.3	-343.200	-6.022	-1.464	40.80	40.80	-0.4841	-26.4	-24.1	-2.4	OK	OK	OK	OK	12.7	13.9
99	1001	beam	0.3	-341.800	-7.489	-0.850	40.80	40.80	-0.4705	-25.9	-24.5	-3.0	OK	OK	OK	OK	12.9	13.6
98	1001	beam	0.3	-340.800	-0.028	-0.083	40.80	40.80	-0.4546	-25.2	-25.0	0.0	OK	OK	OK	OK	13.2	13.3
97	1001	beam	0.3	-339.900	7.277	0.829	40.80	40.80	-0.4676	-24.4	-25.7	2.9	OK	OK	OK	OK	13.5	12.8
96	1001	beam	0.3	-339.300	7.058	1.546	40.80	40.80	-0.4804	-23.8	-26.2	2.8	OK	OK	OK	OK	13.8	12.5
95	1001	beam	0.3	-337.600	-11.250	-1.548	40.80	40.80	-0.4782	-26.1	-23.7	-4.5	OK	OK	OK	OK	12.5	13.7
94	1001	beam	0.3	-336.300	-3.761	-0.392	40.80	40.80	-0.4545	-25.1	-24.5	-1.5	OK	OK	OK	OK	12.9	13.2
93	1001	beam	0.3	-335.200	3.527	0.371	40.80	40.80	-0.4526	-24.4	-25.0	1.4	OK	OK	OK	OK	13.2	12.8
92	1001	beam	0.3	-334.300	10.840	1.484	40.80	40.80	-0.4726	-23.5	-25.8	4.3	OK	OK	OK	OK	13.6	12.4
91	1001	beam	0.3	-332.900	-5.712	-1.486	40.80	40.80	-0.4708	-25.7	-23.4	-2.3	OK	OK	OK	OK	12.3	13.5
90	1001	beam	0.3	-331.100	-7.417	-0.899	40.80	40.80	-0.4572	-25.1	-23.7	-3.0	OK	OK	OK	OK	12.5	13.2
89	1001	beam	0.3	-329.500	-0.161	-0.128	40.80	40.80	-0.4404	-24.4	-24.2	-0.1	OK	OK	OK	OK	12.7	12.8
88	1001	beam	0.3	-328.300	7.003	0.826	40.80	40.80	-0.4521	-23.5	-24.8	2.8	OK	OK	OK	OK	13.1	12.4
87	1001	beam	0.3	-327.000	6.951	1.536	40.80	40.80	-0.4639	-22.9	-25.3	2.8	OK	OK	OK	OK	13.3	12.0
86	1001	beam	0.3	-324.800	-11.020	-1.531	40.80	40.80	-0.4609	-25.1	-22.7	-4.4	OK	OK	OK	OK	12.0	13.2
85	1001	beam	0.3	-322.900	-3.700	-0.398	40.80	40.80	-0.4368	-24.1	-23.5	-1.5	OK	OK	OK	OK	12.4	12.7
84	1001	beam	0.3	-321.400	3.368	0.364	40.80	40.80	-0.4341	-23.4	-24.0	1.3	OK	OK	OK	OK	12.6	12.3
83	1001	beam	0.3	-319.900	10.390	1.435	40.80	40.80	-0.4525	-22.4	-24.7	4.2	OK	OK	OK	OK	13.0	11.8
82	1001	beam	0.3	-317.900	-5.211	-1.438	40.80	40.80	-0.4499	-24.6	-22.3	-2.1	OK	OK	OK	OK	11.7	12.9
81	1001	beam	0.3	-315.400	-7.034	-0.907	40.80	40.80	-0.4365	-24.0	-22.5	-2.8	OK	OK	OK	OK	11.9	12.6
80	1001	beam	0.3	-313.400	-0.073	-0.184	40.80	40.80	-0.4201	-23.2	-22.9	0.0	OK	OK	OK	OK	12.1	12.2
79	1001	beam	0.3	-311.600	6.766	0.873	40.80	40.80	-0.4308	-22.3	-23.6	2.7	OK	OK	OK	OK	12.4	11.7
78	1001	beam	0.3	-309.800	7.013	1.592	40.80	40.80	-0.4421	-21.6	-24.1	2.8	OK	OK	OK	OK	12.7	11.4
77	1001	beam	0.3	-306.800	-10.240	-1.591	40.80	40.80	-0.4381	-23.9	-21.4	-4.1	OK	OK	OK	OK	11.2	12.6
76	1001	beam	0.3	-304.300	-3.456	-0.535	40.80	40.80	-0.4147	-22.8	-22.0	-1.4	OK	OK	OK	OK	11.6	12.0
75	1001	beam	0.3	-302.100	3.063	0.495	40.80	40.80	-0.4110	-21.9	-22.6	1.2	OK	OK	OK	OK	11.9	11.5
74	1001	beam	0.3	-300.000	9.492	1.470	40.80	40.80	-0.4268	-21.0	-23.3	3.8	OK	OK	OK	OK	12.2	11.0
73	1001	beam	0.3	-297.100	-5.189	-1.470	40.80	40.80	-0.4229	-23.0	-20.7	-2.1	OK	OK	OK	OK	10.9	12.1
72	1001	beam	0.3	-293.700	-7.172	-0.939	40.80	40.80	-0.4083	-22.4	-20.9	-2.9	OK	OK	OK	OK	11.0	11.8
71	1001	beam	0.3	-290.800	-0.814	-0.150	40.80	40.80	-0.3894	-21.5	-21.3	-0.3	OK	OK	OK	OK	11.2	11.3
70	1001	beam	0.3	-288.200	5.153	0.626	40.80	40.80	-0.3950	-20.7	-21.7	2.1	OK	OK	OK	OK	11.4	10.9

69	1001	beam	0.3	-285.100	-1.925	-0.626	40.80	40.80	-0.3909	-21.5	-20.5	-0.8	OK	OK	OK	OK	10.8	11.3
68	1001	beam	0.3	-281.000	-11.320	-0.831	40.80	40.80	-0.3893	-21.4	-20.1	-4.5	OK	OK	OK	OK	10.6	11.2
67	1001	beam	0.3	-277.900	-6.329	-1.528	40.80	40.80	-0.3985	-21.7	-19.3	-2.5	OK	OK	OK	OK	10.1	11.4
66	1001	beam	0.3	-275.100	-1.901	-1.738	40.80	40.80	-0.3988	-21.6	-18.9	-0.8	OK	OK	OK	OK	10.0	11.4
65	1001	beam	0.3	-272.600	2.166	1.739	40.80	40.80	-0.3955	-18.7	-21.5	0.9	OK	OK	OK	OK	11.3	9.9
64	1001	beam	0.3	-270.500	6.095	1.502	40.80	40.80	-0.3882	-18.8	-21.1	2.4	OK	OK	OK	OK	11.1	9.9
63	1001	beam	0.3	-268.500	10.040	0.835	40.80	40.80	-0.3728	-19.1	-20.4	4.0	OK	OK	OK	OK	10.8	10.1
62	1001	beam	0.3	-265.800	-5.572	-0.345	40.80	40.80	-0.3599	-19.9	-19.3	-2.2	OK	OK	OK	OK	10.2	10.5
61	1001	beam	0.3	-262.900	-7.316	-1.150	40.80	40.80	-0.3714	-20.3	-18.5	-2.9	OK	OK	OK	OK	9.7	10.7
60	1001	beam	0.3	-260.400	-3.505	-1.535	40.80	40.80	-0.3754	-20.4	-18.0	-1.4	OK	OK	OK	OK	9.5	10.7
59	1001	beam	0.3	-258.300	0.001	1.533	40.80	40.80	-0.3725	-17.8	-20.2	0.0	OK	OK	OK	OK	10.7	9.4
58	1001	beam	0.3	-256.500	3.441	1.533	40.80	40.80	-0.3701	-17.7	-20.1	1.4	OK	OK	OK	OK	10.6	9.3
57	1001	beam	0.3	-254.800	6.909	1.155	40.80	40.80	-0.3607	-17.9	-19.7	2.8	OK	OK	OK	OK	10.4	9.4
56	1001	beam	0.3	-253.400	8.616	0.554	40.80	40.80	-0.3474	-18.2	-19.1	3.5	OK	OK	OK	OK	10.1	9.6
55	1001	beam	0.3	-250.700	-9.718	-0.557	40.80	40.80	-0.3438	-18.9	-18.0	-3.9	OK	OK	OK	OK	9.5	10.0
54	1001	beam	0.3	-248.400	-5.930	-1.163	40.80	40.80	-0.3523	-19.2	-17.4	-2.4	OK	OK	OK	OK	9.2	10.1
53	1001	beam	0.3	-246.400	-2.428	-1.430	40.80	40.80	-0.3548	-19.3	-17.0	-1.0	OK	OK	OK	OK	9.0	10.1
52	1001	beam	0.3	-244.600	0.929	1.430	40.80	40.80	-0.3524	-16.9	-19.1	0.4	OK	OK	OK	OK	10.1	8.9
51	1001	beam	0.3	-243.200	4.226	1.328	40.80	40.80	-0.3486	-16.9	-19.0	1.7	OK	OK	OK	OK	10.0	8.9
50	1001	beam	0.3	-241.800	7.552	0.862	40.80	40.80	-0.3378	-17.1	-18.5	3.0	OK	OK	OK	OK	9.7	9.0
49	1001	beam	0.3	-240.300	1.973	0.187	40.80	40.80	-0.3230	-17.6	-17.9	0.8	OK	OK	OK	OK	9.4	9.2
48	1001	beam	0.3	-237.900	-8.336	-0.726	40.80	40.80	-0.3301	-18.1	-17.0	-3.3	OK	OK	OK	OK	8.9	9.5
47	1001	beam	0.3	-235.800	-4.789	-1.248	40.80	40.80	-0.3372	-18.4	-16.4	-1.9	OK	OK	OK	OK	8.6	9.7
46	1001	beam	0.3	-234.000	-1.520	-1.414	40.80	40.80	-0.3380	-18.4	-16.1	-0.6	OK	OK	OK	OK	8.5	9.7
45	1001	beam	0.3	-232.400	1.578	1.412	40.80	40.80	-0.3358	-16.0	-18.2	0.6	OK	OK	OK	OK	9.6	8.4
44	1001	beam	0.3	-231.100	4.759	1.239	40.80	40.80	-0.3308	-16.1	-18.0	1.9	OK	OK	OK	OK	9.5	8.5
43	1001	beam	0.3	-229.900	8.043	0.715	40.80	40.80	-0.3192	-16.4	-17.5	3.2	OK	OK	OK	OK	9.2	8.6
42	1001	beam	0.3	-228.100	-4.038	-0.275	40.80	40.80	-0.3084	-17.0	-16.6	-1.6	OK	OK	OK	OK	8.7	9.0
41	1001	beam	0.3	-225.800	-6.973	-1.042	40.80	40.80	-0.3200	-17.5	-15.8	-2.8	OK	OK	OK	OK	8.3	9.2
40	1001	beam	0.3	-223.900	-3.638	-1.439	40.80	40.80	-0.3250	-17.6	-15.4	-1.5	OK	OK	OK	OK	8.1	9.3
39	1001	beam	0.3	-222.200	-0.485	-1.493	40.80	40.80	-0.3238	-17.5	-15.2	-0.2	OK	OK	OK	OK	8.0	9.2
38	1001	beam	0.3	-220.800	2.494	1.492	40.80	40.80	-0.3219	-15.1	-17.4	1.0	OK	OK	OK	OK	9.2	7.9
37	1001	beam	0.3	-219.500	5.572	1.215	40.80	40.80	-0.3149	-15.2	-17.1	2.2	OK	OK	OK	OK	9.0	8.0
36	1001	beam	0.3	-218.400	8.415	0.603	40.80	40.80	-0.3018	-15.6	-16.6	3.4	OK	OK	OK	OK	8.7	8.2
35	1001	beam	0.3	-216.100	-8.940	-0.659	40.80	40.80	-0.2998	-16.4	-15.4	-3.6	OK	OK	OK	OK	8.1	8.7
34	1001	beam	0.3	-214.000	-5.561	-1.270	40.80	40.80	-0.3086	-16.8	-14.8	-2.2	OK	OK	OK	OK	7.8	8.8
33	1001	beam	0.3	-212.100	-2.422	-1.535	40.80	40.80	-0.3112	-16.8	-14.4	-1.0	OK	OK	OK	OK	7.6	8.9
32	1001	beam	0.3	-210.400	0.520	1.536	40.80	40.80	-0.3089	-14.3	-16.7	0.2	OK	OK	OK	OK	8.8	7.5
31	1001	beam	0.3	-208.900	3.373	1.479	40.80	40.80	-0.3058	-14.2	-16.6	1.4	OK	OK	OK	OK	8.7	7.5
30	1001	beam	0.3	-207.500	6.259	1.109	40.80	40.80	-0.2969	-14.4	-16.2	2.5	OK	OK	OK	OK	8.5	7.6
29	1001	beam	0.3	-205.900	2.714	0.422	40.80	40.80	-0.2817	-14.8	-15.5	1.1	OK	OK	OK	OK	8.2	7.8
28	1001	beam	0.3	-203.200	-7.557	-0.956	40.80	40.80	-0.2883	-15.7	-14.2	-3.0	OK	OK	OK	OK	7.5	8.3
27	1001	beam	0.3	-200.900	-4.493	-1.452	40.80	40.80	-0.2947	-15.9	-13.7	-1.8	OK	OK	OK	OK	7.2	8.4
26	1001	beam	0.3	-198.800	-1.642	-1.634	40.80	40.80	-0.2954	-15.9	-13.4	-0.7	OK	OK	OK	OK	7.0	8.4

25	1001	beam	0.3	-196.900	1.051	1.633	40.80	40.80	-0.2928	-13.2	-15.8	0.4	OK	OK	OK	OK	8.3	7.0
24	1001	beam	0.3	-195.200	3.506	1.516	40.80	40.80	-0.2883	-13.2	-15.6	1.4	OK	OK	OK	OK	8.2	6.9
23	1001	beam	0.3	-193.800	5.693	1.197	40.80	40.80	-0.2804	-13.3	-15.2	2.3	OK	OK	OK	OK	8.0	7.0
22	1001	beam	0.3	-192.200	5.134	0.679	40.80	40.80	-0.2684	-13.6	-14.7	2.1	OK	OK	OK	OK	7.7	7.2
21	1001	beam	0.3	-189.200	-8.293	-0.969	40.80	40.80	-0.2699	-14.7	-13.2	-3.3	OK	OK	OK	OK	6.9	7.7
20	1001	beam	0.3	-186.800	-5.897	-1.507	40.80	40.80	-0.2770	-14.9	-12.6	-2.4	OK	OK	OK	OK	6.6	7.9
19	1001	beam	0.3	-184.500	-3.723	-1.850	40.80	40.80	-0.2805	-15.0	-12.1	-1.5	OK	OK	OK	OK	6.4	7.9
18	1001	beam	0.3	-182.200	-1.718	-2.008	40.80	40.80	-0.2804	-15.0	-11.8	-0.7	OK	OK	OK	OK	6.2	7.9
17	1001	beam	0.3	-180.000	0.109	2.008	40.80	40.80	-0.2775	-11.7	-14.8	0.0	OK	OK	OK	OK	7.8	6.2
16	1001	beam	0.3	-177.800	1.804	1.997	40.80	40.80	-0.2744	-11.5	-14.7	0.7	OK	OK	OK	OK	7.7	6.1
15	1001	beam	0.3	-175.600	3.427	1.835	40.80	40.80	-0.2684	-11.5	-14.4	1.4	OK	OK	OK	OK	7.6	6.1
14	1001	beam	0.3	-173.300	3.743	1.524	40.80	40.80	-0.2594	-11.6	-14.0	1.5	OK	OK	OK	OK	7.4	6.1
13	1001	beam	0.3	-169.300	-8.570	-1.965	40.80	40.80	-0.2625	-14.0	-10.9	-3.4	OK	OK	OK	OK	5.8	7.4
12	1001	beam	0.3	-166.000	-6.991	-2.606	40.80	40.80	-0.2703	-14.3	-10.2	-2.8	OK	OK	OK	OK	5.4	7.5
11	1001	beam	0.3	-162.700	-5.792	-3.136	40.80	40.80	-0.2760	-14.4	-9.5	-2.3	OK	OK	OK	OK	5.0	7.6
10	1001	beam	0.3	-159.400	-5.028	-3.594	40.80	40.80	-0.2803	-14.6	-8.9	-2.0	OK	OK	OK	OK	4.7	7.7
9	1001	beam	0.3	-156.000	-4.587	-4.012	40.80	40.80	-0.2838	-14.6	-8.3	-1.8	OK	OK	OK	OK	4.4	7.7
8	1001	beam	0.3	-152.600	-4.582	-4.426	40.80	40.80	-0.2872	-14.7	-7.8	-1.8	OK	OK	OK	OK	4.1	7.7
7	1001	beam	0.3	-150.700	-10.050	-5.341	40.80	40.80	-0.3021	-15.3	-6.9	-4.0	OK	OK	OK	OK	3.6	8.1
6	1001	beam	0.3	-148.000	-12.950	-6.521	40.80	40.80	-0.3210	-16.0	-5.8	-5.2	OK	OK	OK	OK	3.0	8.4
5	1001	beam	0.3	-144.900	-8.452	-7.291	40.80	40.80	-0.3315	-16.4	-5.0	-3.4	OK	OK	OK	OK	2.6	8.6
4	1001	beam	0.3	-140.700	0.057	7.289	40.80	40.80	-0.3259	-4.6	-16.1	0.0	OK	OK	OK	OK	8.5	2.4
3	1001	beam	0.3	-136.400	13.890	7.282	40.80	40.80	-0.3200	-4.3	-15.8	5.6	OK	OK	OK	OK	8.3	2.3
2	1001	beam	0.3	-128.800	29.690	6.014	40.80	40.80	-0.2858	-4.8	-14.2	11.9	OK	OK	OK	OK	7.5	2.5
1	1001	beam	0.3	-116.900	36.230	3.306	40.80	40.80	-0.2184	-6.0	-11.2	14.5	OK	OK	OK	OK	5.9	3.2

**CENTINE 1 HE 240 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 3 GIORNI**

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
240	1001	beam	0.3	-201.800	-76.330	-6.963	40.80	40.80	-0.8	-10.1	-4.0	-30.6	OK	OK	OK	OK	2.1	5.3
239	1001	beam	0.3	-230.300	-64.530	-12.850	40.80	40.80	-1.1	-13.7	-2.4	-25.9	OK	OK	OK	OK	1.3	7.2
238	1001	beam	0.3	-246.400	-41.410	-16.620	40.80	40.80	-1.3	-15.9	-1.3	-16.6	OK	OK	OK	OK	0.7	8.4
237	1001	beam	0.3	-260.300	-19.840	-18.430	40.80	40.80	-1.4	-17.2	-0.9	-7.9	OK	OK	OK	OK	0.5	9.1
236	1001	beam	0.3	-274.000	-3.166	-18.720	40.80	40.80	-1.4	-17.8	-1.3	-1.3	OK	OK	OK	OK	0.7	9.4
235	1001	beam	0.3	-287.200	10.190	18.710	40.80	40.80	-1.4	-1.8	-18.2	4.1	OK	OK	OK	OK	9.6	0.9
234	1001	beam	0.3	-299.900	10.410	17.790	40.80	40.80	-1.4	-2.7	-18.3	4.2	OK	OK	OK	OK	9.6	1.4
233	1001	beam	0.3	-310.200	5.867	16.820	40.80	40.80	-1.4	-3.5	-18.2	2.4	OK	OK	OK	OK	9.6	1.8
232	1001	beam	0.3	-318.600	12.640	16.270	40.80	40.80	-1.4	-4.0	-18.2	5.1	OK	OK	OK	OK	9.6	2.1
231	1001	beam	0.3	-327.500	18.370	15.110	40.80	40.80	-1.4	-4.8	-18.0	7.4	OK	OK	OK	OK	9.5	2.5
230	1001	beam	0.3	-336.800	23.740	13.440	40.80	40.80	-1.3	-5.9	-17.6	9.5	OK	OK	OK	OK	9.3	3.1
229	1001	beam	0.3	-346.500	28.870	11.270	40.80	40.80	-1.3	-7.2	-17.0	11.6	OK	OK	OK	OK	9.0	3.8
228	1001	beam	0.3	-356.900	33.730	8.634	40.80	40.80	-1.2	-8.7	-16.2	13.5	OK	OK	OK	OK	8.5	4.6
227	1001	beam	0.3	-367.500	8.601	5.555	40.80	40.80	-1.1	-10.4	-15.3	3.4	OK	OK	OK	OK	8.0	5.5
226	1001	beam	0.3	-373.800	8.656	4.752	40.80	40.80	-1.1	-11.0	-15.1	3.5	OK	OK	OK	OK	8.0	5.8
225	1001	beam	0.3	-380.200	10.860	3.966	40.80	40.80	-1.1	-11.5	-15.0	4.4	OK	OK	OK	OK	7.9	6.1
224	1001	beam	0.3	-386.900	12.490	2.965	40.80	40.80	-1.0	-12.2	-14.8	5.0	OK	OK	OK	OK	7.8	6.4
223	1001	beam	0.3	-394.200	14.180	1.835	40.80	40.80	-1.0	-13.0	-14.6	5.7	OK	OK	OK	OK	7.7	6.8
222	1001	beam	0.3	-402.000	15.270	0.848	40.80	40.80	-1.0	-13.7	-14.4	6.1	OK	OK	OK	OK	7.6	7.2
221	1001	beam	0.3	-409.300	16.990	2.374	40.80	40.80	-1.1	-13.3	-15.3	6.8	OK	OK	OK	OK	8.1	7.0
220	1001	beam	0.3	-416.900	18.850	4.088	40.80	40.80	-1.2	-12.8	-16.4	7.6	OK	OK	OK	OK	8.6	6.7
219	1001	beam	0.3	-426.100	-13.090	-4.081	40.80	40.80	-1.2	-16.7	-13.1	-5.2	OK	OK	OK	OK	6.9	8.8
218	1001	beam	0.3	-432.000	-16.150	-2.882	40.80	40.80	-1.1	-16.4	-13.8	-6.5	OK	OK	OK	OK	7.3	8.6
217	1001	beam	0.3	-437.700	-12.510	-1.405	40.80	40.80	-1.1	-15.9	-14.7	-5.0	OK	OK	OK	OK	7.7	8.4
216	1001	beam	0.3	-444.100	-7.735	-0.593	40.80	40.80	-1.1	-15.8	-15.3	-3.1	OK	OK	OK	OK	8.0	8.3
215	1001	beam	0.3	-451.300	-1.822	-0.797	40.80	40.80	-1.1	-16.1	-15.4	-0.7	OK	OK	OK	OK	8.1	8.5
214	1001	beam	0.3	-459.000	5.018	0.799	40.80	40.80	-1.1	-15.7	-16.4	2.0	OK	OK	OK	OK	8.6	8.3
213	1001	beam	0.3	-467.100	12.540	1.110	40.80	40.80	-1.2	-15.8	-16.8	5.0	OK	OK	OK	OK	8.8	8.3
212	1001	beam	0.3	-476.600	-10.370	-1.110	40.80	40.80	-1.2	-17.1	-16.2	-4.2	OK	OK	OK	OK	8.5	9.0
211	1001	beam	0.3	-483.700	-18.000	-2.019	40.80	40.80	-1.2	-17.8	-16.0	-7.2	OK	OK	OK	OK	8.4	9.4
210	1001	beam	0.3	-490.300	-10.510	-3.180	40.80	40.80	-1.3	-18.5	-15.7	-4.2	OK	OK	OK	OK	8.3	9.7
209	1001	beam	0.3	-497.300	-3.586	-3.596	40.80	40.80	-1.3	-18.9	-15.8	-1.4	OK	OK	OK	OK	8.3	10.0
208	1001	beam	0.3	-504.500	4.079	3.608	40.80	40.80	-1.3	-16.0	-19.2	1.6	OK	OK	OK	OK	10.1	8.4
207	1001	beam	0.3	-512.200	11.900	3.156	40.80	40.80	-1.3	-16.5	-19.3	4.8	OK	OK	OK	OK	10.1	8.7
206	1001	beam	0.3	-520.400	20.030	1.848	40.80	40.80	-1.3	-17.4	-19.0	8.0	OK	OK	OK	OK	10.0	9.1
205	1001	beam	0.3	-530.000	-21.200	-2.002	40.80	40.80	-1.3	-19.4	-17.6	-8.5	OK	OK	OK	OK	9.3	10.2
204	1001	beam	0.3	-536.300	-14.090	-3.570	40.80	40.80	-1.4	-20.3	-17.2	-5.6	OK	OK	OK	OK	9.0	10.7
203	1001	beam	0.3	-543.000	-6.486	-4.288	40.80	40.80	-1.5	-20.8	-17.1	-2.6	OK	OK	OK	OK	9.0	11.0
202	1001	beam	0.3	-549.900	1.091	4.286	40.80	40.80	-1.5	-17.3	-21.1	0.4	OK	OK	OK	OK	11.1	9.1

201	1001	beam	0.3	-557.300	9.012	4.176	40.80	40.80	-1.5	-17.6	-21.3	3.6	OK	OK	OK	OK	11.2	9.3
200	1001	beam	0.3	-565.000	17.300	3.181	40.80	40.80	-1.5	-18.3	-21.1	6.9	OK	OK	OK	OK	11.1	9.7
199	1001	beam	0.3	-574.000	9.991	1.283	40.80	40.80	-1.4	-19.5	-20.6	4.0	OK	OK	OK	OK	10.8	10.3
198	1001	beam	0.3	-582.300	-20.100	-2.397	40.80	40.80	-1.5	-21.4	-19.3	-8.1	OK	OK	OK	OK	10.2	11.3
197	1001	beam	0.3	-588.700	-12.040	-3.721	40.80	40.80	-1.6	-22.2	-18.9	-4.8	OK	OK	OK	OK	10.0	11.7
196	1001	beam	0.3	-595.400	-4.172	-4.202	40.80	40.80	-1.6	-22.6	-19.0	-1.7	OK	OK	OK	OK	10.0	11.9
195	1001	beam	0.3	-602.400	3.905	4.199	40.80	40.80	-1.6	-19.2	-22.9	1.6	OK	OK	OK	OK	12.0	10.1
194	1001	beam	0.3	-610.000	12.450	3.772	40.80	40.80	-1.6	-19.7	-23.0	5.0	OK	OK	OK	OK	12.1	10.3
193	1001	beam	0.3	-618.000	21.450	2.399	40.80	40.80	-1.6	-20.5	-22.6	8.6	OK	OK	OK	OK	11.9	10.8
192	1001	beam	0.3	-627.700	-5.078	-0.601	40.80	40.80	-1.5	-22.2	-21.7	-2.0	OK	OK	OK	OK	11.4	11.7
191	1001	beam	0.3	-634.800	-19.630	-2.752	40.80	40.80	-1.6	-23.4	-21.0	-7.9	OK	OK	OK	OK	11.0	12.3
190	1001	beam	0.3	-641.500	-11.030	-3.970	40.80	40.80	-1.7	-24.1	-20.7	-4.4	OK	OK	OK	OK	10.9	12.7
189	1001	beam	0.3	-648.300	-2.328	-4.241	40.80	40.80	-1.7	-24.5	-20.8	-0.9	OK	OK	OK	OK	10.9	12.9
188	1001	beam	0.3	-655.800	6.502	4.249	40.80	40.80	-1.7	-21.1	-24.8	2.6	OK	OK	OK	OK	13.0	11.1
187	1001	beam	0.3	-663.800	15.730	3.545	40.80	40.80	-1.7	-21.6	-24.7	6.3	OK	OK	OK	OK	13.0	11.4
186	1001	beam	0.3	-672.200	25.640	1.829	40.80	40.80	-1.7	-22.7	-24.3	10.3	OK	OK	OK	OK	12.8	11.9
185	1001	beam	0.3	-682.600	-22.970	-1.546	40.80	40.80	-1.7	-24.5	-23.2	-9.2	OK	OK	OK	OK	12.2	12.9
184	1001	beam	0.3	-689.600	-19.110	-3.652	40.80	40.80	-1.8	-25.7	-22.5	-7.7	OK	OK	OK	OK	11.8	13.5
183	1001	beam	0.3	-696.700	-9.831	-4.741	40.80	40.80	-1.9	-26.4	-22.3	-3.9	OK	OK	OK	OK	11.7	13.9
182	1001	beam	0.3	-704.300	-0.427	-4.817	40.80	40.80	-1.9	-26.7	-22.5	-0.2	OK	OK	OK	OK	11.8	14.1
181	1001	beam	0.3	-712.400	9.010	4.817	40.80	40.80	-1.9	-22.8	-27.0	3.6	OK	OK	OK	OK	14.2	12.0
180	1001	beam	0.3	-721.300	19.380	3.846	40.80	40.80	-1.9	-23.5	-26.9	7.8	OK	OK	OK	OK	14.1	12.4
179	1001	beam	0.3	-731.500	14.890	1.716	40.80	40.80	-1.8	-24.8	-26.3	6.0	OK	OK	OK	OK	13.8	13.1
178	1001	beam	0.3	-741.700	-27.380	-3.115	40.80	40.80	-1.9	-27.3	-24.5	-11.0	OK	OK	OK	OK	12.9	14.4
177	1001	beam	0.3	-749.400	-16.820	-4.980	40.80	40.80	-2.0	-28.4	-24.0	-6.7	OK	OK	OK	OK	12.6	14.9
176	1001	beam	0.3	-757.500	-5.662	-5.595	40.80	40.80	-2.0	-28.9	-24.0	-2.3	OK	OK	OK	OK	12.6	15.2
175	1001	beam	0.3	-766.300	5.494	5.565	40.80	40.80	-2.0	-24.3	-29.2	2.2	OK	OK	OK	OK	15.4	12.8
174	1001	beam	0.3	-776.100	18.450	4.946	40.80	40.80	-2.0	-24.9	-29.3	7.4	OK	OK	OK	OK	15.4	13.1
173	1001	beam	0.3	-786.500	32.450	2.886	40.80	40.80	-2.0	-26.2	-28.7	13.0	OK	OK	OK	OK	15.1	13.8
172	1001	beam	0.3	-800.100	6.711	1.409	40.80	40.80	-2.0	-27.3	-28.6	2.7	OK	OK	OK	OK	15.0	14.4
171	1001	beam	0.3	-811.400	-12.130	-1.410	40.80	40.80	-2.0	-29.0	-27.7	-4.9	OK	OK	OK	OK	14.6	15.2
170	1001	beam	0.3	-821.200	4.544	0.600	40.80	40.80	-2.0	-28.4	-28.9	1.8	OK	OK	OK	OK	15.2	15.0
169	1001	beam	0.3	-831.200	22.540	3.096	40.80	40.80	-2.1	-27.7	-30.4	9.0	OK	OK	OK	OK	16.0	14.6
168	1001	beam	0.3	-842.200	16.820	4.809	40.80	40.80	-2.2	-27.3	-31.5	6.7	OK	OK	OK	OK	16.6	14.4
167	1001	beam	0.3	-852.500	-24.290	-4.839	40.80	40.80	-2.2	-31.9	-27.7	-9.7	OK	OK	OK	OK	14.6	16.8
166	1001	beam	0.3	-860.400	-6.893	-2.338	40.80	40.80	-2.1	-31.1	-29.0	-2.8	OK	OK	OK	OK	15.3	16.4
165	1001	beam	0.3	-868.600	11.220	2.769	40.80	40.80	-2.2	-29.1	-31.6	4.5	OK	OK	OK	OK	16.6	15.3
164	1001	beam	0.3	-877.100	30.000	5.816	40.80	40.80	-2.3	-28.1	-33.2	12.0	OK	OK	OK	OK	17.5	14.8
163	1001	beam	0.3	-887.500	-18.940	-5.817	40.80	40.80	-2.3	-33.5	-28.5	-7.6	OK	OK	OK	OK	15.0	17.7
162	1001	beam	0.3	-894.500	-18.810	-3.875	40.80	40.80	-2.3	-32.9	-29.6	-7.5	OK	OK	OK	OK	15.6	17.3
161	1001	beam	0.3	-901.400	0.113	1.961	40.80	40.80	-2.2	-30.6	-32.3	0.0	OK	OK	OK	OK	17.0	16.1
160	1001	beam	0.3	-908.700	19.440	3.936	40.80	40.80	-2.3	-30.0	-33.5	7.8	OK	OK	OK	OK	17.6	15.8
159	1001	beam	0.3	-917.200	14.210	5.382	40.80	40.80	-2.4	-29.7	-34.4	5.7	OK	OK	OK	OK	18.1	15.6
158	1001	beam	0.3	-924.800	-30.100	-5.376	40.80	40.80	-2.4	-34.7	-30.0	-12.1	OK	OK	OK	OK	15.8	18.2



157	1001	beam	0.3	-930.800	-10.260	-2.271	40.80	40.80	-2.3	-33.5	-31.5	-4.1	OK	OK	OK	OK	16.6	17.6
156	1001	beam	0.3	-936.800	9.889	2.233	40.80	40.80	-2.3	-31.7	-33.7	4.0	OK	OK	OK	OK	17.7	16.7
155	1001	beam	0.3	-943.500	30.680	5.386	40.80	40.80	-2.5	-30.6	-35.3	12.3	OK	OK	OK	OK	18.6	16.1
154	1001	beam	0.3	-951.300	-20.400	-5.389	40.80	40.80	-2.5	-35.6	-30.9	-8.2	OK	OK	OK	OK	16.2	18.7
153	1001	beam	0.3	-956.400	-20.060	-3.296	40.80	40.80	-2.4	-34.9	-32.0	-8.0	OK	OK	OK	OK	16.8	18.3
152	1001	beam	0.3	-961.300	0.505	1.303	40.80	40.80	-2.3	-33.0	-34.2	0.2	OK	OK	OK	OK	18.0	17.4
151	1001	beam	0.3	-966.800	21.390	3.516	40.80	40.80	-2.4	-32.2	-35.3	8.6	OK	OK	OK	OK	18.6	17.0
150	1001	beam	0.3	-974.100	16.590	5.226	40.80	40.80	-2.5	-31.7	-36.3	6.6	OK	OK	OK	OK	19.1	16.7
149	1001	beam	0.3	-978.700	-31.000	-5.226	40.80	40.80	-2.5	-36.5	-31.9	-12.4	OK	OK	OK	OK	16.8	19.2
148	1001	beam	0.3	-982.500	-9.954	-2.036	40.80	40.80	-2.4	-35.2	-33.4	-4.0	OK	OK	OK	OK	17.6	18.5
147	1001	beam	0.3	-987.000	11.060	2.144	40.80	40.80	-2.4	-33.5	-35.4	4.4	OK	OK	OK	OK	18.6	17.7
146	1001	beam	0.3	-993.100	32.740	5.510	40.80	40.80	-2.6	-32.3	-37.1	13.1	OK	OK	OK	OK	19.5	17.0
145	1001	beam	0.3	-998.900	-20.300	-5.508	40.80	40.80	-2.6	-37.3	-32.5	-8.1	OK	OK	OK	OK	17.1	19.6
144	1001	beam	0.3	-1001.000	-20.930	-3.431	40.80	40.80	-2.5	-36.5	-33.5	-8.4	OK	OK	OK	OK	17.6	19.2
143	1001	beam	0.3	-1005.000	0.358	1.331	40.80	40.80	-2.4	-34.5	-35.7	0.1	OK	OK	OK	OK	18.8	18.2
142	1001	beam	0.3	-1009.000	22.010	3.595	40.80	40.80	-2.5	-33.7	-36.8	8.8	OK	OK	OK	OK	19.4	17.7
141	1001	beam	0.3	-1015.000	17.780	5.418	40.80	40.80	-2.6	-33.1	-37.8	7.1	OK	OK	OK	OK	19.9	17.4
140	1001	beam	0.3	-1017.000	-32.360	-5.419	40.80	40.80	-2.6	-37.9	-33.2	-13.0	OK	OK	OK	OK	17.5	19.9
139	1001	beam	0.3	-1019.000	-10.450	-2.095	40.80	40.80	-2.5	-36.5	-34.7	-4.2	OK	OK	OK	OK	18.3	19.2
138	1001	beam	0.3	-1022.000	11.410	2.201	40.80	40.80	-2.5	-34.7	-36.7	4.6	OK	OK	OK	OK	19.3	18.3
137	1001	beam	0.3	-1026.000	33.720	5.663	40.80	40.80	-2.7	-33.4	-38.3	13.5	OK	OK	OK	OK	20.2	17.6
136	1001	beam	0.3	-1030.000	-20.190	-5.667	40.80	40.80	-2.7	-38.5	-33.5	-8.1	OK	OK	OK	OK	17.6	20.2
135	1001	beam	0.3	-1031.000	-21.390	-3.594	40.80	40.80	-2.6	-37.6	-34.4	-8.6	OK	OK	OK	OK	18.1	19.8
134	1001	beam	0.3	-1032.000	0.525	1.450	40.80	40.80	-2.5	-35.4	-36.7	0.2	OK	OK	OK	OK	19.3	18.6
133	1001	beam	0.3	-1035.000	22.720	3.782	40.80	40.80	-2.6	-34.5	-37.8	9.1	OK	OK	OK	OK	19.9	18.2
132	1001	beam	0.3	-1040.000	19.130	5.741	40.80	40.80	-2.7	-33.8	-38.8	7.7	OK	OK	OK	OK	20.4	17.8
131	1001	beam	0.3	-1041.000	-33.160	-5.738	40.80	40.80	-2.7	-38.9	-33.9	-13.3	OK	OK	OK	OK	17.8	20.5
130	1001	beam	0.3	-1041.000	-10.850	-2.334	40.80	40.80	-2.6	-37.4	-35.3	-4.3	OK	OK	OK	OK	18.6	19.7
129	1001	beam	0.3	-1043.000	11.180	2.366	40.80	40.80	-2.6	-35.4	-37.5	4.5	OK	OK	OK	OK	19.7	18.6
128	1001	beam	0.3	-1046.000	33.830	5.840	40.80	40.80	-2.7	-34.0	-39.1	13.6	OK	OK	OK	OK	20.6	17.9
127	1001	beam	0.3	-1049.000	-20.500	-5.846	40.80	40.80	-2.7	-39.2	-34.1	-8.2	OK	OK	OK	OK	17.9	20.6
126	1001	beam	0.3	-1048.000	-22.620	-3.746	40.80	40.80	-2.6	-38.2	-35.0	-9.1	OK	OK	OK	OK	18.4	20.1
125	1001	beam	0.3	-1048.000	-0.249	-1.422	40.80	40.80	-2.6	-37.2	-36.0	-0.1	OK	OK	OK	OK	18.9	19.6
124	1001	beam	0.3	-1049.000	22.280	3.676	40.80	40.80	-2.6	-35.0	-38.3	8.9	OK	OK	OK	OK	20.1	18.4
123	1001	beam	0.3	-1052.000	19.670	5.680	40.80	40.80	-2.7	-34.3	-39.2	7.9	OK	OK	OK	OK	20.6	18.0
122	1001	beam	0.3	-1051.000	-33.680	-5.672	40.80	40.80	-2.7	-39.2	-34.2	-13.5	OK	OK	OK	OK	18.0	20.6
121	1001	beam	0.3	-1050.000	-11.020	-2.218	40.80	40.80	-2.6	-37.6	-35.7	-4.4	OK	OK	OK	OK	18.8	19.8
120	1001	beam	0.3	-1050.000	11.270	2.240	40.80	40.80	-2.6	-35.7	-37.7	4.5	OK	OK	OK	OK	19.8	18.8
119	1001	beam	0.3	-1051.000	33.970	5.734	40.80	40.80	-2.7	-34.2	-39.2	13.6	OK	OK	OK	OK	20.6	18.0
118	1001	beam	0.3	-1052.000	-19.520	-5.743	40.80	40.80	-2.7	-39.3	-34.2	-7.8	OK	OK	OK	OK	18.0	20.7
117	1001	beam	0.3	-1049.000	-22.250	-3.739	40.80	40.80	-2.7	-38.3	-35.0	-8.9	OK	OK	OK	OK	18.4	20.1
116	1001	beam	0.3	-1048.000	0.237	1.488	40.80	40.80	-2.6	-36.0	-37.3	0.1	OK	OK	OK	OK	19.6	18.9
115	1001	beam	0.3	-1048.000	22.510	3.801	40.80	40.80	-2.7	-34.9	-38.3	9.0	OK	OK	OK	OK	20.1	18.4
114	1001	beam	0.3	-1049.000	20.530	5.904	40.80	40.80	-2.7	-34.1	-39.2	8.2	OK	OK	OK	OK	20.6	17.9

113	1001	beam	0.3	-1046.000	-33.730	-5.904	40.80	40.80	-2.7	-39.1	-34.0	-13.5	OK	OK	OK	OK	17.9	20.6
112	1001	beam	0.3	-1043.000	-11.010	-2.455	40.80	40.80	-2.6	-37.5	-35.4	-4.4	OK	OK	OK	OK	18.6	19.7
111	1001	beam	0.3	-1042.000	10.890	2.451	40.80	40.80	-2.6	-35.3	-37.5	4.4	OK	OK	OK	OK	19.7	18.6
110	1001	beam	0.3	-1041.000	33.020	5.836	40.80	40.80	-2.7	-33.8	-38.9	13.2	OK	OK	OK	OK	20.5	17.8
109	1001	beam	0.3	-1040.000	-19.240	-5.835	40.80	40.80	-2.7	-38.9	-33.8	-7.7	OK	OK	OK	OK	17.8	20.5
108	1001	beam	0.3	-1035.000	-22.930	-3.861	40.80	40.80	-2.6	-37.8	-34.5	-9.2	OK	OK	OK	OK	18.1	19.9
107	1001	beam	0.3	-1033.000	-0.677	-1.506	40.80	40.80	-2.5	-36.7	-35.4	-0.3	OK	OK	OK	OK	18.6	19.3
106	1001	beam	0.3	-1031.000	21.310	3.619	40.80	40.80	-2.6	-34.4	-37.6	8.5	OK	OK	OK	OK	19.8	18.1
105	1001	beam	0.3	-1030.000	20.140	5.671	40.80	40.80	-2.7	-33.5	-38.5	8.1	OK	OK	OK	OK	20.2	17.6
104	1001	beam	0.3	-1027.000	-33.630	-5.663	40.80	40.80	-2.7	-38.4	-33.4	-13.5	OK	OK	OK	OK	17.6	20.2
103	1001	beam	0.3	-1022.000	-11.370	-2.202	40.80	40.80	-2.5	-36.7	-34.7	-4.6	OK	OK	OK	OK	18.3	19.3
102	1001	beam	0.3	-1020.000	10.350	2.090	40.80	40.80	-2.5	-34.7	-36.5	4.1	OK	OK	OK	OK	19.2	18.3
101	1001	beam	0.3	-1018.000	32.300	5.404	40.80	40.80	-2.6	-33.2	-37.9	12.9	OK	OK	OK	OK	20.0	17.5
100	1001	beam	0.3	-1015.000	-17.730	-5.386	40.80	40.80	-2.6	-37.8	-33.1	-7.1	OK	OK	OK	OK	17.4	19.9
99	1001	beam	0.3	-1009.000	-21.910	-3.555	40.80	40.80	-2.5	-36.8	-33.7	-8.8	OK	OK	OK	OK	17.7	19.4
98	1001	beam	0.3	-1005.000	-0.311	-1.300	40.80	40.80	-2.4	-35.7	-34.5	-0.1	OK	OK	OK	OK	18.2	18.8
97	1001	beam	0.3	-1002.000	21.000	3.412	40.80	40.80	-2.5	-33.5	-36.5	8.4	OK	OK	OK	OK	19.2	17.6
96	1001	beam	0.3	-999.400	20.520	5.514	40.80	40.80	-2.6	-32.5	-37.3	8.2	OK	OK	OK	OK	19.6	17.1
95	1001	beam	0.3	-993.500	-32.620	-5.514	40.80	40.80	-2.6	-37.1	-32.3	-13.1	OK	OK	OK	OK	17.0	19.5
94	1001	beam	0.3	-988.000	-10.960	-2.167	40.80	40.80	-2.4	-35.5	-33.6	-4.4	OK	OK	OK	OK	17.7	18.7
93	1001	beam	0.3	-983.700	10.210	2.087	40.80	40.80	-2.4	-33.4	-35.3	4.1	OK	OK	OK	OK	18.6	17.6
92	1001	beam	0.3	-979.800	31.130	5.285	40.80	40.80	-2.5	-31.9	-36.5	12.5	OK	OK	OK	OK	19.2	16.8
91	1001	beam	0.3	-974.900	-16.720	-5.293	40.80	40.80	-2.5	-36.4	-31.7	-6.7	OK	OK	OK	OK	16.7	19.1
90	1001	beam	0.3	-968.000	-21.640	-3.576	40.80	40.80	-2.5	-35.4	-32.3	-8.7	OK	OK	OK	OK	17.0	18.6
89	1001	beam	0.3	-962.600	-0.815	-1.358	40.80	40.80	-2.3	-34.2	-33.0	-0.3	OK	OK	OK	OK	17.4	18.0
88	1001	beam	0.3	-957.600	19.880	3.292	40.80	40.80	-2.4	-32.0	-34.9	8.0	OK	OK	OK	OK	18.4	16.8
87	1001	beam	0.3	-952.400	20.110	5.343	40.80	40.80	-2.5	-30.9	-35.6	8.1	OK	OK	OK	OK	18.7	16.3
86	1001	beam	0.3	-944.500	-31.060	-5.333	40.80	40.80	-2.5	-35.3	-30.7	-12.4	OK	OK	OK	OK	16.1	18.6
85	1001	beam	0.3	-937.700	-9.763	-2.145	40.80	40.80	-2.3	-33.7	-31.8	-3.9	OK	OK	OK	OK	16.7	17.7
84	1001	beam	0.3	-931.900	10.360	2.192	40.80	40.80	-2.3	-31.6	-33.5	4.2	OK	OK	OK	OK	17.6	16.6
83	1001	beam	0.3	-926.100	30.280	5.294	40.80	40.80	-2.4	-30.0	-34.7	12.1	OK	OK	OK	OK	18.2	15.8
82	1001	beam	0.3	-918.700	-14.270	-5.309	40.80	40.80	-2.4	-34.4	-29.8	-5.7	OK	OK	OK	OK	15.7	18.1
81	1001	beam	0.3	-910.000	-19.670	-3.854	40.80	40.80	-2.3	-33.5	-30.1	-7.9	OK	OK	OK	OK	15.8	17.6
80	1001	beam	0.3	-903.000	0.196	1.891	40.80	40.80	-2.2	-30.7	-32.4	0.1	OK	OK	OK	OK	17.0	16.2
79	1001	beam	0.3	-896.100	19.180	3.877	40.80	40.80	-2.3	-29.6	-33.0	7.7	OK	OK	OK	OK	17.4	15.6
78	1001	beam	0.3	-889.200	19.280	5.876	40.80	40.80	-2.4	-28.5	-33.6	7.7	OK	OK	OK	OK	17.7	15.0
77	1001	beam	0.3	-878.700	-29.620	-5.876	40.80	40.80	-2.3	-33.3	-28.1	-11.9	OK	OK	OK	OK	14.8	17.5
76	1001	beam	0.3	-870.300	-10.710	-2.844	40.80	40.80	-2.2	-31.6	-29.2	-4.3	OK	OK	OK	OK	15.3	16.7
75	1001	beam	0.3	-862.800	6.890	2.442	40.80	40.80	-2.2	-29.1	-31.2	2.8	OK	OK	OK	OK	16.4	15.3
74	1001	beam	0.3	-855.100	24.310	4.925	40.80	40.80	-2.2	-27.7	-32.0	9.7	OK	OK	OK	OK	16.9	14.6
73	1001	beam	0.3	-844.400	-17.350	-4.926	40.80	40.80	-2.2	-31.7	-27.3	-7.0	OK	OK	OK	OK	14.4	16.7
72	1001	beam	0.3	-833.600	-23.500	-3.140	40.80	40.80	-2.1	-30.5	-27.7	-9.4	OK	OK	OK	OK	14.6	16.0
71	1001	beam	0.3	-823.200	-5.205	-0.492	40.80	40.80	-2.0	-29.0	-28.5	-2.1	OK	OK	OK	OK	15.0	15.2
70	1001	beam	0.3	-813.300	12.020	1.247	40.80	40.80	-2.0	-27.9	-29.0	4.8	OK	OK	OK	OK	15.2	14.7

69	1001	beam	0.3	-802.100	-6.915	-1.241	40.80	40.80	-2.0	-28.6	-27.5	-2.8	OK	OK	OK	OK	14.5	15.0
68	1001	beam	0.3	-788.300	-32.480	-3.074	40.80	40.80	-2.0	-28.9	-26.2	-13.0	OK	OK	OK	OK	13.8	15.2
67	1001	beam	0.3	-777.900	-18.000	-5.077	40.80	40.80	-2.1	-29.4	-25.0	-7.2	OK	OK	OK	OK	13.1	15.5
66	1001	beam	0.3	-768.100	-5.207	-5.678	40.80	40.80	-2.1	-29.3	-24.3	-2.1	OK	OK	OK	OK	12.8	15.4
65	1001	beam	0.3	-759.100	6.339	5.673	40.80	40.80	-2.0	-24.0	-29.0	2.5	OK	OK	OK	OK	15.3	12.7
64	1001	beam	0.3	-751.000	17.260	5.006	40.80	40.80	-2.0	-24.0	-28.4	6.9	OK	OK	OK	OK	15.0	12.7
63	1001	beam	0.3	-743.400	27.880	3.128	40.80	40.80	-1.9	-24.6	-27.3	11.2	OK	OK	OK	OK	14.4	12.9
62	1001	beam	0.3	-733.600	-14.680	-1.653	40.80	40.80	-1.8	-26.3	-24.9	-5.9	OK	OK	OK	OK	13.1	13.9
61	1001	beam	0.3	-723.600	-19.560	-3.789	40.80	40.80	-1.9	-26.9	-23.6	-7.8	OK	OK	OK	OK	12.4	14.2
60	1001	beam	0.3	-714.900	-9.113	-4.780	40.80	40.80	-1.9	-27.1	-22.9	-3.7	OK	OK	OK	OK	12.0	14.2
59	1001	beam	0.3	-706.800	0.407	4.760	40.80	40.80	-1.9	-22.6	-26.8	0.2	OK	OK	OK	OK	14.1	11.9
58	1001	beam	0.3	-699.400	9.688	4.695	40.80	40.80	-1.9	-22.4	-26.5	3.9	OK	OK	OK	OK	13.9	11.8
57	1001	beam	0.3	-692.400	19.300	3.628	40.80	40.80	-1.8	-22.6	-25.8	7.7	OK	OK	OK	OK	13.6	11.9
56	1001	beam	0.3	-685.800	23.460	1.520	40.80	40.80	-1.7	-23.3	-24.6	9.4	OK	OK	OK	OK	13.0	12.3
55	1001	beam	0.3	-675.700	-25.530	-1.750	40.80	40.80	-1.7	-24.4	-22.8	-10.2	OK	OK	OK	OK	12.0	12.8
54	1001	beam	0.3	-667.300	-15.610	-3.468	40.80	40.80	-1.7	-24.8	-21.8	-6.3	OK	OK	OK	OK	11.5	13.1
53	1001	beam	0.3	-659.300	-6.268	-4.133	40.80	40.80	-1.7	-24.8	-21.2	-2.5	OK	OK	OK	OK	11.2	13.1
52	1001	beam	0.3	-651.900	2.398	4.126	40.80	40.80	-1.7	-21.0	-24.6	1.0	OK	OK	OK	OK	12.9	11.0
51	1001	beam	0.3	-645.000	11.050	3.854	40.80	40.80	-1.7	-20.8	-24.2	4.4	OK	OK	OK	OK	12.7	11.0
50	1001	beam	0.3	-638.400	19.780	2.627	40.80	40.80	-1.6	-21.2	-23.4	7.9	OK	OK	OK	OK	12.3	11.1
49	1001	beam	0.3	-631.100	5.080	0.457	40.80	40.80	-1.5	-21.8	-22.2	2.0	OK	OK	OK	OK	11.7	11.5
48	1001	beam	0.3	-621.500	-21.690	-2.289	40.80	40.80	-1.6	-22.7	-20.7	-8.7	OK	OK	OK	OK	10.9	12.0
47	1001	beam	0.3	-613.400	-12.730	-3.683	40.80	40.80	-1.6	-23.0	-19.8	-5.1	OK	OK	OK	OK	10.4	12.1
46	1001	beam	0.3	-605.800	-4.237	-4.142	40.80	40.80	-1.6	-23.0	-19.4	-1.7	OK	OK	OK	OK	10.2	12.1
45	1001	beam	0.3	-598.600	4.065	4.141	40.80	40.80	-1.6	-19.1	-22.7	1.6	OK	OK	OK	OK	12.0	10.1
44	1001	beam	0.3	-591.800	12.090	3.674	40.80	40.80	-1.6	-19.1	-22.3	4.8	OK	OK	OK	OK	11.7	10.0
43	1001	beam	0.3	-585.400	20.240	2.333	40.80	40.80	-1.5	-19.4	-21.5	8.1	OK	OK	OK	OK	11.3	10.2
42	1001	beam	0.3	-576.900	-10.250	-1.229	40.80	40.80	-1.4	-20.7	-19.6	-4.1	OK	OK	OK	OK	10.3	10.9
41	1001	beam	0.3	-567.800	-17.450	-3.161	40.80	40.80	-1.5	-21.2	-18.5	-7.0	OK	OK	OK	OK	9.7	11.2
40	1001	beam	0.3	-560.000	-9.025	-4.144	40.80	40.80	-1.5	-21.4	-17.7	-3.6	OK	OK	OK	OK	9.3	11.2
39	1001	beam	0.3	-552.600	-1.247	-4.274	40.80	40.80	-1.5	-21.2	-17.4	-0.5	OK	OK	OK	OK	9.2	11.1
38	1001	beam	0.3	-545.600	6.201	4.252	40.80	40.80	-1.5	-17.2	-20.9	2.5	OK	OK	OK	OK	11.0	9.1
37	1001	beam	0.3	-538.900	13.970	3.561	40.80	40.80	-1.4	-17.3	-20.4	5.6	OK	OK	OK	OK	10.7	9.1
36	1001	beam	0.3	-532.600	20.970	2.025	40.80	40.80	-1.4	-17.7	-19.5	8.4	OK	OK	OK	OK	10.3	9.3
35	1001	beam	0.3	-522.900	-20.100	-1.916	40.80	40.80	-1.3	-19.1	-17.4	-8.1	OK	OK	OK	OK	9.2	10.1
34	1001	beam	0.3	-514.600	-11.670	-3.177	40.80	40.80	-1.4	-19.4	-16.6	-4.7	OK	OK	OK	OK	8.7	10.2
33	1001	beam	0.3	-506.800	-3.994	-3.603	40.80	40.80	-1.4	-19.3	-16.1	-1.6	OK	OK	OK	OK	8.5	10.1
32	1001	beam	0.3	-499.400	3.443	3.578	40.80	40.80	-1.3	-15.9	-19.0	1.4	OK	OK	OK	OK	10.0	8.4
31	1001	beam	0.3	-492.500	10.770	3.188	40.80	40.80	-1.3	-15.8	-18.6	4.3	OK	OK	OK	OK	9.8	8.3
30	1001	beam	0.3	-485.700	17.500	1.960	40.80	40.80	-1.2	-16.1	-17.8	7.0	OK	OK	OK	OK	9.4	8.5
29	1001	beam	0.3	-478.600	9.850	1.075	40.80	40.80	-1.2	-16.2	-17.2	3.9	OK	OK	OK	OK	9.0	8.6
28	1001	beam	0.3	-469.100	-12.860	-1.084	40.80	40.80	-1.2	-16.9	-15.9	-5.2	OK	OK	OK	OK	8.4	8.9
27	1001	beam	0.3	-460.900	-5.278	-0.909	40.80	40.80	-1.1	-16.5	-15.7	-2.1	OK	OK	OK	OK	8.3	8.7
26	1001	beam	0.3	-453.200	1.534	0.881	40.80	40.80	-1.1	-15.4	-16.2	0.6	OK	OK	OK	OK	8.5	8.1

25	1001	beam	0.3	-445.900	7.538	0.695	40.80	40.80	-1.1	-15.3	-15.9	3.0	OK	OK	OK	OK	8.4	8.0
24	1001	beam	0.3	-439.400	12.700	1.323	40.80	40.80	-1.1	-14.8	-15.9	5.1	OK	OK	OK	OK	8.4	7.8
23	1001	beam	0.3	-433.800	16.680	2.843	40.80	40.80	-1.1	-13.9	-16.4	6.7	OK	OK	OK	OK	8.6	7.3
22	1001	beam	0.3	-428.000	13.830	4.108	40.80	40.80	-1.2	-13.2	-16.7	5.5	OK	OK	OK	OK	8.8	6.9
21	1001	beam	0.3	-418.800	-18.560	-4.115	40.80	40.80	-1.2	-16.4	-12.8	-7.4	OK	OK	OK	OK	6.8	8.6
20	1001	beam	0.3	-411.100	-16.730	-2.428	40.80	40.80	-1.1	-15.4	-13.3	-6.7	OK	OK	OK	OK	7.0	8.1
19	1001	beam	0.3	-403.600	-15.670	-0.914	40.80	40.80	-1.0	-14.5	-13.7	-6.3	OK	OK	OK	OK	7.2	7.6
18	1001	beam	0.3	-395.900	-14.840	-1.869	40.80	40.80	-1.0	-14.6	-13.0	-5.9	OK	OK	OK	OK	6.8	7.7
17	1001	beam	0.3	-388.700	-13.520	-3.098	40.80	40.80	-1.1	-14.9	-12.2	-5.4	OK	OK	OK	OK	6.4	7.9
16	1001	beam	0.3	-382.100	-11.660	-4.166	40.80	40.80	-1.1	-15.2	-11.5	-4.7	OK	OK	OK	OK	6.1	8.0
15	1001	beam	0.3	-375.800	-8.812	-4.971	40.80	40.80	-1.1	-15.3	-11.0	-3.5	OK	OK	OK	OK	5.8	8.1
14	1001	beam	0.3	-369.500	-8.285	-5.737	40.80	40.80	-1.1	-15.4	-10.4	-3.3	OK	OK	OK	OK	5.5	8.1
13	1001	beam	0.3	-359.000	-33.690	-8.822	40.80	40.80	-1.2	-16.4	-8.7	-13.5	OK	OK	OK	OK	4.6	8.6
12	1001	beam	0.3	-348.600	-28.600	-11.430	40.80	40.80	-1.3	-17.2	-7.2	-11.5	OK	OK	OK	OK	3.8	9.0
11	1001	beam	0.3	-338.900	-23.420	-13.570	40.80	40.80	-1.4	-17.8	-5.9	-9.4	OK	OK	OK	OK	3.1	9.4
10	1001	beam	0.3	-329.700	-18.090	-15.230	40.80	40.80	-1.4	-18.2	-4.9	-7.2	OK	OK	OK	OK	2.6	9.6
9	1001	beam	0.3	-320.800	-12.120	-16.330	40.80	40.80	-1.4	-18.3	-4.1	-4.9	OK	OK	OK	OK	2.1	9.7
8	1001	beam	0.3	-312.300	-5.405	-16.830	40.80	40.80	-1.4	-18.3	-3.5	-2.2	OK	OK	OK	OK	1.9	9.6
7	1001	beam	0.3	-302.000	-9.942	-17.740	40.80	40.80	-1.4	-18.3	-2.8	-4.0	OK	OK	OK	OK	1.5	9.6
6	1001	beam	0.3	-289.200	-9.945	-18.640	40.80	40.80	-1.4	-18.3	-1.9	-4.0	OK	OK	OK	OK	1.0	9.6
5	1001	beam	0.3	-275.900	3.329	18.650	40.80	40.80	-1.4	-1.4	-17.8	1.3	OK	OK	OK	OK	9.4	0.7
4	1001	beam	0.3	-262.100	19.890	18.340	40.80	40.80	-1.4	-1.0	-17.2	8.0	OK	OK	OK	OK	9.1	0.5
3	1001	beam	0.3	-248.200	41.350	16.560	40.80	40.80	-1.3	-1.4	-15.9	16.6	OK	OK	OK	OK	8.4	0.7
2	1001	beam	0.3	-232.100	64.390	12.810	40.80	40.80	-1.1	-2.5	-13.7	25.8	OK	OK	OK	OK	7.2	1.3
1	1001	beam	0.3	-203.400	76.220	6.943	40.80	40.80	-0.8	-4.1	-10.1	30.5	OK	OK	OK	OK	5.3	2.1

## CENTINE 1 HE 240 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 28 GIORNI

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
240	1001	beam	0.3	-246.700	-44.600	-4.067	40.80	40.80	-0.8	-8.2	-5.3	-17.9	OK	OK	OK	OK	2.8	4.3
239	1001	beam	0.3	-276.400	-38.720	-7.599	40.80	40.80	-1.1	-10.2	-4.8	-15.5	OK	OK	OK	OK	2.5	5.4
238	1001	beam	0.3	-289.900	-24.190	-9.804	40.80	40.80	-1.2	-11.4	-4.4	-9.7	OK	OK	OK	OK	2.3	6.0
237	1001	beam	0.3	-302.200	-9.144	-10.640	40.80	40.80	-1.3	-12.0	-4.5	-3.7	OK	OK	OK	OK	2.4	6.3
236	1001	beam	0.3	-316.100	3.239	10.640	40.80	40.80	-1.3	-4.8	-12.4	1.3	OK	OK	OK	OK	6.5	2.6
235	1001	beam	0.3	-330.500	13.380	10.340	40.80	40.80	-1.3	-5.3	-12.6	5.4	OK	OK	OK	OK	6.7	2.8
234	1001	beam	0.3	-345.300	9.321	9.120	40.80	40.80	-1.3	-6.2	-12.6	3.7	OK	OK	OK	OK	6.6	3.3
233	1001	beam	0.3	-358.100	0.672	8.271	40.80	40.80	-1.3	-6.8	-12.7	0.3	OK	OK	OK	OK	6.7	3.6
232	1001	beam	0.3	-368.900	5.797	8.209	40.80	40.80	-1.3	-7.1	-12.9	2.3	OK	OK	OK	OK	6.8	3.8
231	1001	beam	0.3	-380.300	10.440	7.680	40.80	40.80	-1.3	-7.6	-13.1	4.2	OK	OK	OK	OK	6.9	4.0
230	1001	beam	0.3	-392.300	14.990	6.728	40.80	40.80	-1.3	-8.3	-13.1	6.0	OK	OK	OK	OK	6.9	4.4
229	1001	beam	0.3	-405.100	19.760	5.361	40.80	40.80	-1.3	-9.1	-12.9	7.9	OK	OK	OK	OK	6.8	4.8
228	1001	beam	0.3	-418.800	25.030	3.559	40.80	40.80	-1.2	-10.1	-12.7	10.0	OK	OK	OK	OK	6.7	5.3
227	1001	beam	0.3	-433.000	-4.732	-1.706	40.80	40.80	-1.2	-12.4	-11.2	-1.9	OK	OK	OK	OK	5.9	6.5
226	1001	beam	0.3	-443.000	-3.772	-2.050	40.80	40.80	-1.2	-12.8	-11.3	-1.5	OK	OK	OK	OK	6.0	6.7
225	1001	beam	0.3	-453.100	0.476	2.050	40.80	40.80	-1.3	-11.6	-13.1	0.2	OK	OK	OK	OK	6.9	6.1
224	1001	beam	0.3	-463.700	4.807	2.007	40.80	40.80	-1.3	-11.9	-13.3	1.9	OK	OK	OK	OK	7.0	6.3
223	1001	beam	0.3	-474.900	9.448	1.569	40.80	40.80	-1.3	-12.4	-13.5	3.8	OK	OK	OK	OK	7.1	6.5
222	1001	beam	0.3	-486.400	14.720	0.706	40.80	40.80	-1.3	-13.0	-13.5	5.9	OK	OK	OK	OK	7.1	6.8
221	1001	beam	0.3	-498.600	20.990	2.551	40.80	40.80	-1.4	-12.7	-14.5	8.4	OK	OK	OK	OK	7.6	6.7
220	1001	beam	0.3	-511.700	28.480	5.148	40.80	40.80	-1.6	-12.1	-15.7	11.4	OK	OK	OK	OK	8.3	6.4
219	1001	beam	0.3	-525.600	-6.995	-5.149	40.80	40.80	-1.6	-16.1	-12.5	-2.8	OK	OK	OK	OK	6.6	8.5
218	1001	beam	0.3	-535.600	-8.937	-4.511	40.80	40.80	-1.6	-16.2	-13.0	-3.6	OK	OK	OK	OK	6.8	8.5
217	1001	beam	0.3	-546.900	-6.774	-3.696	40.80	40.80	-1.6	-16.2	-13.6	-2.7	OK	OK	OK	OK	7.1	8.5
216	1001	beam	0.3	-564.800	-18.130	-3.079	40.80	40.80	-1.6	-16.5	-14.3	-7.3	OK	OK	OK	OK	7.5	8.7
215	1001	beam	0.3	-576.200	-8.678	-1.085	40.80	40.80	-1.5	-16.1	-15.3	-3.5	OK	OK	OK	OK	8.1	8.5
214	1001	beam	0.3	-588.100	1.471	0.292	40.80	40.80	-1.5	-15.9	-16.1	0.6	OK	OK	OK	OK	8.5	8.4
213	1001	beam	0.3	-600.500	12.350	1.651	40.80	40.80	-1.6	-15.8	-16.9	4.9	OK	OK	OK	OK	8.9	8.3
212	1001	beam	0.3	-615.300	-15.850	-1.651	40.80	40.80	-1.7	-17.3	-16.2	-6.4	OK	OK	OK	OK	8.5	9.1
211	1001	beam	0.3	-627.200	-24.990	-2.838	40.80	40.80	-1.8	-18.1	-16.1	-10.0	OK	OK	OK	OK	8.5	9.5
210	1001	beam	0.3	-638.300	-15.120	-4.501	40.80	40.80	-1.9	-19.0	-15.8	-6.1	OK	OK	OK	OK	8.3	10.0
209	1001	beam	0.3	-649.700	-5.282	-5.080	40.80	40.80	-1.9	-19.5	-15.9	-2.1	OK	OK	OK	OK	8.4	10.3
208	1001	beam	0.3	-661.600	4.773	5.081	40.80	40.80	-1.9	-16.2	-19.8	1.9	OK	OK	OK	OK	10.4	8.5
207	1001	beam	0.3	-674.000	15.360	4.556	40.80	40.80	-2.0	-16.7	-20.0	6.2	OK	OK	OK	OK	10.5	8.8
206	1001	beam	0.3	-687.000	26.720	2.865	40.80	40.80	-1.9	-17.7	-19.7	10.7	OK	OK	OK	OK	10.4	9.3
205	1001	beam	0.3	-703.200	-27.390	-2.939	40.80	40.80	-2.0	-20.2	-18.1	-11.0	OK	OK	OK	OK	9.5	10.6
204	1001	beam	0.3	-714.400	-18.340	-4.956	40.80	40.80	-2.1	-21.2	-17.7	-7.3	OK	OK	OK	OK	9.3	11.2
203	1001	beam	0.3	-725.900	-8.362	-5.875	40.80	40.80	-2.1	-21.8	-17.7	-3.4	OK	OK	OK	OK	9.3	11.5
202	1001	beam	0.3	-737.800	1.700	5.875	40.80	40.80	-2.2	-18.0	-22.2	0.7	OK	OK	OK	OK	11.7	9.5

201	1001	beam	0.3	-750.100	12.220	5.688	40.80	40.80	-2.2	-18.4	-22.4	4.9	OK	OK	OK	OK	11.8	9.7
200	1001	beam	0.3	-762.900	23.460	4.343	40.80	40.80	-2.2	-19.2	-22.3	9.4	OK	OK	OK	OK	11.7	10.1
199	1001	beam	0.3	-777.600	13.710	1.763	40.80	40.80	-2.1	-20.5	-21.8	5.5	OK	OK	OK	OK	11.5	10.8
198	1001	beam	0.3	-792.000	-27.180	-3.246	40.80	40.80	-2.2	-22.7	-20.4	-10.9	OK	OK	OK	OK	10.7	12.0
197	1001	beam	0.3	-803.500	-16.440	-5.054	40.80	40.80	-2.3	-23.7	-20.1	-6.6	OK	OK	OK	OK	10.6	12.5
196	1001	beam	0.3	-815.200	-5.711	-5.681	40.80	40.80	-2.4	-24.2	-20.2	-2.3	OK	OK	OK	OK	10.6	12.7
195	1001	beam	0.3	-827.300	5.268	5.681	40.80	40.80	-2.4	-20.5	-24.5	2.1	OK	OK	OK	OK	12.9	10.8
194	1001	beam	0.3	-839.900	16.870	5.102	40.80	40.80	-2.4	-21.1	-24.7	6.8	OK	OK	OK	OK	13.0	11.1
193	1001	beam	0.3	-852.900	29.380	3.247	40.80	40.80	-2.4	-22.1	-24.4	11.8	OK	OK	OK	OK	12.8	11.6
192	1001	beam	0.3	-868.900	-7.070	-0.793	40.80	40.80	-2.3	-23.9	-23.4	-2.8	OK	OK	OK	OK	12.3	12.6
191	1001	beam	0.3	-881.600	-27.220	-3.787	40.80	40.80	-2.5	-25.3	-22.7	-10.9	OK	OK	OK	OK	11.9	13.3
190	1001	beam	0.3	-893.200	-15.430	-5.483	40.80	40.80	-2.6	-26.3	-22.4	-6.2	OK	OK	OK	OK	11.8	13.8
189	1001	beam	0.3	-905.200	-3.619	-5.881	40.80	40.80	-2.6	-26.7	-22.6	-1.4	OK	OK	OK	OK	11.9	14.1
188	1001	beam	0.3	-917.600	8.541	5.880	40.80	40.80	-2.6	-22.9	-27.1	3.4	OK	OK	OK	OK	14.2	12.1
187	1001	beam	0.3	-930.500	21.520	4.941	40.80	40.80	-2.6	-23.6	-27.1	8.6	OK	OK	OK	OK	14.3	12.4
186	1001	beam	0.3	-944.000	35.580	2.574	40.80	40.80	-2.6	-24.8	-26.6	14.3	OK	OK	OK	OK	14.0	13.0
185	1001	beam	0.3	-960.900	-32.600	-2.244	40.80	40.80	-2.6	-27.0	-25.4	-13.1	OK	OK	OK	OK	13.4	14.2
184	1001	beam	0.3	-972.900	-26.820	-5.193	40.80	40.80	-2.8	-28.3	-24.7	-10.7	OK	OK	OK	OK	13.0	14.9
183	1001	beam	0.3	-985.100	-13.820	-6.712	40.80	40.80	-2.9	-29.2	-24.4	-5.5	OK	OK	OK	OK	12.9	15.4
182	1001	beam	0.3	-997.800	-0.767	-6.796	40.80	40.80	-2.9	-29.6	-24.8	-0.3	OK	OK	OK	OK	13.0	15.6
181	1001	beam	0.3	-1011.000	12.810	6.797	40.80	40.80	-2.9	-25.1	-29.9	5.1	OK	OK	OK	OK	15.7	13.2
180	1001	beam	0.3	-1026.000	27.660	5.388	40.80	40.80	-2.9	-26.0	-29.8	11.1	OK	OK	OK	OK	15.7	13.7
179	1001	beam	0.3	-1043.000	21.680	2.346	40.80	40.80	-2.8	-27.6	-29.2	8.7	OK	OK	OK	OK	15.4	14.5
178	1001	beam	0.3	-1058.000	-38.270	-4.172	40.80	40.80	-2.9	-30.3	-27.3	-15.3	OK	OK	OK	OK	14.4	15.9
177	1001	beam	0.3	-1071.000	-23.190	-6.722	40.80	40.80	-3.1	-31.5	-26.8	-9.3	OK	OK	OK	OK	14.1	16.6
176	1001	beam	0.3	-1085.000	-7.704	-7.569	40.80	40.80	-3.2	-32.2	-26.9	-3.1	OK	OK	OK	OK	14.1	17.0
175	1001	beam	0.3	-1100.000	8.661	7.569	40.80	40.80	-3.2	-27.3	-32.6	3.5	OK	OK	OK	OK	17.2	14.4
174	1001	beam	0.3	-1116.000	26.830	6.617	40.80	40.80	-3.2	-28.0	-32.7	10.7	OK	OK	OK	OK	17.2	14.8
173	1001	beam	0.3	-1133.000	47.340	3.666	40.80	40.80	-3.1	-29.6	-32.1	19.0	OK	OK	OK	OK	16.9	15.6
172	1001	beam	0.3	-1152.000	10.670	2.712	40.80	40.80	-3.1	-30.4	-32.3	4.3	OK	OK	OK	OK	17.0	16.0
171	1001	beam	0.3	-1168.000	-17.340	-2.712	40.80	40.80	-3.2	-32.8	-30.8	-6.9	OK	OK	OK	OK	16.2	17.2
170	1001	beam	0.3	-1183.000	6.424	1.509	40.80	40.80	-3.1	-31.7	-32.7	2.6	OK	OK	OK	OK	17.2	16.7
169	1001	beam	0.3	-1199.000	32.240	5.055	40.80	40.80	-3.3	-30.9	-34.4	12.9	OK	OK	OK	OK	18.1	16.2
168	1001	beam	0.3	-1216.000	22.490	7.361	40.80	40.80	-3.5	-30.5	-35.7	9.0	OK	OK	OK	OK	18.8	16.1
167	1001	beam	0.3	-1230.000	-36.370	-7.361	40.80	40.80	-3.5	-36.1	-30.9	-14.6	OK	OK	OK	OK	16.3	19.0
166	1001	beam	0.3	-1242.000	-11.000	-3.628	40.80	40.80	-3.4	-35.1	-32.5	-4.4	OK	OK	OK	OK	17.1	18.5
165	1001	beam	0.3	-1255.000	15.090	4.046	40.80	40.80	-3.4	-32.7	-35.6	6.0	OK	OK	OK	OK	18.7	17.2
164	1001	beam	0.3	-1269.000	42.650	8.422	40.80	40.80	-3.7	-31.6	-37.5	17.1	OK	OK	OK	OK	19.7	16.6
163	1001	beam	0.3	-1284.000	-27.450	-8.422	40.80	40.80	-3.7	-37.9	-32.0	-11.0	OK	OK	OK	OK	16.8	20.0
162	1001	beam	0.3	-1295.000	-26.870	-5.606	40.80	40.80	-3.6	-37.2	-33.3	-10.8	OK	OK	OK	OK	17.5	19.6
161	1001	beam	0.3	-1306.000	0.575	2.907	40.80	40.80	-3.5	-34.5	-36.6	0.2	OK	OK	OK	OK	19.3	18.2
160	1001	beam	0.3	-1318.000	28.920	5.875	40.80	40.80	-3.7	-33.8	-38.0	11.6	OK	OK	OK	OK	20.0	17.8
159	1001	beam	0.3	-1331.000	21.660	8.094	40.80	40.80	-3.8	-33.4	-39.1	8.7	OK	OK	OK	OK	20.6	17.6
158	1001	beam	0.3	-1342.000	-42.470	-8.093	40.80	40.80	-3.8	-39.4	-33.7	-17.0	OK	OK	OK	OK	17.7	20.7

157	1001	beam	0.3	-1351.000	-13.930	-3.735	40.80	40.80	-3.7	-38.1	-35.5	-5.6	OK	OK	OK	OK	18.7	20.1
156	1001	beam	0.3	-1361.000	15.000	3.845	40.80	40.80	-3.7	-35.7	-38.4	6.0	OK	OK	OK	OK	20.2	18.8
155	1001	beam	0.3	-1372.000	45.060	8.467	40.80	40.80	-3.9	-34.4	-40.3	18.1	OK	OK	OK	OK	21.2	18.1
154	1001	beam	0.3	-1384.000	-29.170	-8.465	40.80	40.80	-4.0	-40.7	-34.7	-11.7	OK	OK	OK	OK	18.3	21.4
153	1001	beam	0.3	-1391.000	-29.100	-5.475	40.80	40.80	-3.9	-39.8	-35.9	-11.7	OK	OK	OK	OK	18.9	20.9
152	1001	beam	0.3	-1399.000	0.571	2.546	40.80	40.80	-3.7	-37.2	-39.0	0.2	OK	OK	OK	OK	20.5	19.6
151	1001	beam	0.3	-1408.000	30.890	5.715	40.80	40.80	-3.9	-36.3	-40.4	12.4	OK	OK	OK	OK	21.2	19.1
150	1001	beam	0.3	-1419.000	24.080	8.182	40.80	40.80	-4.0	-35.7	-41.5	9.6	OK	OK	OK	OK	21.9	18.8
149	1001	beam	0.3	-1427.000	-45.060	-8.182	40.80	40.80	-4.1	-41.7	-36.0	-18.1	OK	OK	OK	OK	18.9	22.0
148	1001	beam	0.3	-1433.000	-14.530	-3.557	40.80	40.80	-3.9	-40.3	-37.8	-5.8	OK	OK	OK	OK	19.9	21.2
147	1001	beam	0.3	-1440.000	16.110	3.719	40.80	40.80	-3.9	-37.9	-40.5	6.5	OK	OK	OK	OK	21.3	19.9
146	1001	beam	0.3	-1449.000	47.660	8.610	40.80	40.80	-4.1	-36.4	-42.5	19.1	OK	OK	OK	OK	22.4	19.2
145	1001	beam	0.3	-1457.000	-29.570	-8.608	40.80	40.80	-4.2	-42.7	-36.6	-11.8	OK	OK	OK	OK	19.3	22.5
144	1001	beam	0.3	-1462.000	-30.450	-5.575	40.80	40.80	-4.0	-41.8	-37.8	-12.2	OK	OK	OK	OK	19.9	22.0
143	1001	beam	0.3	-1468.000	0.691	2.520	40.80	40.80	-3.9	-39.1	-40.9	0.3	OK	OK	OK	OK	21.5	20.6
142	1001	beam	0.3	-1474.000	32.270	5.830	40.80	40.80	-4.1	-38.1	-42.2	12.9	OK	OK	OK	OK	22.2	20.0
141	1001	beam	0.3	-1482.000	26.080	8.504	40.80	40.80	-4.2	-37.3	-43.4	10.4	OK	OK	OK	OK	22.8	19.7
140	1001	beam	0.3	-1487.000	-47.180	-8.504	40.80	40.80	-4.2	-43.5	-37.5	-18.9	OK	OK	OK	OK	19.7	22.9
139	1001	beam	0.3	-1491.000	-15.390	-3.660	40.80	40.80	-4.0	-41.9	-39.3	-6.2	OK	OK	OK	OK	20.7	22.0
138	1001	beam	0.3	-1495.000	16.440	3.768	40.80	40.80	-4.0	-39.4	-42.0	6.6	OK	OK	OK	OK	22.1	20.7
137	1001	beam	0.3	-1501.000	48.920	8.785	40.80	40.80	-4.3	-37.8	-44.0	19.6	OK	OK	OK	OK	23.1	19.9
136	1001	beam	0.3	-1507.000	-29.880	-8.784	40.80	40.80	-4.3	-44.1	-37.9	-12.0	OK	OK	OK	OK	20.0	23.2
135	1001	beam	0.3	-1509.000	-31.840	-5.719	40.80	40.80	-4.2	-43.1	-39.1	-12.8	OK	OK	OK	OK	20.6	22.7
134	1001	beam	0.3	-1512.000	0.341	2.486	40.80	40.80	-4.0	-40.3	-42.0	0.1	OK	OK	OK	OK	22.1	21.2
133	1001	beam	0.3	-1516.000	32.740	5.844	40.80	40.80	-4.2	-39.2	-43.3	13.1	OK	OK	OK	OK	22.8	20.6
132	1001	beam	0.3	-1521.000	27.460	8.659	40.80	40.80	-4.3	-38.4	-44.5	11.0	OK	OK	OK	OK	23.4	20.2
131	1001	beam	0.3	-1523.000	-48.760	-8.659	40.80	40.80	-4.3	-44.5	-38.4	-19.5	OK	OK	OK	OK	20.2	23.4
130	1001	beam	0.3	-1524.000	-16.060	-3.655	40.80	40.80	-4.1	-42.8	-40.2	-6.4	OK	OK	OK	OK	21.2	22.5
129	1001	beam	0.3	-1527.000	16.450	3.695	40.80	40.80	-4.1	-40.3	-42.9	6.6	OK	OK	OK	OK	22.6	21.2
128	1001	beam	0.3	-1530.000	49.520	8.776	40.80	40.80	-4.4	-38.6	-44.8	19.8	OK	OK	OK	OK	23.6	20.3
127	1001	beam	0.3	-1533.000	-29.540	-8.776	40.80	40.80	-4.4	-44.8	-38.6	-11.8	OK	OK	OK	OK	20.3	23.6
126	1001	beam	0.3	-1533.000	-32.600	-5.748	40.80	40.80	-4.2	-43.8	-39.7	-13.1	OK	OK	OK	OK	20.9	23.0
125	1001	beam	0.3	-1533.000	0.150	2.418	40.80	40.80	-4.1	-40.9	-42.6	0.1	OK	OK	OK	OK	22.4	21.5
124	1001	beam	0.3	-1535.000	32.960	5.799	40.80	40.80	-4.2	-39.7	-43.8	13.2	OK	OK	OK	OK	23.1	20.9
123	1001	beam	0.3	-1538.000	28.740	8.746	40.80	40.80	-4.4	-38.8	-45.0	11.5	OK	OK	OK	OK	23.7	20.4
122	1001	beam	0.3	-1537.000	-49.460	-8.746	40.80	40.80	-4.4	-44.9	-38.8	-19.8	OK	OK	OK	OK	20.4	23.6
121	1001	beam	0.3	-1536.000	-16.380	-3.670	40.80	40.80	-4.1	-43.1	-40.5	-6.6	OK	OK	OK	OK	21.3	22.7
120	1001	beam	0.3	-1536.000	16.340	3.666	40.80	40.80	-4.1	-40.5	-43.1	6.5	OK	OK	OK	OK	22.7	21.3
119	1001	beam	0.3	-1537.000	49.410	8.737	40.80	40.80	-4.4	-38.8	-44.9	19.8	OK	OK	OK	OK	23.6	20.4
118	1001	beam	0.3	-1538.000	-28.740	-8.737	40.80	40.80	-4.4	-45.0	-38.8	-11.5	OK	OK	OK	OK	20.4	23.7
117	1001	beam	0.3	-1535.000	-32.960	-5.793	40.80	40.80	-4.2	-43.8	-39.7	-13.2	OK	OK	OK	OK	20.9	23.1
116	1001	beam	0.3	-1533.000	-0.139	-2.411	40.80	40.80	-4.1	-42.6	-40.9	-0.1	OK	OK	OK	OK	21.5	22.4
115	1001	beam	0.3	-1532.000	32.610	5.744	40.80	40.80	-4.2	-39.7	-43.7	13.1	OK	OK	OK	OK	23.0	20.9
114	1001	beam	0.3	-1533.000	29.530	8.774	40.80	40.80	-4.4	-38.6	-44.8	11.8	OK	OK	OK	OK	23.6	20.3

113	1001	beam	0.3	-1530.000	-49.510	-8.775	40.80	40.80	-4.4	-44.8	-38.6	-19.8	OK	OK	OK	OK	20.3	23.6
112	1001	beam	0.3	-1526.000	-16.450	-3.696	40.80	40.80	-4.1	-42.9	-40.2	-6.6	OK	OK	OK	OK	21.2	22.6
111	1001	beam	0.3	-1524.000	16.070	3.656	40.80	40.80	-4.1	-40.2	-42.8	6.4	OK	OK	OK	OK	22.5	21.2
110	1001	beam	0.3	-1522.000	48.750	8.659	40.80	40.80	-4.3	-38.4	-44.5	19.5	OK	OK	OK	OK	23.4	20.2
109	1001	beam	0.3	-1520.000	-27.470	-8.659	40.80	40.80	-4.3	-44.4	-38.3	-11.0	OK	OK	OK	OK	20.2	23.4
108	1001	beam	0.3	-1515.000	-32.740	-5.843	40.80	40.80	-4.2	-43.3	-39.2	-13.1	OK	OK	OK	OK	20.6	22.8
107	1001	beam	0.3	-1511.000	-0.317	-2.484	40.80	40.80	-4.0	-42.0	-40.3	-0.1	OK	OK	OK	OK	21.2	22.1
106	1001	beam	0.3	-1508.000	31.850	5.720	40.80	40.80	-4.2	-39.0	-43.1	12.8	OK	OK	OK	OK	22.7	20.5
105	1001	beam	0.3	-1506.000	29.840	8.779	40.80	40.80	-4.3	-37.9	-44.1	12.0	OK	OK	OK	OK	23.2	19.9
104	1001	beam	0.3	-1500.000	-48.940	-8.779	40.80	40.80	-4.3	-43.9	-37.7	-19.6	OK	OK	OK	OK	19.9	23.1
103	1001	beam	0.3	-1494.000	-16.460	-3.758	40.80	40.80	-4.0	-42.0	-39.3	-6.6	OK	OK	OK	OK	20.7	22.1
102	1001	beam	0.3	-1489.000	15.320	3.641	40.80	40.80	-4.0	-39.3	-41.8	6.1	OK	OK	OK	OK	22.0	20.7
101	1001	beam	0.3	-1486.000	47.160	8.478	40.80	40.80	-4.2	-37.5	-43.5	18.9	OK	OK	OK	OK	22.9	19.7
100	1001	beam	0.3	-1481.000	-26.050	-8.477	40.80	40.80	-4.2	-43.3	-37.3	-10.4	OK	OK	OK	OK	19.6	22.8
99	1001	beam	0.3	-1473.000	-32.240	-5.806	40.80	40.80	-4.1	-42.2	-38.1	-12.9	OK	OK	OK	OK	20.0	22.2
98	1001	beam	0.3	-1466.000	-0.728	-2.500	40.80	40.80	-3.9	-40.8	-39.0	-0.3	OK	OK	OK	OK	20.5	21.5
97	1001	beam	0.3	-1461.000	30.400	5.545	40.80	40.80	-4.0	-37.8	-41.7	12.2	OK	OK	OK	OK	22.0	19.9
96	1001	beam	0.3	-1456.000	29.510	8.574	40.80	40.80	-4.2	-36.6	-42.7	11.8	OK	OK	OK	OK	22.5	19.3
95	1001	beam	0.3	-1447.000	-47.640	-8.575	40.80	40.80	-4.1	-42.4	-36.4	-19.1	OK	OK	OK	OK	19.1	22.3
94	1001	beam	0.3	-1439.000	-16.120	-3.687	40.80	40.80	-3.9	-40.5	-37.9	-6.5	OK	OK	OK	OK	19.9	21.3
93	1001	beam	0.3	-1432.000	14.510	3.523	40.80	40.80	-3.9	-37.7	-40.2	5.8	OK	OK	OK	OK	21.2	19.9
92	1001	beam	0.3	-1425.000	44.990	8.140	40.80	40.80	-4.1	-35.9	-41.7	18.0	OK	OK	OK	OK	21.9	18.9
91	1001	beam	0.3	-1418.000	-24.120	-8.140	40.80	40.80	-4.0	-41.5	-35.7	-9.7	OK	OK	OK	OK	18.8	21.8
90	1001	beam	0.3	-1407.000	-30.910	-5.667	40.80	40.80	-3.9	-40.3	-36.3	-12.4	OK	OK	OK	OK	19.1	21.2
89	1001	beam	0.3	-1398.000	-0.628	-2.497	40.80	40.80	-3.7	-38.9	-37.2	-0.3	OK	OK	OK	OK	19.6	20.5
88	1001	beam	0.3	-1390.000	29.030	5.411	40.80	40.80	-3.8	-35.9	-39.8	11.6	OK	OK	OK	OK	20.9	18.9
87	1001	beam	0.3	-1383.000	29.090	8.394	40.80	40.80	-4.0	-34.7	-40.6	11.7	OK	OK	OK	OK	21.4	18.3
86	1001	beam	0.3	-1371.000	-45.110	-8.394	40.80	40.80	-3.9	-40.3	-34.4	-18.1	OK	OK	OK	OK	18.1	21.2
85	1001	beam	0.3	-1360.000	-15.060	-3.765	40.80	40.80	-3.7	-38.4	-35.7	-6.0	OK	OK	OK	OK	18.8	20.2
84	1001	beam	0.3	-1350.000	13.960	3.654	40.80	40.80	-3.7	-35.5	-38.0	5.6	OK	OK	OK	OK	20.0	18.7
83	1001	beam	0.3	-1341.000	42.490	8.014	40.80	40.80	-3.8	-33.7	-39.3	17.0	OK	OK	OK	OK	20.7	17.7
82	1001	beam	0.3	-1330.000	-21.590	-8.017	40.80	40.80	-3.8	-39.0	-33.4	-8.6	OK	OK	OK	OK	17.6	20.5
81	1001	beam	0.3	-1317.000	-28.840	-5.804	40.80	40.80	-3.7	-37.9	-33.8	-11.6	OK	OK	OK	OK	17.8	19.9
80	1001	beam	0.3	-1305.000	-0.504	-2.844	40.80	40.80	-3.5	-36.5	-34.5	-0.2	OK	OK	OK	OK	18.2	19.2
79	1001	beam	0.3	-1294.000	26.930	5.555	40.80	40.80	-3.6	-33.3	-37.2	10.8	OK	OK	OK	OK	19.6	17.5
78	1001	beam	0.3	-1283.000	27.500	8.376	40.80	40.80	-3.7	-32.0	-37.9	11.0	OK	OK	OK	OK	19.9	16.8
77	1001	beam	0.3	-1268.000	-42.540	-8.377	40.80	40.80	-3.7	-37.5	-31.6	-17.0	OK	OK	OK	OK	16.6	19.7
76	1001	beam	0.3	-1255.000	-14.960	-4.012	40.80	40.80	-3.4	-35.6	-32.8	-6.0	OK	OK	OK	OK	17.2	18.7
75	1001	beam	0.3	-1242.000	11.140	3.619	40.80	40.80	-3.4	-32.5	-35.1	4.5	OK	OK	OK	OK	18.5	17.1
74	1001	beam	0.3	-1230.000	36.540	7.370	40.80	40.80	-3.5	-30.9	-36.1	14.6	OK	OK	OK	OK	19.0	16.3
73	1001	beam	0.3	-1215.000	-22.370	-7.370	40.80	40.80	-3.5	-35.7	-30.5	-9.0	OK	OK	OK	OK	16.0	18.8
72	1001	beam	0.3	-1198.000	-32.120	-5.077	40.80	40.80	-3.3	-34.4	-30.8	-12.9	OK	OK	OK	OK	16.2	18.1
71	1001	beam	0.3	-1183.000	-6.326	-1.545	40.80	40.80	-3.1	-32.8	-31.7	-2.5	OK	OK	OK	OK	16.7	17.2
70	1001	beam	0.3	-1168.000	17.390	2.762	40.80	40.80	-3.2	-30.8	-32.8	7.0	OK	OK	OK	OK	17.2	16.2



69	1001	beam	0.3	-1153.000	-10.650	-2.763	40.80	40.80	-3.1	-32.4	-30.4	-4.3	OK	OK	OK	OK	16.0	17.0
68	1001	beam	0.3	-1133.000	-47.350	-3.615	40.80	40.80	-3.1	-32.1	-29.6	-19.0	OK	OK	OK	OK	15.6	16.9
67	1001	beam	0.3	-1116.000	-26.810	-6.563	40.80	40.80	-3.2	-32.7	-28.1	-10.7	OK	OK	OK	OK	14.8	17.2
66	1001	beam	0.3	-1100.000	-8.671	-7.516	40.80	40.80	-3.2	-32.6	-27.3	-3.5	OK	OK	OK	OK	14.4	17.2
65	1001	beam	0.3	-1085.000	7.702	7.516	40.80	40.80	-3.2	-26.9	-32.2	3.1	OK	OK	OK	OK	16.9	14.1
64	1001	beam	0.3	-1071.000	23.160	6.669	40.80	40.80	-3.1	-26.8	-31.5	9.3	OK	OK	OK	OK	16.6	14.1
63	1001	beam	0.3	-1059.000	38.250	4.122	40.80	40.80	-2.9	-27.4	-30.3	15.3	OK	OK	OK	OK	15.9	14.4
62	1001	beam	0.3	-1043.000	-21.740	-2.304	40.80	40.80	-2.8	-29.2	-27.6	-8.7	OK	OK	OK	OK	14.5	15.4
61	1001	beam	0.3	-1027.000	-27.790	-5.361	40.80	40.80	-2.9	-29.9	-26.1	-11.1	OK	OK	OK	OK	13.7	15.7
60	1001	beam	0.3	-1012.000	-12.920	-6.782	40.80	40.80	-2.9	-29.9	-25.2	-5.2	OK	OK	OK	OK	13.2	15.8
59	1001	beam	0.3	-998.800	0.698	6.782	40.80	40.80	-2.9	-24.8	-29.6	0.3	OK	OK	OK	OK	15.6	13.1
58	1001	beam	0.3	-986.200	13.720	6.705	40.80	40.80	-2.9	-24.5	-29.2	5.5	OK	OK	OK	OK	15.4	12.9
57	1001	beam	0.3	-974.100	26.730	5.197	40.80	40.80	-2.8	-24.7	-28.4	10.7	OK	OK	OK	OK	14.9	13.0
56	1001	beam	0.3	-962.100	32.610	2.258	40.80	40.80	-2.6	-25.4	-27.0	13.1	OK	OK	OK	OK	14.2	13.4
55	1001	beam	0.3	-945.400	-35.670	-2.597	40.80	40.80	-2.6	-26.7	-24.8	-14.3	OK	OK	OK	OK	13.1	14.0
54	1001	beam	0.3	-931.900	-21.500	-4.963	40.80	40.80	-2.6	-27.1	-23.6	-8.6	OK	OK	OK	OK	12.4	14.3
53	1001	beam	0.3	-919.100	-8.478	-5.894	40.80	40.80	-2.6	-27.1	-22.9	-3.4	OK	OK	OK	OK	12.1	14.3
52	1001	beam	0.3	-906.700	3.736	5.895	40.80	40.80	-2.6	-22.6	-26.8	1.5	OK	OK	OK	OK	14.1	11.9
51	1001	beam	0.3	-894.800	15.600	5.485	40.80	40.80	-2.6	-22.4	-26.3	6.3	OK	OK	OK	OK	13.8	11.8
50	1001	beam	0.3	-883.100	27.410	3.770	40.80	40.80	-2.5	-22.7	-25.4	11.0	OK	OK	OK	OK	13.4	12.0
49	1001	beam	0.3	-870.400	7.128	0.756	40.80	40.80	-2.3	-23.4	-24.0	2.9	OK	OK	OK	OK	12.6	12.3
48	1001	beam	0.3	-854.600	-29.380	-3.204	40.80	40.80	-2.4	-24.4	-22.1	-11.8	OK	OK	OK	OK	11.6	12.8
47	1001	beam	0.3	-841.500	-16.810	-5.054	40.80	40.80	-2.4	-24.7	-21.1	-6.7	OK	OK	OK	OK	11.1	13.0
46	1001	beam	0.3	-828.900	-5.175	-5.623	40.80	40.80	-2.4	-24.6	-20.6	-2.1	OK	OK	OK	OK	10.8	12.9
45	1001	beam	0.3	-816.800	5.797	5.623	40.80	40.80	-2.4	-20.3	-24.2	2.3	OK	OK	OK	OK	12.7	10.7
44	1001	beam	0.3	-805.100	16.570	4.986	40.80	40.80	-2.3	-20.2	-23.7	6.6	OK	OK	OK	OK	12.5	10.6
43	1001	beam	0.3	-793.700	27.370	3.163	40.80	40.80	-2.2	-20.5	-22.7	11.0	OK	OK	OK	OK	12.0	10.8
42	1001	beam	0.3	-779.200	-13.610	-1.647	40.80	40.80	-2.1	-21.8	-20.6	-5.5	OK	OK	OK	OK	10.9	11.5
41	1001	beam	0.3	-764.500	-23.340	-4.213	40.80	40.80	-2.2	-22.3	-19.3	-9.4	OK	OK	OK	OK	10.2	11.7
40	1001	beam	0.3	-751.600	-12.080	-5.541	40.80	40.80	-2.2	-22.4	-18.5	-4.8	OK	OK	OK	OK	9.7	11.8
39	1001	beam	0.3	-739.300	-1.587	-5.716	40.80	40.80	-2.2	-22.1	-18.1	-0.6	OK	OK	OK	OK	9.5	11.7
38	1001	beam	0.3	-727.400	8.456	5.716	40.80	40.80	-2.1	-17.8	-21.8	3.4	OK	OK	OK	OK	11.5	9.4
37	1001	beam	0.3	-715.800	18.440	4.786	40.80	40.80	-2.1	-17.8	-21.2	7.4	OK	OK	OK	OK	11.1	9.4
36	1001	beam	0.3	-704.500	27.470	2.757	40.80	40.80	-2.0	-18.2	-20.2	11.0	OK	OK	OK	OK	10.6	9.6
35	1001	beam	0.3	-688.200	-26.750	-2.678	40.80	40.80	-1.9	-19.7	-17.8	-10.7	OK	OK	OK	OK	9.4	10.4
34	1001	beam	0.3	-675.100	-15.370	-4.369	40.80	40.80	-1.9	-19.9	-16.8	-6.2	OK	OK	OK	OK	8.9	10.5
33	1001	beam	0.3	-662.600	-4.798	-4.896	40.80	40.80	-1.9	-19.8	-16.3	-1.9	OK	OK	OK	OK	8.6	10.4
32	1001	beam	0.3	-650.600	5.215	4.896	40.80	40.80	-1.9	-16.0	-19.4	2.1	OK	OK	OK	OK	10.2	8.4
31	1001	beam	0.3	-639.100	14.960	4.323	40.80	40.80	-1.9	-15.9	-18.9	6.0	OK	OK	OK	OK	10.0	8.4
30	1001	beam	0.3	-627.900	24.710	2.678	40.80	40.80	-1.7	-16.1	-18.0	9.9	OK	OK	OK	OK	9.5	8.5
29	1001	beam	0.3	-615.800	15.420	1.735	40.80	40.80	-1.7	-16.2	-17.4	6.2	OK	OK	OK	OK	9.1	8.5
28	1001	beam	0.3	-600.800	-12.930	-1.735	40.80	40.80	-1.6	-17.0	-15.7	-5.2	OK	OK	OK	OK	8.3	8.9
27	1001	beam	0.3	-588.300	-2.193	-0.313	40.80	40.80	-1.5	-16.1	-15.9	-0.9	OK	OK	OK	OK	8.4	8.5
26	1001	beam	0.3	-576.300	7.728	0.921	40.80	40.80	-1.5	-15.4	-16.0	3.1	OK	OK	OK	OK	8.4	8.1

25	1001	beam	0.3	-564.700	16.910	2.781	40.80	40.80	-1.6	-14.4	-16.4	6.8	OK	OK	OK	OK	8.6	7.6
24	1001	beam	0.3	-547.400	6.991	3.418	40.80	40.80	-1.6	-13.7	-16.1	2.8	OK	OK	OK	OK	8.5	7.2
23	1001	beam	0.3	-536.500	9.425	4.277	40.80	40.80	-1.6	-13.1	-16.1	3.8	OK	OK	OK	OK	8.5	6.9
22	1001	beam	0.3	-526.500	7.394	4.951	40.80	40.80	-1.6	-12.6	-16.1	3.0	OK	OK	OK	OK	8.5	6.6
21	1001	beam	0.3	-512.600	-28.270	-4.951	40.80	40.80	-1.6	-15.7	-12.2	-11.3	OK	OK	OK	OK	6.4	8.3
20	1001	beam	0.3	-499.500	-20.960	-2.372	40.80	40.80	-1.4	-14.4	-12.8	-8.4	OK	OK	OK	OK	6.7	7.6
19	1001	beam	0.3	-487.300	-14.790	-0.888	40.80	40.80	-1.3	-13.6	-13.0	-5.9	OK	OK	OK	OK	6.8	7.1
18	1001	beam	0.3	-475.700	-9.557	-1.759	40.80	40.80	-1.3	-13.6	-12.3	-3.8	OK	OK	OK	OK	6.5	7.1
17	1001	beam	0.3	-464.400	-4.855	-2.202	40.80	40.80	-1.3	-13.4	-11.9	-1.9	OK	OK	OK	OK	6.2	7.1
16	1001	beam	0.3	-453.800	-0.477	-2.246	40.80	40.80	-1.3	-13.1	-11.6	-0.2	OK	OK	OK	OK	6.1	6.9
15	1001	beam	0.3	-443.600	3.825	2.247	40.80	40.80	-1.3	-11.3	-12.9	1.5	OK	OK	OK	OK	6.8	5.9
14	1001	beam	0.3	-433.500	4.832	1.899	40.80	40.80	-1.2	-11.1	-12.5	1.9	OK	OK	OK	OK	6.6	5.9
13	1001	beam	0.3	-419.300	-24.880	-3.727	40.80	40.80	-1.3	-12.7	-10.1	-10.0	OK	OK	OK	OK	5.3	6.7
12	1001	beam	0.3	-405.800	-19.590	-5.514	40.80	40.80	-1.3	-13.0	-9.1	-7.8	OK	OK	OK	OK	4.8	6.8
11	1001	beam	0.3	-393.000	-14.800	-6.864	40.80	40.80	-1.3	-13.1	-8.3	-5.9	OK	OK	OK	OK	4.4	6.9
10	1001	beam	0.3	-380.900	-10.220	-7.796	40.80	40.80	-1.3	-13.1	-7.6	-4.1	OK	OK	OK	OK	4.0	6.9
9	1001	beam	0.3	-369.400	-5.535	-8.301	40.80	40.80	-1.3	-13.0	-7.1	-2.2	OK	OK	OK	OK	3.8	6.8
8	1001	beam	0.3	-358.600	-0.418	-8.340	40.80	40.80	-1.3	-12.7	-6.8	-0.2	OK	OK	OK	OK	3.6	6.7
7	1001	beam	0.3	-345.800	-9.053	-9.166	40.80	40.80	-1.3	-12.7	-6.2	-3.6	OK	OK	OK	OK	3.3	6.7
6	1001	beam	0.3	-331.000	-13.150	-10.370	40.80	40.80	-1.3	-12.7	-5.3	-5.3	OK	OK	OK	OK	2.8	6.7
5	1001	beam	0.3	-316.700	-3.107	-10.650	40.80	40.80	-1.3	-12.4	-4.9	-1.2	OK	OK	OK	OK	2.6	6.5
4	1001	beam	0.3	-302.600	9.264	10.650	40.80	40.80	-1.3	-4.5	-12.0	3.7	OK	OK	OK	OK	6.3	2.4
3	1001	beam	0.3	-290.300	24.250	9.807	40.80	40.80	-1.2	-4.4	-11.4	9.7	OK	OK	OK	OK	6.0	2.3
2	1001	beam	0.3	-276.900	38.680	7.595	40.80	40.80	-1.1	-4.9	-10.2	15.5	OK	OK	OK	OK	5.4	2.6
1	1001	beam	0.3	-247.100	44.620	4.068	40.80	40.80	-0.8	-5.3	-8.2	17.9	OK	OK	OK	OK	4.3	2.8

C4 - TIME - LT

INPUT PLAXIS		VERIFICHE SEZIONALI						APERTURA FESSURE								CHECK									
Element	Node	Height	N	V	M	Intradoso	Extradoso	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [kPa]	M fess.	$\sigma_{sr}$ [Mpa]	Ac eff [cm <sup>2</sup> ]	pas. [cm]	Srm [cm]	$\epsilon_{sm}$	Wk [mm]	T	CLS	As	As'	Fessurazione	%estra	%intra
-	-	m	KN	KN	KN-m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>																		
CALOTTA	895	0.97	-171.761	-21.667	8.693	22.62	22.62	-0.2	-1.9	-3.1	-27.5	505.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	0.7
CALOTTA	896	0.98	-168.409	-22.074	7.780	22.62	22.62	-0.2	-1.9	-3.0	-27.8	513.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	0.7
CALOTTA	897	0.98	-163.114	-23.407	6.477	22.62	22.62	-0.2	-1.9	-2.8	-29.4	514.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	0.7
CALOTTA	898	0.98	-158.024	-24.350	5.351	22.62	22.62	-0.2	-1.9	-2.6	-30.6	514.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	0.7
CALOTTA	899	0.99	-153.192	-25.290	4.320	22.62	22.62	-0.2	-1.9	-2.5	-31.7	515.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	0.7
CALOTTA	900	0.99	-148.525	-25.858	3.248	22.62	22.62	-0.2	-1.9	-2.3	-32.3	516.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	0.7
CALOTTA	901	0.98	-142.549	-26.794	2.168	22.62	22.62	-0.1	-1.9	-2.2	-33.8	508.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	0.7
CALOTTA	902	0.97	-136.236	-27.832	0.954	22.62	22.62	-0.1	-1.9	-2.0	-35.3	500.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.7
CALOTTA	903	0.98	-132.672	-27.427	-0.324	22.62	22.62	-0.1	-1.9	-1.9	-34.5	508.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.8
CALOTTA	904	0.98	-126.607	-28.714	-1.551	22.62	22.62	-0.1	-1.9	-1.7	-36.2	503.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.8
CALOTTA	905	0.98	-122.230	-28.779	-2.739	22.62	22.62	-0.1	-1.9	-1.6	-36.2	504.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	0.8
CALOTTA	906	0.97	-115.302	-30.056	-3.695	22.62	22.62	-0.1	-1.9	-1.4	-38.4	489.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	0.8
CALOTTA	907	0.96	-110.651	-29.869	-4.894	22.62	22.62	-0.1	-2.0	-1.3	-38.2	487.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.5	0.8
CALOTTA	908	0.97	-105.931	-29.868	-6.163	22.62	22.62	-0.1	-2.0	-1.1	-38.2	488.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.4	0.8
CALOTTA	909	0.96	-100.196	-30.484	-7.381	22.62	22.62	-0.1	-2.0	-0.9	-39.1	484.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.4	0.8
CALOTTA	910	0.96	-94.312	-30.803	-8.545	22.62	22.62	-0.1	-2.0	-0.8	-39.7	477.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.3	0.8
CALOTTA	911	0.95	-88.628	-31.058	-9.685	22.62	22.62	-0.1	-2.0	-0.6	-40.4	469.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.8
CALOTTA	912	0.95	-83.558	-30.904	-11.095	22.62	22.62	-0.1	-2.0	-0.4	-40.1	470.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.8
CALOTTA	913	0.95	-78.045	-31.431	-12.319	22.62	22.62	-0.1	-2.1	-0.2	-40.9	466.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.1	0.8
CALOTTA	914	0.95	-73.555	-31.040	-13.908	22.62	22.62	-0.2	-2.1	0.0	-40.3	468.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.0	0.8
CALOTTA	915	0.94	-66.850	-31.669	-14.750	22.62	22.62	-0.2	-2.1	0.2	-41.7	454.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.1	0.8
CALOTTA	916	0.93	-60.778	-31.719	-15.976	22.62	22.62	-0.2	-2.2	0.6	-42.0	449.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.9
CALOTTA	917	0.94	-56.406	-31.603	-17.600	22.62	22.62	-0.2	-2.4	1.2	-41.6	452.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.5	0.9
CALOTTA	918	0.94	-50.808	-31.364	-18.944	22.62	22.62	-0.2	-2.5	2.0	-41.4	449.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	1.0
CALOTTA	919	0.93	-45.412	-31.066	-20.103	22.62	22.62	-0.2	-2.7	3.2	-41.3	442.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	1.1
CALOTTA	920	0.92	-40.515	-30.862	-21.206	22.62	22.62	-0.2	-2.9	4.4	-41.2	438.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.7	1.1
CALOTTA	921	0.93	-34.784	-30.378	-22.863	22.62	22.62	-0.3	-3.0	6.1	-40.4	439.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.4	1.2
CALOTTA	922	0.93	-30.310	-30.114	-24.189	22.62	22.62	-0.3	-3.1	7.5	-40.1	438.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.0	1.2
CALOTTA	923	0.92	-24.745	-29.618	-25.022	22.62	22.62	-0.3	-3.2	9.1	-39.8	429.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.6	1.2
CALOTTA	924	0.92	-19.935	-28.850	-26.544	22.62	22.62	-0.3	-3.3	10.9	-38.8	429.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.3	1.3
CALOTTA	925	0.92	-14.313	-28.258	-27.641	22.62	22.62	-0.3	-3.3	12.7	-38.1	426.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.0	1.3
CALOTTA	926	0.91	-10.436	-27.869	-28.818	22.62	22.62	-0.3	-3.3	14.1	-37.6	423.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.5	1.3
CALOTTA	927	0.91	-6.214	-26.816	-29.921	22.62	22.62	-0.3	-3.3	15.7	-36.3	421.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.1	1.3
CALOTTA	928	0.91	-1.117	-25.900	-31.087	22.62	22.62	-0.3	-3.3	17.4	-35.1	418.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.8	1.3
CALOTTA	929	0.91	0.000	-25.062	-32.454	22.62	22.62	-0.4	-3.4	18.4	-34.0	419.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.2	1.3
CALOTTA	930	0.91	0.000	-24.294	-33.715	22.62	22.62	-0.4	-3.6	19.2	-33.0	417.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.5	1.4
CALOTTA	931	0.91	0.000	-23.264	-34.588	22.62	22.62	-0.4	-3.7	19.7	-31.7	415.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.7	1.4
CALOTTA	932	0.91	0.000	-21.860	-35.717	22.62	22.62	-0.4	-3.8	20.3	-29.7	417.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.0	1.5
CALOTTA	933	0.91	0.000	-20.795	-36.345	22.62	22.62	-0.4	-3.9	20.8	-28.4	414.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.1	1.5
CALOTTA	934	0.90	0.000	-19.664	-37.110	22.62	22.62	-0.4	-4.0	21.3	-26.9	411.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.4	1.6
CALOTTA	935	0.90	0.000	-18.520	-37.823	22.62	22.62	-0.4	-4.1	21.8	-25.4	409.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.5	1.6
CALOTTA	936	0.90	0.000	-16.818	-38.715	22.62	22.62	-0.4	-4.1	22.2	-23.0	412.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.7	1.6
CALOTTA	937	0.90	0.000	-15.196	-39.156	22.62	22.62	-0.4	-4.2	22.5	-20.8	410.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.8	1.6
CALOTTA	938	0.90	0.000	-13.944	-40.229	22.62	22.62	-0.5	-4.3	23.2	-19.1	408.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.1	1.7
CALOTTA	939	0.90	0.000	-12.423	-40.202	22.62	22.62	-0.5	-4.4	23.3	-17.1	405.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.1	1.7
CALOTTA	940	0.90	0.000	-10.673	-40.761	22.62	22.62	-0.5	-4.4	23.5	-14.6	409.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.2	1.7
CALOTTA	941	0.90	0.000	-8.471	-41.227	22.62	22.62	-0.5	-4.4	23.7	-11.6	410.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.3	1.7
CALOTTA	942	0.90	0.000	-6.718	-41.579	22.62	22.62	-0.5	-4.5	24.0	-9.2	407.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.4	1.8
CALOTTA	943	0.89	0.000	-4.954	-41.255	22.62	22.62	-0.5	-4.5	23.9	-6.8	404.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.4	1.8
CALOTTA	944	0.90	0.000	-3.180	-41.890	22.62	22.62	-0.5	-4.5	24.2	-4.4	407.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.5	1.8
CALOTTA	945	0.90	0.000	-0.794	-42.196	22.62	22.62	-0.5	-4.5	24.2	-1.1	410.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.5	1.8
CALOTTA	946	0.90	0.000	1.291	-42.361	22.62	22.62	-0.5	-4.6	24.4	1.8	409.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.6	1.8

CALOTTA	947	0.90	0.000	3.146	-42.097	22.62	22.62	-0.5	-4.6	24.4	4.3	405.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.6	1.8
CALOTTA	948	0.90	0.000	5.013	-42.453	22.62	22.62	-0.5	-4.6	24.4	6.9	408.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.6	1.8
CALOTTA	949	0.90	0.000	6.928	-41.998	22.62	22.62	-0.5	-4.5	24.1	9.5	410.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.5	1.8
CALOTTA	950	0.90	0.000	9.723	-42.160	22.62	22.62	-0.5	-4.5	24.1	13.3	412.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.5	1.8
CALOTTA	951	0.90	0.000	11.663	-41.539	22.62	22.62	-0.5	-4.5	23.9	16.0	409.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.4	1.8
CALOTTA	952	0.90	0.000	13.628	-41.136	22.62	22.62	-0.5	-4.4	23.6	18.6	411.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.3	1.7
CALOTTA	953	0.91	0.000	15.743	-40.935	22.62	22.62	-0.5	-4.4	23.4	21.5	414.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.2	1.7
CALOTTA	954	0.91	0.000	18.436	-40.727	22.62	22.62	-0.4	-4.3	23.2	25.0	417.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.1	1.7
CALOTTA	955	0.91	0.000	20.702	-39.720	22.62	22.62	-0.4	-4.2	22.6	28.2	415.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.9	1.7
CALOTTA	956	0.91	0.000	22.782	-39.043	22.62	22.62	-0.4	-4.1	22.2	30.9	417.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.7	1.6
CALOTTA	957	0.91	0.000	24.894	-38.133	22.62	22.62	-0.4	-4.0	21.6	33.7	419.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.5	1.6
CALOTTA	958	0.91	0.000	27.101	-36.906	22.62	22.62	-0.4	-3.9	21.0	36.8	418.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.2	1.5
CALOTTA	959	0.91	0.000	29.811	-35.588	22.62	22.62	-0.4	-3.8	20.2	40.3	420.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.9	1.5
CALOTTA	960	0.91	-1.278	31.791	-34.505	22.62	22.62	-0.4	-3.7	19.2	42.9	422.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.5	1.4
CALOTTA	961	0.92	-5.071	33.543	-33.432	22.62	22.62	-0.4	-3.7	17.8	45.2	424.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.0	1.4
CALOTTA	962	0.92	-11.686	35.637	-32.308	22.62	22.62	-0.4	-3.7	15.8	47.9	427.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.2	1.5
CALOTTA	963	0.92	-17.990	38.200	-30.335	22.62	22.62	-0.3	-3.6	13.4	51.4	428.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.3	1.4
CALOTTA	964	0.93	-25.207	40.132	-29.360	22.62	22.62	-0.3	-3.6	11.3	53.5	437.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.4	1.4
CALOTTA	965	0.93	-30.467	41.677	-27.890	22.62	22.62	-0.3	-3.5	9.5	55.5	439.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.7	1.4
CALOTTA	966	0.92	-37.727	43.536	-25.784	22.62	22.62	-0.3	-3.4	7.1	58.1	437.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	1.3
CALOTTA	967	0.93	-44.656	45.302	-24.218	22.62	22.62	-0.3	-3.2	5.2	60.2	442.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	1.3
CALOTTA	968	0.94	-52.181	47.444	-22.500	22.62	22.62	-0.2	-3.0	3.3	62.6	450.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	1.2
CALOTTA	969	0.94	-59.962	48.736	-20.724	22.62	22.62	-0.2	-2.8	1.8	64.2	453.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	1.1
CALOTTA	970	0.93	-66.103	50.075	-18.450	22.62	22.62	-0.2	-2.5	0.9	66.3	450.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.3	1.0
CALOTTA	971	0.94	-74.874	51.406	-16.598	22.62	22.62	-0.2	-2.4	0.2	67.7	455.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.1	0.9
CALOTTA	972	0.95	-84.550	52.600	-15.085	22.62	22.62	-0.2	-2.4	-0.1	68.3	470.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.1	0.9
CALOTTA	973	0.95	-91.576	54.043	-12.772	22.62	22.62	-0.2	-2.3	-0.4	70.4	469.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	0.9
CALOTTA	974	0.95	-100.009	54.338	-10.833	22.62	22.62	-0.2	-2.3	-0.7	70.5	473.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.3	0.9
CALOTTA	975	0.95	-107.503	55.488	-8.678	22.62	22.62	-0.2	-2.2	-0.9	72.1	473.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.4	0.9
CALOTTA	976	0.96	-116.338	56.404	-6.666	22.62	22.62	-0.2	-2.2	-1.2	72.8	481.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.5	0.9
CALOTTA	977	0.96	-125.636	57.333	-4.479	22.62	22.62	-0.1	-2.2	-1.5	73.5	489.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	0.8
CALOTTA	978	0.97	-134.958	57.034	-2.487	22.62	22.62	-0.1	-2.1	-1.8	72.9	494.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.8
CALOTTA	979	0.96	-142.366	57.410	-0.474	22.62	22.62	-0.1	-2.1	-2.0	73.5	493.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.8
CALOTTA	980	0.97	-150.047	58.309	1.593	22.62	22.62	-0.2	-2.1	-2.3	74.6	495.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	0.8
CALOTTA	981	0.98	-161.525	57.954	3.734	22.62	22.62	-0.2	-2.1	-2.6	73.0	512.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	0.8
CALOTTA	982	0.98	-169.499	58.262	5.811	22.62	22.62	-0.2	-2.0	-2.8	73.5	511.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	0.8
CALOTTA	983	0.98	-180.456	57.063	8.233	22.62	22.62	-0.2	-2.0	-3.2	71.7	517.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	0.8
CALOTTA	984	0.97	-186.501	57.919	10.133	22.62	22.62	-0.2	-2.0	-3.4	73.5	509.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	0.8
CALOTTA	985	0.98	-196.326	57.017	12.257	22.62	22.62	-0.3	-2.0	-3.7	71.9	518.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	0.8
CALOTTA	986	0.99	-206.231	56.342	14.367	22.62	22.62	-0.3	-1.9	-3.9	70.5	527.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.5	0.8
CALOTTA	987	0.99	-215.433	55.361	16.355	22.62	22.62	-0.3	-1.9	-4.2	69.4	527.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.6	0.8
CALOTTA	988	0.98	-224.351	54.130	18.506	22.62	22.62	-0.3	-1.9	-4.5	68.0	527.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.8	0.8
CALOTTA	989	0.98	-233.141	52.909	20.763	22.62	22.62	-0.3	-1.9	-4.8	66.5	527.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.9	0.7
CALOTTA	990	0.98	-241.539	51.217	22.895	22.62	22.62	-0.4	-1.9	-5.1	64.5	527.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	0.7
PIEDRITTO	48	0.97	-248.928	45.626	24.029	22.62	22.62	-0.4	-1.9	-5.3	58.0	519.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	0.7
PIEDRITTO	47	0.97	-260.527	43.690	25.966	22.62	22.62	-0.4	-1.9	-5.6	55.5	522.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.8
PIEDRITTO	46	0.97	-268.313	42.279	27.942	22.62	22.62	-0.4	-1.9	-5.9	53.7	524.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.3	0.7
PIEDRITTO	45	0.96	-275.217	40.980	29.816	22.62	22.62	-0.4	-1.9	-6.2	52.5	517.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.4	0.7
PIEDRITTO	44	0.95	-282.048	39.542	31.414	22.62	22.62	-0.5	-1.8	-6.4	51.2	509.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.5	0.7
PIEDRITTO	43	0.95	-290.859	38.741	32.375	22.62	22.62	-0.5	-1.9	-6.7	50.5	504.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	0.7
PIEDRITTO	42	0.95	-298.193	36.905	34.134	22.62	22.62	-0.5	-1.9	-6.9	48.0	507.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.7	0.7
PIEDRITTO	41	0.95	-307.746	34.835	36.228	22.62	22.62	-0.5	-1.9	-7.2	45.2	510.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	0.7
PIEDRITTO	40	0.94	-315.891	33.757	37.819	22.62	22.62	-0.5	-1.9	-7.5	44.1	506.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.9	0.7
PIEDRITTO	39	0.95	-324.846	31.399	40.851	22.62	22.62	-0.6	-1.8	-7.8	40.9	510.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.7
PIEDRITTO	38	0.94	-328.950	30.255	41.882	22.62	22.62	-0.6	-1.7	-8.0	39.7	505.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.7
PIEDRITTO	37	0.94	-338.218	26.895	43.370	22.62	22.62	-0.6	-1.8	-8.2	35.2	510.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.2	0.7

PIEDRITTO	36	0.95	-346.147	24.055	45.578	22.62	22.62	-0.6	-1.7	-8.5	31.3	515.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.3	0.7
PIEDRITTO	35	0.93	-346.912	23.548	45.430	22.62	22.62	-0.6	-1.7	-8.6	31.1	501.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.4	0.7
PIEDRITTO	34	0.94	-357.733	20.018	48.237	22.62	22.62	-0.6	-1.7	-9.0	26.3	507.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.5	0.7
PIEDRITTO	33	0.94	-363.885	17.609	50.738	22.62	22.62	-0.7	-1.6	-9.2	23.0	514.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.6	0.6
PIEDRITTO	32	0.95	-372.965	14.760	52.414	22.62	22.62	-0.7	-1.6	-9.4	19.2	521.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.7	0.6
PIEDRITTO	31	0.95	-374.526	12.242	52.672	22.62	22.62	-0.7	-1.6	-9.5	16.0	518.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.7	0.6
PIEDRITTO	30	0.95	-382.747	8.254	55.080	22.62	22.62	-0.7	-1.6	-9.7	10.7	525.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	0.6
PIEDRITTO	29	0.95	-383.543	5.893	55.948	22.62	22.62	-0.7	-1.5	-9.8	7.7	522.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	0.6
PIEDRITTO	28	0.95	-390.470	2.813	58.464	22.62	22.62	-0.7	-1.4	-10.0	3.6	530.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.9	0.6
PIEDRITTO	27	0.96	-403.437	-0.760	59.985	22.62	22.62	-0.7	-1.5	-10.2	-1.0	539.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	0.6
PIEDRITTO	26	0.97	-404.343	-3.312	61.751	22.62	22.62	-0.7	-1.4	-10.2	-4.2	547.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	0.6
PIEDRITTO	25	0.98	-406.143	-6.194	63.232	22.62	22.62	-0.7	-1.4	-10.3	-7.8	555.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	0.5
PIEDRITTO	24	0.99	-413.272	-9.980	66.363	22.62	22.62	-0.7	-1.3	-10.5	-12.5	564.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.1	0.5
PIEDRITTO	23	0.97	-412.191	-12.834	64.970	22.62	22.62	-0.8	-1.3	-10.5	-16.3	552.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.1	0.5
PIEDRITTO	22	0.98	-415.950	-15.951	66.246	22.62	22.62	-0.8	-1.3	-10.6	-20.0	562.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.1	0.5
PIEDRITTO	21	0.99	-417.594	-19.270	67.074	22.62	22.62	-0.7	-1.3	-10.5	-24.0	571.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.1	0.5
PIEDRITTO	20	1.01	-427.117	-22.669	70.624	22.62	22.62	-0.8	-1.3	-10.6	-27.7	593.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.2	0.5
PIEDRITTO	19	1.02	-427.974	-25.862	72.295	22.62	22.62	-0.8	-1.2	-10.6	-31.3	603.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.2	0.5
PIEDRITTO	18	1.02	-425.288	-28.838	72.826	22.62	22.62	-0.8	-1.1	-10.6	-34.9	602.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.2	0.4
PIEDRITTO	17	1.03	-429.759	-32.205	74.449	22.62	22.62	-0.8	-1.1	-10.6	-38.6	614.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.2	0.4
PIEDRITTO	16	1.04	-430.695	-35.319	74.622	22.62	22.62	-0.7	-1.1	-10.5	-41.9	625.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.1	0.4
PIEDRITTO	15	1.05	-431.088	-38.347	75.038	22.62	22.62	-0.7	-1.1	-10.4	-45.0	637.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.1	0.4
PIEDRITTO	14	1.05	-430.460	-41.326	74.258	22.62	22.62	-0.7	-1.2	-10.4	-48.5	638.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.1	0.5
PIEDRITTO	13	1.06	-429.043	-44.190	76.136	22.62	22.62	-0.7	-1.1	-10.3	-51.3	649.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	0.4
PIEDRITTO	12	1.08	-433.847	-47.626	78.857	22.62	22.62	-0.7	-1.0	-10.3	-54.2	674.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	0.4
PIEDRITTO	11	1.09	-425.839	-50.917	76.614	22.62	22.62	-0.7	-1.1	-10.0	-57.9	674.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.9	0.4
PIEDRITTO	10	1.10	-425.944	-54.022	76.493	22.62	22.62	-0.7	-1.1	-9.9	-60.7	688.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.9	0.4
PIEDRITTO	9	1.11	-424.903	-57.071	76.642	22.62	22.62	-0.7	-1.1	-9.7	-63.4	701.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	0.4
PIEDRITTO	8	1.12	-423.253	-60.120	77.094	22.62	22.62	-0.7	-1.1	-9.6	-66.1	715.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	0.4
PIEDRITTO	7	1.13	-421.859	-63.483	76.164	22.62	22.62	-0.7	-1.1	-9.5	-69.6	718.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.7	0.4
PIEDRITTO	6	1.15	-420.455	-66.640	76.945	22.62	22.62	-0.7	-1.1	-9.2	-71.6	744.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.6	0.4
PIEDRITTO	5	1.17	-420.941	-68.951	77.669	22.62	22.62	-0.6	-1.1	-9.0	-72.6	771.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.5	0.4
PIEDRITTO	4	1.19	-418.858	-71.803	76.888	22.62	22.62	-0.6	-1.2	-8.8	-74.7	787.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.5	0.5
PIEDRITTO	3	1.19	-410.352	-75.091	74.024	22.62	22.62	-0.6	-1.2	-8.6	-77.9	790.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.4	0.5
PIEDRITTO	2	1.20	-409.507	-78.284	73.975	22.62	22.62	-0.6	-1.2	-8.4	-80.2	807.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.3	0.5
PIEDRITTO	1	1.22	-407.938	-80.966	73.180	22.62	22.62	-0.6	-1.3	-8.2	-82.0	824.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.2	0.5
PIEDRITTO	48	0.97	-176.566	-20.402	9.674	22.62	22.62	-0.2	-1.9	-3.2	-26.0	505.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	0.7
PIEDRITTO	47	0.97	-182.968	-19.324	10.665	22.62	22.62	-0.2	-1.9	-3.4	-24.6	507.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	0.7
PIEDRITTO	46	0.97	-187.844	-18.482	11.737	22.62	22.62	-0.2	-1.9	-3.5	-23.5	509.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	0.7
PIEDRITTO	45	0.96	-191.742	-18.111	12.815	22.62	22.62	-0.3	-1.9	-3.7	-23.2	501.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.5	0.7
PIEDRITTO	44	0.95	-195.757	-17.612	13.791	22.62	22.62	-0.3	-1.9	-3.9	-22.8	493.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.5	0.7
PIEDRITTO	43	0.95	-200.746	-17.623	14.426	22.62	22.62	-0.3	-1.9	-4.0	-23.0	487.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.6	0.7
PIEDRITTO	42	0.95	-205.705	-16.824	15.444	22.62	22.62	-0.3	-1.9	-4.2	-21.9	490.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.6	0.7
PIEDRITTO	41	0.95	-211.891	-15.989	16.718	22.62	22.62	-0.3	-1.9	-4.4	-20.8	493.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.7	0.7
PIEDRITTO	40	0.94	-216.948	-15.949	17.834	22.62	22.62	-0.3	-1.9	-4.5	-20.9	488.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.8	0.7
PIEDRITTO	39	0.95	-223.256	-14.939	19.719	22.62	22.62	-0.3	-1.8	-4.8	-19.5	491.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.9	0.7
PIEDRITTO	38	0.94	-226.363	-14.909	20.528	22.62	22.62	-0.3	-1.8	-4.9	-19.6	487.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.9	0.7
PIEDRITTO	37	0.94	-232.528	-13.402	21.551	22.62	22.62	-0.4	-1.8	-5.1	-17.5	491.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	0.7
PIEDRITTO	36	0.95	-238.187	-12.186	23.017	22.62	22.62	-0.4	-1.8	-5.2	-15.9	495.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.0	0.7
PIEDRITTO	35	0.93	-239.263	-12.707	23.347	22.62	22.62	-0.4	-1.8	-5.4	-16.8	482.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	0.7
PIEDRITTO	34	0.94	-246.913	-11.136	25.288	22.62	22.62	-0.4	-1.8	-5.6	-14.7	487.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	0.7
PIEDRITTO	33	0.94	-252.130	-10.236	27.017	22.62	22.62	-0.4	-1.7	-5.8	-13.4	494.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.3	0.7
PIEDRITTO	32	0.95	-258.642	-9.039	28.237	22.62	22.62	-0.4	-1.7	-5.9	-11.8	500.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.3	0.7
PIEDRITTO	31	0.95	-260.822	-8.164	28.811	22.62	22.62	-0.4	-1.7	-6.0	-10.7	497.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.4	0.7
PIEDRITTO	30	0.95	-267.301	-6.223	30.550	22.62	22.62	-0.4	-1.7	-6.2	-8.1	504.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.4	0.7
PIEDRITTO	29	0.95	-269.207	-5.477	31.528	22.62	22.62	-0.4	-1.6	-6.3	-7.1	501.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.5	0.6

PIEDRITTO	28	0.95	-275.224	-4.270	33.469	22.62	22.62	-0.5	-1.6	-6.5	-5.5	508.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.5	0.6
PIEDRITTO	27	0.96	-284.770	-2.880	34.831	22.62	22.62	-0.5	-1.6	-6.7	-3.7	517.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	0.6
PIEDRITTO	26	0.97	-287.394	-2.057	36.352	22.62	22.62	-0.5	-1.6	-6.7	-2.6	525.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.6	0.6
PIEDRITTO	25	0.98	-290.647	-1.076	37.806	22.62	22.62	-0.5	-1.5	-6.8	-1.4	533.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.7	0.6
PIEDRITTO	24	0.99	-297.163	0.491	40.299	22.62	22.62	-0.5	-1.4	-7.0	0.6	542.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	0.6
PIEDRITTO	23	0.97	-298.144	1.499	40.118	22.62	22.62	-0.5	-1.5	-7.1	1.9	531.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	0.6
PIEDRITTO	22	0.98	-302.824	2.495	41.534	22.62	22.62	-0.5	-1.4	-7.2	3.1	541.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	0.6
PIEDRITTO	21	0.99	-306.212	3.658	42.679	22.62	22.62	-0.5	-1.4	-7.3	4.6	550.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	0.6
PIEDRITTO	20	1.01	-315.254	4.938	45.666	22.62	22.62	-0.5	-1.4	-7.4	6.0	571.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.9	0.5
PIEDRITTO	19	1.02	-318.504	6.050	47.576	22.62	22.62	-0.5	-1.3	-7.5	7.3	582.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.9	0.5
PIEDRITTO	18	1.02	-319.138	7.047	48.849	22.62	22.62	-0.5	-1.2	-7.6	8.5	582.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.0	0.5
PIEDRITTO	17	1.03	-324.946	8.315	50.846	22.62	22.62	-0.5	-1.2	-7.7	10.0	593.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.0	0.5
PIEDRITTO	16	1.04	-328.377	9.360	51.850	22.62	22.62	-0.5	-1.2	-7.7	11.1	605.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.0	0.5
PIEDRITTO	15	1.05	-331.716	10.268	53.145	22.62	22.62	-0.5	-1.2	-7.7	12.1	617.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.0	0.5
PIEDRITTO	14	1.05	-334.164	11.274	53.624	22.62	22.62	-0.5	-1.2	-7.8	13.2	618.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.5
PIEDRITTO	13	1.06	-336.437	12.308	56.181	22.62	22.62	-0.6	-1.1	-7.9	14.3	631.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.4
PIEDRITTO	12	1.08	-343.524	13.027	59.445	22.62	22.62	-0.6	-1.0	-7.9	14.8	655.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.4
PIEDRITTO	11	1.09	-340.723	14.302	59.174	22.62	22.62	-0.6	-1.0	-7.9	16.3	657.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.4
PIEDRITTO	10	1.10	-344.420	15.229	60.457	22.62	22.62	-0.6	-1.0	-7.9	17.1	671.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.4
PIEDRITTO	9	1.11	-347.354	16.127	62.100	22.62	22.62	-0.6	-0.9	-7.9	17.9	685.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.4
PIEDRITTO	8	1.12	-349.902	16.917	64.060	22.62	22.62	-0.6	-0.9	-7.9	18.6	699.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.3
PIEDRITTO	7	1.13	-353.066	18.415	64.951	22.62	22.62	-0.6	-0.9	-8.0	20.2	703.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.3
PIEDRITTO	6	1.15	-355.989	19.100	67.459	22.62	22.62	-0.6	-0.8	-7.9	20.5	730.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.3
PIEDRITTO	5	1.17	-360.467	19.431	70.181	22.62	22.62	-0.6	-0.8	-7.9	20.5	758.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.3
PIEDRITTO	4	1.19	-363.144	20.481	71.753	22.62	22.62	-0.6	-0.8	-7.9	21.3	775.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.3
PIEDRITTO	3	1.19	-360.503	22.068	71.430	22.62	22.62	-0.6	-0.8	-7.8	22.9	779.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.3
PIEDRITTO	2	1.20	-364.583	23.242	73.679	22.62	22.62	-0.6	-0.7	-7.9	23.8	797.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.3
PIEDRITTO	1	1.22	-368.413	24.701	75.534	22.62	22.62	-0.6	-0.7	-7.9	25.0	815.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	0.3
AR	289	1.00	-303.688	68.961	49.857	22.62	22.62	-0.5	-0.9	-7.7	85.3	556.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.0	0.4
AR	290	0.99	-293.934	65.522	40.791	22.62	22.62	-0.5	-1.4	-6.9	81.5	549.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.7	0.5
AR	291	1.00	-292.764	59.034	35.021	22.62	22.62	-0.5	-1.7	-6.5	72.8	558.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.5	0.7
AR	292	1.00	-285.195	56.854	28.584	22.62	22.62	-0.4	-2.1	-5.9	70.3	553.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.3	0.8
AR	293	1.00	-275.344	56.967	21.352	22.62	22.62	-0.4	-2.4	-5.3	70.6	549.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.1	1.0
AR	294	1.00	-273.654	55.254	15.561	22.62	22.62	-0.3	-2.8	-4.9	68.1	554.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.9	1.1
AR	295	1.00	-266.565	51.830	9.627	22.62	22.62	-0.3	-3.1	-4.4	64.1	550.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.7	1.2
AR	296	1.00	-260.890	50.740	3.324	22.62	22.62	-0.3	-3.4	-3.9	62.7	550.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.5	1.3
AR	297	1.00	-254.610	49.539	-1.885	22.62	22.62	-0.2	-3.7	-3.4	61.0	551.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	1.4
AR	298	1.00	-248.919	44.975	-6.548	22.62	22.62	-0.3	-3.9	-3.0	55.4	550.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	1.5
AR	299	0.99	-240.156	44.051	-11.602	22.62	22.62	-0.3	-4.2	-2.6	54.8	539.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	1.6
AR	300	1.00	-237.360	40.803	-15.952	22.62	22.62	-0.3	-4.4	-2.3	50.2	549.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	1.7
AR	301	1.00	-227.890	39.865	-19.409	22.62	22.62	-0.3	-4.5	-1.9	49.4	541.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	1.8
AR	302	1.00	-222.827	37.342	-23.336	22.62	22.62	-0.3	-4.7	-1.6	46.3	539.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	1.9
AR	303	1.00	-218.909	33.286	-26.604	22.62	22.62	-0.3	-4.9	-1.3	41.1	541.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.5	1.9
AR	304	1.00	-211.597	30.813	-29.744	22.62	22.62	-0.4	-5.0	-1.0	38.0	541.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.4	2.0
AR	305	1.00	-208.982	28.887	-32.783	22.62	22.62	-0.4	-5.1	-0.7	35.6	542.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.3	2.0
AR	306	1.00	-202.573	26.701	-35.602	22.62	22.62	-0.4	-5.2	-0.4	32.8	543.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	2.0
AR	307	1.00	-198.442	24.376	-37.020	22.62	22.62	-0.4	-5.3	0.3	30.1	536.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.1	2.1
AR	308	1.00	-195.133	22.445	-40.201	22.62	22.62	-0.4	-5.5	0.0	27.6	540.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.0	2.1
AR	309	1.00	-190.106	20.175	-41.727	22.62	22.62	-0.4	-5.5	0.3	24.9	535.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.1	2.2
AR	310	1.00	-186.308	19.827	-44.200	22.62	22.62	-0.4	-5.7	0.6	24.4	540.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	2.2
AR	311	0.99	-180.257	17.497	-44.683	22.62	22.62	-0.4	-5.7	0.9	21.8	527.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.3	2.3
AR	312	1.00	-176.344	15.517	-47.287	22.62	22.62	-0.4	-5.9	1.3	19.1	534.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.5	2.3
AR	313	1.00	-174.680	13.290	-48.759	22.62	22.62	-0.4	-6.0	1.6	16.4	534.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	2.4
AR	314	1.00	-170.703	11.072	-50.538	22.62	22.62	-0.5	-6.2	2.1	13.7	533.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	2.4
AR	315	0.99	-170.022	8.790	-50.201	22.62	22.62	-0.5	-6.2	2.2	10.9	525.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	2.4
AR	316	1.00	-170.772	6.115	-53.278	22.62	22.62	-0.5	-6.4	2.6	7.5	537.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	2.5

AR	317	1.00	-168.658	4.958	-53.847	22.62	22.62	-0.5	-6.5	2.9	6.1	531.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	2.6
AR	318	1.00	-169.215	1.883	-54.600	22.62	22.62	-0.5	-6.6	3.0	2.3	535.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	2.6
AR	319	1.00	-167.967	-1.288	-54.419	22.62	22.62	-0.5	-6.6	3.1	-1.6	531.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	2.6
AR	320	1.00	-165.813	-4.940	-56.243	22.62	22.62	-0.5	-6.7	3.6	-6.1	536.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	2.6
AR	321	1.00	-169.918	-8.774	-54.977	22.62	22.62	-0.5	-6.6	3.1	-10.8	534.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	2.6
AR	322	1.00	-166.805	-12.686	-55.042	22.62	22.62	-0.5	-6.6	3.3	-15.7	532.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	2.6
AR	323	1.00	-171.152	-17.084	-53.989	22.62	22.62	-0.5	-6.5	2.8	-21.1	532.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	2.6
AR	324	1.00	-171.824	-22.957	-52.037	22.62	22.62	-0.5	-6.4	2.4	-28.4	529.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	2.5
AR	325	1.00	-173.749	-27.715	-50.508	22.62	22.62	-0.5	-6.2	2.0	-34.3	531.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	2.4
AR	326	1.00	-180.811	-31.462	-49.340	22.62	22.62	-0.4	-6.1	1.5	-38.7	538.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	2.4
AR	327	0.99	-180.975	-37.003	-44.939	22.62	22.62	-0.4	-5.8	0.9	-46.0	528.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.3	2.3
AR	328	1.00	-187.947	-40.818	-42.963	22.62	22.62	-0.4	-5.6	0.4	-50.3	538.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	2.2
AR	329	1.00	-190.175	-47.120	-39.026	22.62	22.62	-0.4	-5.3	0.0	-58.0	539.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.0	2.1
AR	330	1.00	-196.227	-50.946	-33.995	22.62	22.62	-0.4	-5.1	-0.5	-62.9	538.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.2	2.0
AR	331	1.00	-203.726	-54.281	-29.062	22.62	22.62	-0.3	-4.8	-0.9	-67.1	538.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.4	1.9
AR	332	1.00	-206.793	-58.876	-24.034	22.62	22.62	-0.3	-4.5	-1.3	-72.6	541.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.5	1.8
AR	333	1.00	-213.761	-62.824	-17.514	22.62	22.62	-0.3	-4.2	-1.8	-77.9	537.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	1.6
AR	334	1.00	-222.519	-67.988	-11.890	22.62	22.62	-0.3	-3.9	-2.3	-84.1	541.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	1.5
AR	335	1.00	-230.753	-74.420	-5.093	22.62	22.62	-0.2	-3.6	-2.9	-91.8	546.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	1.4
AR	336	0.99	-233.285	-83.634	3.695	22.62	22.62	-0.2	-3.0	-3.6	-104.0	537.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	1.2

**CENTINE 1 HE 200 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 0.5 GIORNI**

INPUT PROGRAM							Intradosso		Estradosso		VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	σc	σs,inf	σs,sup	τ	T	CLS	As	As'	%estra	%intra		
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[MPa]								
230	1002	beam	0.3	-79.160	24.170	4.465	30.00	30.00	-0.3	-2.4	-11.4	12.9	OK	OK	OK	OK	6.0	1.3		
229	1002	beam	0.3	-218.900	-17.110	-4.465	30.00	30.00	-0.4775	-23.7	-14.7	-9.1	OK	OK	OK	OK	7.7	12.5		
228	1002	beam	0.3	-330.100	-9.581	-1.307	30.00	30.00	-0.5603	-30.2	-27.6	-5.1	OK	OK	OK	OK	14.5	15.9		
227	1002	beam	0.3	-415.100	-22.250	-4.570	30.00	30.00	-0.7907	-41.0	-31.8	-11.9	OK	OK	OK	OK	16.7	21.6		
226	1002	beam	0.3	-481.500	-22.010	-8.634	30.00	30.00	-1.0153	-50.9	-33.5	-11.8	OK	OK	OK	OK	17.6	26.8		
225	1002	beam	0.3	-534.500	-1.813	-8.968	30.00	30.00	-1.1089	-55.9	-37.8	-1.0	OK	OK	OK	OK	19.9	29.4		
224	1002	beam	0.3	-577.400	-7.603	-10.370	30.00	30.00	-1.2180	-61.0	-40.2	-4.1	OK	OK	OK	OK	21.1	32.1		
223	1002	beam	0.3	-612.000	-17.400	-13.590	30.00	30.00	-1.3675	-67.3	-40.0	-9.3	OK	OK	OK	OK	21.0	35.4		
222	1002	beam	0.3	-640.900	-0.578	-13.690	30.00	30.00	-1.4161	-69.9	-42.4	-0.3	OK	OK	OK	OK	22.3	36.8		
221	1002	beam	0.3	-665.500	19.660	13.690	30.00	30.00	-1.4550	-44.5	-72.1	10.5	OK	OK	OK	OK	37.9	23.4		
220	1002	beam	0.3	-687.100	-0.479	-10.150	30.00	30.00	-1.3849	-70.4	-50.0	-0.3	OK	OK	OK	OK	26.3	37.1		
219	1002	beam	0.3	-704.400	-12.880	-12.530	30.00	30.00	-1.4823	-74.3	-49.1	-6.9	OK	OK	OK	OK	25.9	39.1		
218	1002	beam	0.3	-720.500	6.779	12.530	30.00	30.00	-1.5078	-50.5	-75.7	3.6	OK	OK	OK	OK	39.9	26.6		
217	1002	beam	0.3	-735.100	31.470	11.060	30.00	30.00	-1.4876	-53.3	-75.5	16.8	OK	OK	OK	OK	39.8	28.0		
216	1002	beam	0.3	-748.200	-15.940	-7.700	30.00	30.00	-1.4094	-73.3	-57.8	-8.5	OK	OK	OK	OK	30.4	38.6		
215	1002	beam	0.3	-758.900	4.303	7.700	30.00	30.00	-1.4263	-58.8	-74.2	2.3	OK	OK	OK	OK	39.1	30.9		
214	1002	beam	0.3	-768.900	26.840	6.769	30.00	30.00	-1.4147	-60.6	-74.2	14.3	OK	OK	OK	OK	39.0	31.9		
213	1002	beam	0.3	-779.500	4.520	0.957	30.00	30.00	-1.2604	-67.3	-69.3	2.4	OK	OK	OK	OK	36.5	35.4		
212	1002	beam	0.3	-789.000	-4.258	-0.900	30.00	30.00	-1.2737	-70.0	-68.2	-2.3	OK	OK	OK	OK	35.9	36.9		
211	1002	beam	0.3	-797.900	15.280	2.409	30.00	30.00	-1.3322	-67.5	-72.3	8.2	OK	OK	OK	OK	38.1	35.5		
210	1002	beam	0.3	-807.000	16.890	6.065	30.00	30.00	-1.4542	-64.6	-76.8	9.0	OK	OK	OK	OK	40.4	34.0		
209	1002	beam	0.3	-815.000	-23.190	-6.066	30.00	30.00	-1.4669	-77.5	-65.3	-12.4	OK	OK	OK	OK	34.4	40.8		
208	1002	beam	0.3	-822.500	-4.050	-1.045	30.00	30.00	-1.3309	-73.1	-71.0	-2.2	OK	OK	OK	OK	37.4	38.5		
207	1002	beam	0.3	-829.500	18.640	4.206	30.00	30.00	-1.4351	-68.5	-76.9	10.0	OK	OK	OK	OK	40.5	36.0		
206	1002	beam	0.3	-835.500	-26.090	-4.207	30.00	30.00	-1.4446	-77.4	-69.0	-13.9	OK	OK	OK	OK	36.3	40.8		
205	1002	beam	0.3	-840.500	-11.210	-3.868	30.00	30.00	-1.4425	-77.5	-69.8	-6.0	OK	OK	OK	OK	36.7	40.8		
204	1002	beam	0.3	-844.000	14.320	3.868	30.00	30.00	-1.4480	-70.1	-77.9	7.6	OK	OK	OK	OK	41.0	36.9		
203	1002	beam	0.3	-845.400	-0.537	-0.884	30.00	30.00	-1.3624	-75.0	-73.2	-0.3	OK	OK	OK	OK	38.5	39.5		
202	1002	beam	0.3	-843.200	-15.920	-4.331	30.00	30.00	-1.4604	-78.2	-69.5	-8.5	OK	OK	OK	OK	36.6	41.2		
201	1002	beam	0.3	-838.300	8.016	4.331	30.00	30.00	-1.4526	-69.1	-77.8	4.3	OK	OK	OK	OK	41.0	36.4		
200	1002	beam	0.3	-831.100	20.390	2.595	30.00	30.00	-1.3902	-70.2	-75.4	10.9	OK	OK	OK	OK	39.7	37.0		
199	1002	beam	0.3	-821.600	-23.680	-3.309	30.00	30.00	-1.3962	-75.3	-68.7	-12.6	OK	OK	OK	OK	36.1	39.6		
198	1002	beam	0.3	-811.300	3.276	3.309	30.00	30.00	-1.3799	-67.8	-74.4	1.8	OK	OK	OK	OK	39.2	35.7		
197	1002	beam	0.3	-800.200	28.800	3.639	30.00	30.00	-1.3721	-66.5	-73.8	15.4	OK	OK	OK	OK	38.8	35.0		
196	1002	beam	0.3	-790.200	-1.617	-3.640	30.00	30.00	-1.3563	-72.9	-65.6	-0.9	OK	OK	OK	OK	34.5	38.4		
195	1002	beam	0.3	-779.800	10.960	5.664	30.00	30.00	-1.3994	-62.6	-74.0	5.9	OK	OK	OK	OK	39.0	33.0		
194	1002	beam	0.3	-769.600	-6.851	-5.665	30.00	30.00	-1.3833	-73.1	-61.7	-3.7	OK	OK	OK	OK	32.5	38.5		
193	1002	beam	0.3	-761.200	-1.543	-4.289	30.00	30.00	-1.3295	-71.0	-62.4	-0.8	OK	OK	OK	OK	32.8	37.4		
192	1002	beam	0.3	-753.400	0.984	4.176	30.00	30.00	-1.3139	-61.8	-70.2	0.5	OK	OK	OK	OK	37.0	32.5		



191	1002	beam	0.3	-745.700	-12.420	-4.176	30.00	30.00	-1.3017	-69.5	-61.1	-6.6	OK	OK	OK	OK	32.2	36.6
190	1002	beam	0.3	-738.700	9.332	3.555	30.00	30.00	-1.2724	-61.2	-68.3	5.0	OK	OK	OK	OK	36.0	32.2
189	1002	beam	0.3	-731.600	-20.760	-3.555	30.00	30.00	-1.2611	-67.7	-60.5	-11.1	OK	OK	OK	OK	31.9	35.6
188	1002	beam	0.3	-725.600	12.630	1.921	30.00	30.00	-1.2036	-61.6	-65.5	6.7	OK	OK	OK	OK	34.5	32.4
187	1002	beam	0.3	-719.800	-17.020	-1.921	30.00	30.00	-1.1944	-65.0	-61.1	-9.1	OK	OK	OK	OK	32.2	34.2
186	1002	beam	0.3	-714.500	9.226	1.499	30.00	30.00	-1.1736	-61.1	-64.1	4.9	OK	OK	OK	OK	33.7	32.2
185	1002	beam	0.3	-709.500	-2.267	-0.356	30.00	30.00	-1.1320	-62.5	-61.8	-1.2	OK	OK	OK	OK	32.5	32.9
184	1002	beam	0.3	-704.000	3.900	0.684	30.00	30.00	-1.1330	-61.0	-62.4	2.1	OK	OK	OK	OK	32.8	32.1
183	1002	beam	0.3	-698.200	6.625	2.015	30.00	30.00	-1.1630	-59.2	-63.2	3.5	OK	OK	OK	OK	33.3	31.1
182	1002	beam	0.3	-692.100	-6.674	-2.014	30.00	30.00	-1.1533	-62.7	-58.6	-3.6	OK	OK	OK	OK	30.9	33.0
181	1002	beam	0.3	-686.300	13.360	3.357	30.00	30.00	-1.1837	-56.8	-63.5	7.1	OK	OK	OK	OK	33.4	29.9
180	1002	beam	0.3	-681.200	-15.250	-3.356	30.00	30.00	-1.1756	-63.1	-56.3	-8.1	OK	OK	OK	OK	29.6	33.2
179	1002	beam	0.3	-676.900	13.760	3.056	30.00	30.00	-1.1600	-56.2	-62.4	7.4	OK	OK	OK	OK	32.8	29.6
178	1002	beam	0.3	-673.200	-15.990	-3.055	30.00	30.00	-1.1541	-62.1	-55.9	-8.5	OK	OK	OK	OK	29.4	32.7
177	1002	beam	0.3	-670.100	4.441	0.734	30.00	30.00	-1.0809	-58.0	-59.5	2.4	OK	OK	OK	OK	31.3	30.5
176	1002	beam	0.3	-667.600	-7.944	-0.862	30.00	30.00	-1.0807	-59.4	-57.6	-4.2	OK	OK	OK	OK	30.3	31.2
175	1002	beam	0.3	-665.200	-3.286	-1.524	30.00	30.00	-1.0964	-59.8	-56.8	-1.8	OK	OK	OK	OK	29.9	31.5
174	1002	beam	0.3	-662.700	1.214	1.525	30.00	30.00	-1.0925	-56.5	-59.6	0.6	OK	OK	OK	OK	31.4	29.8
173	1002	beam	0.3	-659.000	-9.297	-3.154	30.00	30.00	-1.1346	-60.9	-54.6	-5.0	OK	OK	OK	OK	28.7	32.1
172	1002	beam	0.3	-654.300	12.550	3.155	30.00	30.00	-1.1272	-54.2	-60.5	6.7	OK	OK	OK	OK	31.8	28.5
171	1002	beam	0.3	-647.800	-12.370	-3.123	30.00	30.00	-1.1160	-59.9	-53.6	-6.6	OK	OK	OK	OK	28.2	31.5
170	1002	beam	0.3	-639.500	17.590	3.124	30.00	30.00	-1.1029	-52.9	-59.2	9.4	OK	OK	OK	OK	31.1	27.8
169	1002	beam	0.3	-629.700	-8.064	-1.208	30.00	30.00	-1.0310	-56.4	-54.0	-4.3	OK	OK	OK	OK	28.4	29.7
168	1002	beam	0.3	-617.800	10.580	1.208	30.00	30.00	-1.0122	-52.9	-55.4	5.7	OK	OK	OK	OK	29.1	27.9
167	1002	beam	0.3	-604.600	-2.004	-0.920	30.00	30.00	-0.9828	-53.9	-52.1	-1.1	OK	OK	OK	OK	27.4	28.4
166	1002	beam	0.3	-590.100	1.002	0.719	30.00	30.00	-0.9540	-51.0	-52.4	0.5	OK	OK	OK	OK	27.6	26.8
165	1002	beam	0.3	-575.100	4.783	1.678	30.00	30.00	-0.9585	-48.7	-52.1	2.6	OK	OK	OK	OK	27.4	25.6
164	1002	beam	0.3	-560.100	-6.046	-1.677	30.00	30.00	-0.9348	-50.8	-47.4	-3.2	OK	OK	OK	OK	24.9	26.7
163	1002	beam	0.3	-545.800	10.190	2.510	30.00	30.00	-0.9367	-45.3	-50.4	5.4	OK	OK	OK	OK	26.5	23.8
162	1002	beam	0.3	-532.300	-13.040	-2.509	30.00	30.00	-0.9153	-49.2	-44.1	-7.0	OK	OK	OK	OK	23.2	25.9
161	1002	beam	0.3	-520.800	11.160	2.133	30.00	30.00	-0.8861	-43.5	-47.8	6.0	OK	OK	OK	OK	25.1	22.9
160	1002	beam	0.3	-511.200	-10.090	-2.133	30.00	30.00	-0.8709	-46.9	-42.6	-5.4	OK	OK	OK	OK	22.4	24.7
159	1002	beam	0.3	-504.100	4.746	1.056	30.00	30.00	-0.8280	-43.1	-45.2	2.5	OK	OK	OK	OK	23.8	22.7
158	1002	beam	0.3	-499.000	-5.068	-1.055	30.00	30.00	-0.8199	-44.8	-42.7	-2.7	OK	OK	OK	OK	22.5	23.6
157	1002	beam	0.3	-496.200	-1.959	-0.359	30.00	30.00	-0.7949	-43.8	-43.1	-1.0	OK	OK	OK	OK	22.7	23.1
156	1002	beam	0.3	-496.400	3.165	0.359	30.00	30.00	-0.7953	-43.1	-43.9	1.7	OK	OK	OK	OK	23.1	22.7
155	1002	beam	0.3	-499.800	-4.404	-0.610	30.00	30.00	-0.8080	-44.4	-43.2	-2.4	OK	OK	OK	OK	22.7	23.4
154	1002	beam	0.3	-507.100	14.100	2.223	30.00	30.00	-0.8670	-42.2	-46.7	7.5	OK	OK	OK	OK	24.6	22.2
153	1002	beam	0.3	-518.900	-7.041	-2.223	30.00	30.00	-0.8857	-47.7	-43.2	-3.8	OK	OK	OK	OK	22.8	25.1
152	1002	beam	0.3	-535.000	16.310	4.087	30.00	30.00	-0.9660	-42.8	-51.0	8.7	OK	OK	OK	OK	26.8	22.5
151	1002	beam	0.3	-556.900	-6.672	-4.089	30.00	30.00	-1.0007	-52.9	-44.7	-3.6	OK	OK	OK	OK	23.5	27.8
150	1002	beam	0.3	-583.500	8.335	4.429	30.00	30.00	-1.0528	-46.7	-55.6	4.5	OK	OK	OK	OK	29.3	24.6
149	1002	beam	0.3	-614.900	0.159	4.461	30.00	30.00	-1.1033	-49.4	-58.4	0.1	OK	OK	OK	OK	30.7	26.0
148	1002	beam	0.3	-648.700	6.706	5.812	30.00	30.00	-1.1965	-51.0	-62.7	3.6	OK	OK	OK	OK	33.0	26.8

147	1002	beam	0.3	-683.500	14.880	8.807	30.00	30.00	-1.3397	-51.0	-68.8	7.9	OK	OK	OK	OK	36.2	26.9
146	1002	beam	0.3	-722.800	-5.095	-8.808	30.00	30.00	-1.4019	-72.2	-54.5	-2.7	OK	OK	OK	OK	28.7	38.0
145	1002	beam	0.3	-755.500	0.193	7.749	30.00	30.00	-1.4224	-58.4	-74.0	0.1	OK	OK	OK	OK	38.9	30.7
144	1002	beam	0.3	-784.200	-31.940	-7.749	30.00	30.00	-1.4677	-76.5	-60.9	-17.1	OK	OK	OK	OK	32.1	40.3
143	1002	beam	0.3	-810.800	-7.431	-0.834	30.00	30.00	-1.3062	-71.9	-70.2	-4.0	OK	OK	OK	OK	37.0	37.8
142	1002	beam	0.3	-834.500	21.460	3.872	30.00	30.00	-1.4331	-69.2	-77.0	11.5	OK	OK	OK	OK	40.5	36.4
141	1002	beam	0.3	-855.000	-22.750	-3.874	30.00	30.00	-1.4656	-78.8	-71.0	-12.2	OK	OK	OK	OK	37.4	41.5
140	1002	beam	0.3	-871.200	-10.360	-3.288	30.00	30.00	-1.4740	-79.7	-73.0	-5.5	OK	OK	OK	OK	38.4	41.9
139	1002	beam	0.3	-883.300	14.430	3.286	30.00	30.00	-1.4930	-74.1	-80.7	7.7	OK	OK	OK	OK	42.5	39.0
138	1002	beam	0.3	-891.300	-3.178	-0.846	30.00	30.00	-1.4338	-79.0	-77.3	-1.7	OK	OK	OK	OK	40.7	41.6
137	1002	beam	0.3	-893.700	-21.760	-5.559	30.00	30.00	-1.5764	-83.9	-72.7	-11.6	OK	OK	OK	OK	38.3	44.2
136	1002	beam	0.3	-892.600	3.525	5.554	30.00	30.00	-1.5745	-72.6	-83.8	1.9	OK	OK	OK	OK	44.1	38.2
135	1002	beam	0.3	-888.200	19.770	4.789	30.00	30.00	-1.5450	-73.0	-82.7	10.6	OK	OK	OK	OK	43.5	38.4
134	1002	beam	0.3	-880.100	-25.690	-6.071	30.00	30.00	-1.5699	-83.2	-71.0	-13.7	OK	OK	OK	OK	37.4	43.8
133	1002	beam	0.3	-870.100	0.526	6.069	30.00	30.00	-1.5541	-70.1	-82.4	0.3	OK	OK	OK	OK	43.3	36.9
132	1002	beam	0.3	-859.800	26.670	5.956	30.00	30.00	-1.5345	-69.3	-81.3	14.2	OK	OK	OK	OK	42.8	36.5
131	1002	beam	0.3	-850.000	-9.203	-2.170	30.00	30.00	-1.4075	-76.7	-72.3	-4.9	OK	OK	OK	OK	38.1	40.4
130	1002	beam	0.3	-840.200	-4.839	-3.215	30.00	30.00	-1.4228	-76.9	-70.4	-2.6	OK	OK	OK	OK	37.0	40.5
129	1002	beam	0.3	-832.300	15.200	3.217	30.00	30.00	-1.4104	-69.7	-76.2	8.1	OK	OK	OK	OK	40.1	36.7
128	1002	beam	0.3	-825.700	4.486	1.044	30.00	30.00	-1.3360	-71.3	-73.4	2.4	OK	OK	OK	OK	38.6	37.5
127	1002	beam	0.3	-818.400	-21.780	-3.669	30.00	30.00	-1.4017	-75.4	-68.0	-11.6	OK	OK	OK	OK	35.8	39.7
126	1002	beam	0.3	-812.000	-1.159	-3.921	30.00	30.00	-1.3990	-75.1	-67.2	-0.6	OK	OK	OK	OK	35.4	39.5
125	1002	beam	0.3	-805.900	17.370	3.922	30.00	30.00	-1.3894	-66.7	-74.6	9.3	OK	OK	OK	OK	39.2	35.1
124	1002	beam	0.3	-798.800	-35.650	-7.880	30.00	30.00	-1.4947	-77.9	-62.1	-19.0	OK	OK	OK	OK	32.7	41.0
123	1002	beam	0.3	-792.400	-14.080	-10.930	30.00	30.00	-1.5743	-80.4	-58.4	-7.5	OK	OK	OK	OK	30.8	42.3
122	1002	beam	0.3	-786.100	5.662	10.930	30.00	30.00	-1.5644	-57.9	-79.9	3.0	OK	OK	OK	OK	42.0	30.5
121	1002	beam	0.3	-779.000	-7.466	-11.260	30.00	30.00	-1.5629	-79.6	-56.9	-4.0	OK	OK	OK	OK	30.0	41.9
120	1002	beam	0.3	-769.000	-32.020	-17.170	30.00	30.00	-1.7210	-84.7	-50.1	-17.1	OK	OK	OK	OK	26.4	44.6
119	1002	beam	0.3	-758.000	-12.940	-19.560	30.00	30.00	-1.7740	-86.1	-46.7	-6.9	OK	OK	OK	OK	24.6	45.3
118	1002	beam	0.3	-744.700	8.433	19.560	30.00	30.00	-1.7530	-45.6	-84.9	4.5	OK	OK	OK	OK	44.7	24.0
117	1002	beam	0.3	-726.800	1.714	18.010	30.00	30.00	-1.6790	-45.6	-81.8	0.9	OK	OK	OK	OK	43.1	24.0
116	1002	beam	0.3	-700.000	-4.543	-18.520	30.00	30.00	-1.6517	-80.0	-42.7	-2.4	OK	OK	OK	OK	22.5	42.1
115	1002	beam	0.3	-660.300	23.750	18.520	30.00	30.00	-1.5889	-39.2	-76.5	12.7	OK	OK	OK	OK	40.3	20.6
114	1002	beam	0.3	-599.400	34.760	14.130	30.00	30.00	-1.3634	-38.3	-66.7	18.6	OK	OK	OK	OK	35.1	20.2
113	1002	beam	0.3	-502.600	18.310	7.716	30.00	30.00	-1.0216	-36.3	-51.8	9.8	OK	OK	OK	OK	27.3	19.1
112	1002	beam	0.3	-349.800	28.030	4.333	30.00	30.00	-0.6805	-26.3	-35.0	15.0	OK	OK	OK	OK	18.4	13.8
111	1002	beam	0.3	-130.100	-4.572	-0.846	30.00	30.00	-0.2306	-12.3	-10.5	-2.4	OK	OK	OK	OK	5.6	6.4

## CENTINE 1 HE 200 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 3 GIORNI

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
230	1002	beam	0.3	-195.900	14.390	2.655	30.00	30.00	-0.6	-6.2	-8.6	7.7	OK	OK	OK	OK	4.5	3.3
229	1002	beam	0.3	-545.100	-65.710	-9.483	30.00	30.00	-1.9	-24.9	-16.3	-35.1	OK	OK	OK	OK	8.6	13.1
228	1002	beam	0.3	-816.000	-32.030	-15.400	30.00	30.00	-2.9	-37.8	-23.9	-17.1	OK	OK	OK	OK	12.6	19.9
227	1002	beam	0.3	-1014.000	-56.750	-25.880	30.00	30.00	-3.9	-50.0	-26.6	-30.3	OK	OK	OK	OK	14.0	26.3
226	1002	beam	0.3	-1160.000	-48.370	-34.820	30.00	30.00	-4.7	-59.6	-28.1	-25.8	OK	OK	OK	OK	14.8	31.3
225	1002	beam	0.3	-1271.000	-0.075	-34.830	30.00	30.00	-5.0	-63.8	-32.3	0.0	OK	OK	OK	OK	17.0	33.6
224	1002	beam	0.3	-1359.000	-13.950	-37.410	30.00	30.00	-5.4	-68.2	-34.5	-7.5	OK	OK	OK	OK	18.1	35.9
223	1002	beam	0.3	-1430.000	-33.510	-43.600	30.00	30.00	-5.9	-73.7	-34.3	-17.9	OK	OK	OK	OK	18.1	38.8
222	1002	beam	0.3	-1489.000	6.071	43.600	30.00	30.00	-6.0	-36.6	-75.9	3.2	OK	OK	OK	OK	40.0	19.2
221	1002	beam	0.3	-1541.000	52.470	42.480	30.00	30.00	-6.1	-39.0	-77.4	28.0	OK	OK	OK	OK	40.7	20.5
220	1002	beam	0.3	-1590.000	9.206	32.790	30.00	30.00	-5.7	-45.3	-74.9	4.9	OK	OK	OK	OK	39.4	23.8
219	1002	beam	0.3	-1631.000	-18.390	-34.490	30.00	30.00	-5.9	-77.2	-46.0	-9.8	OK	OK	OK	OK	24.2	40.6
218	1002	beam	0.3	-1672.000	24.270	34.490	30.00	30.00	-6.0	-47.6	-78.7	13.0	OK	OK	OK	OK	41.4	25.1
217	1002	beam	0.3	-1712.000	77.970	29.240	30.00	30.00	-5.9	-51.5	-77.9	41.7	OK	OK	OK	OK	41.0	27.1
216	1002	beam	0.3	-1751.000	-33.050	-19.510	30.00	30.00	-5.5	-75.0	-57.3	-17.7	OK	OK	OK	OK	30.2	39.5
215	1002	beam	0.3	-1784.000	9.600	19.510	30.00	30.00	-5.6	-58.6	-76.2	5.1	OK	OK	OK	OK	40.1	30.8
214	1002	beam	0.3	-1815.000	60.740	17.430	30.00	30.00	-5.5	-60.7	-76.4	32.4	OK	OK	OK	OK	40.2	31.9
213	1002	beam	0.3	-1847.000	6.686	4.278	30.00	30.00	-5.0	-67.9	-71.7	3.6	OK	OK	OK	OK	37.7	35.7
212	1002	beam	0.3	-1876.000	-15.790	-6.251	30.00	30.00	-5.1	-73.7	-68.1	-8.4	OK	OK	OK	OK	35.8	38.8
211	1002	beam	0.3	-1905.000	30.550	6.253	30.00	30.00	-5.2	-69.2	-74.8	16.3	OK	OK	OK	OK	39.4	36.4
210	1002	beam	0.3	-1933.000	38.870	8.772	30.00	30.00	-5.4	-69.1	-77.0	20.8	OK	OK	OK	OK	40.5	36.4
209	1002	beam	0.3	-1960.000	-51.260	-8.771	30.00	30.00	-5.5	-78.0	-70.1	-27.4	OK	OK	OK	OK	36.9	41.1
208	1002	beam	0.3	-1985.000	-3.172	-3.017	30.00	30.00	-5.3	-76.4	-73.6	-1.7	OK	OK	OK	OK	38.8	40.2
207	1002	beam	0.3	-2009.000	50.550	7.931	30.00	30.00	-5.6	-72.3	-79.5	27.0	OK	OK	OK	OK	41.8	38.1
206	1002	beam	0.3	-2029.000	-57.750	-7.930	30.00	30.00	-5.6	-80.2	-73.1	-30.8	OK	OK	OK	OK	38.5	42.2
205	1002	beam	0.3	-2045.000	-24.830	-9.949	30.00	30.00	-5.8	-81.8	-72.8	-13.3	OK	OK	OK	OK	38.3	43.0
204	1002	beam	0.3	-2058.000	36.620	9.951	30.00	30.00	-5.8	-73.3	-82.3	19.6	OK	OK	OK	OK	43.3	38.6
203	1002	beam	0.3	-2067.000	2.266	2.020	30.00	30.00	-5.4	-77.2	-79.0	1.2	OK	OK	OK	OK	41.6	40.6
202	1002	beam	0.3	-2069.000	-34.100	-8.916	30.00	30.00	-5.8	-82.2	-74.1	-18.2	OK	OK	OK	OK	39.0	43.3
201	1002	beam	0.3	-2065.000	25.070	8.916	30.00	30.00	-5.8	-74.0	-82.0	13.4	OK	OK	OK	OK	43.2	38.9
200	1002	beam	0.3	-2056.000	56.720	8.788	30.00	30.00	-5.7	-73.7	-81.6	30.3	OK	OK	OK	OK	43.0	38.8
199	1002	beam	0.3	-2041.000	-50.810	-8.788	30.00	30.00	-5.7	-81.1	-73.1	-27.1	OK	OK	OK	OK	38.5	42.7
198	1002	beam	0.3	-2023.000	12.330	2.219	30.00	30.00	-5.3	-75.4	-77.4	6.6	OK	OK	OK	OK	40.8	39.7
197	1002	beam	0.3	-2002.000	72.470	16.150	30.00	30.00	-6.0	-68.3	-82.9	38.7	OK	OK	OK	OK	43.6	36.0
196	1002	beam	0.3	-1982.000	-4.426	-16.140	30.00	30.00	-5.9	-82.2	-67.6	-2.4	OK	OK	OK	OK	35.6	43.2
195	1002	beam	0.3	-1961.000	25.800	20.770	30.00	30.00	-6.1	-64.7	-83.5	13.8	OK	OK	OK	OK	43.9	34.1
194	1002	beam	0.3	-1938.000	-19.830	-20.770	30.00	30.00	-6.0	-82.6	-63.8	-10.6	OK	OK	OK	OK	33.6	43.5
193	1002	beam	0.3	-1919.000	-8.312	-16.790	30.00	30.00	-5.8	-80.1	-64.9	-4.4	OK	OK	OK	OK	34.2	42.2
192	1002	beam	0.3	-1901.000	-1.634	-15.120	30.00	30.00	-5.7	-78.7	-65.0	-0.9	OK	OK	OK	OK	34.2	41.4

191	1002	beam	0.3	-1883.000	-32.200	-14.790	30.00	30.00	-5.6	-77.8	-64.5	-17.2	OK	OK	OK	OK	33.9	41.0
190	1002	beam	0.3	-1866.000	24.090	13.160	30.00	30.00	-5.5	-64.6	-76.4	12.9	OK	OK	OK	OK	40.2	34.0
189	1002	beam	0.3	-1851.000	-49.210	-13.160	30.00	30.00	-5.4	-75.9	-64.0	-26.3	OK	OK	OK	OK	33.7	39.9
188	1002	beam	0.3	-1837.000	32.880	9.874	30.00	30.00	-5.2	-64.9	-73.9	17.6	OK	OK	OK	OK	38.9	34.2
187	1002	beam	0.3	-1824.000	-43.720	-9.875	30.00	30.00	-5.2	-73.4	-64.5	-23.4	OK	OK	OK	OK	33.9	38.6
186	1002	beam	0.3	-1813.000	17.710	4.649	30.00	30.00	-4.9	-66.4	-70.6	9.5	OK	OK	OK	OK	37.2	34.9
185	1002	beam	0.3	-1802.000	-14.770	-4.648	30.00	30.00	-4.9	-70.2	-66.0	-7.9	OK	OK	OK	OK	34.7	36.9
184	1002	beam	0.3	-1791.000	-0.080	-1.681	30.00	30.00	-4.7	-68.4	-66.9	0.0	OK	OK	OK	OK	35.2	36.0
183	1002	beam	0.3	-1781.000	9.893	3.653	30.00	30.00	-4.8	-65.6	-68.9	5.3	OK	OK	OK	OK	36.3	34.5
182	1002	beam	0.3	-1769.000	-19.640	-3.653	30.00	30.00	-4.7	-68.5	-65.2	-10.5	OK	OK	OK	OK	34.3	36.0
181	1002	beam	0.3	-1759.000	33.680	6.472	30.00	30.00	-4.9	-63.5	-69.4	18.0	OK	OK	OK	OK	36.5	33.4
180	1002	beam	0.3	-1749.000	-37.570	-6.472	30.00	30.00	-4.8	-69.0	-63.2	-20.1	OK	OK	OK	OK	33.2	36.3
179	1002	beam	0.3	-1741.000	37.000	6.357	30.00	30.00	-4.8	-62.9	-68.7	19.8	OK	OK	OK	OK	36.1	33.1
178	1002	beam	0.3	-1732.000	-36.590	-6.356	30.00	30.00	-4.8	-68.3	-62.6	-19.5	OK	OK	OK	OK	32.9	36.0
177	1002	beam	0.3	-1724.000	16.670	2.354	30.00	30.00	-4.6	-64.1	-66.2	8.9	OK	OK	OK	OK	34.8	33.7
176	1002	beam	0.3	-1716.000	-14.860	-2.353	30.00	30.00	-4.5	-65.9	-63.8	-7.9	OK	OK	OK	OK	33.6	34.7
175	1002	beam	0.3	-1706.000	-3.149	-1.265	30.00	30.00	-4.5	-65.0	-63.9	-1.7	OK	OK	OK	OK	33.6	34.2
174	1002	beam	0.3	-1697.000	7.694	1.266	30.00	30.00	-4.4	-63.5	-64.7	4.1	OK	OK	OK	OK	34.0	33.4
173	1002	beam	0.3	-1685.000	-20.490	-3.842	30.00	30.00	-4.5	-65.4	-61.9	-10.9	OK	OK	OK	OK	32.6	34.4
172	1002	beam	0.3	-1672.000	32.180	3.844	30.00	30.00	-4.5	-61.4	-64.9	17.2	OK	OK	OK	OK	34.2	32.3
171	1002	beam	0.3	-1657.000	-34.490	-4.312	30.00	30.00	-4.5	-64.6	-60.7	-18.4	OK	OK	OK	OK	31.9	34.0
170	1002	beam	0.3	-1639.000	38.080	4.312	30.00	30.00	-4.4	-60.0	-63.9	20.3	OK	OK	OK	OK	33.6	31.6
169	1002	beam	0.3	-1620.000	-27.930	-3.345	30.00	30.00	-4.3	-62.7	-59.7	-14.9	OK	OK	OK	OK	31.4	33.0
168	1002	beam	0.3	-1597.000	21.830	2.271	30.00	30.00	-4.2	-59.3	-61.4	11.7	OK	OK	OK	OK	32.3	31.2
167	1002	beam	0.3	-1574.000	-6.710	-2.120	30.00	30.00	-4.2	-60.4	-58.5	-3.6	OK	OK	OK	OK	30.8	31.8
166	1002	beam	0.3	-1548.000	2.226	1.220	30.00	30.00	-4.1	-57.9	-59.0	1.2	OK	OK	OK	OK	31.1	30.5
165	1002	beam	0.3	-1523.000	10.940	3.417	30.00	30.00	-4.1	-56.0	-59.1	5.8	OK	OK	OK	OK	31.1	29.5
164	1002	beam	0.3	-1497.000	-16.960	-3.415	30.00	30.00	-4.0	-58.1	-55.0	-9.1	OK	OK	OK	OK	29.0	30.6
163	1002	beam	0.3	-1471.000	28.610	5.756	30.00	30.00	-4.1	-53.0	-58.2	15.3	OK	OK	OK	OK	30.6	27.9
162	1002	beam	0.3	-1447.000	-32.120	-5.755	30.00	30.00	-4.0	-57.3	-52.1	-17.2	OK	OK	OK	OK	27.4	30.1
161	1002	beam	0.3	-1425.000	29.860	5.302	30.00	30.00	-3.9	-51.4	-56.2	16.0	OK	OK	OK	OK	29.6	27.1
160	1002	beam	0.3	-1405.000	-27.770	-5.300	30.00	30.00	-3.9	-55.5	-50.7	-14.8	OK	OK	OK	OK	26.7	29.2
159	1002	beam	0.3	-1389.000	16.410	3.019	30.00	30.00	-3.7	-51.1	-53.8	8.8	OK	OK	OK	OK	28.3	26.9
158	1002	beam	0.3	-1378.000	-6.214	-3.020	30.00	30.00	-3.7	-53.4	-50.7	-3.3	OK	OK	OK	OK	26.7	28.1
157	1002	beam	0.3	-1372.000	1.242	2.023	30.00	30.00	-3.6	-50.9	-52.8	0.7	OK	OK	OK	OK	27.8	26.8
156	1002	beam	0.3	-1372.000	10.610	4.155	30.00	30.00	-3.7	-50.0	-53.7	5.7	OK	OK	OK	OK	28.3	26.3
155	1002	beam	0.3	-1378.000	-14.630	-4.154	30.00	30.00	-3.8	-53.9	-50.2	-7.8	OK	OK	OK	OK	26.4	28.4
154	1002	beam	0.3	-1391.000	33.230	7.892	30.00	30.00	-4.0	-49.0	-56.1	17.8	OK	OK	OK	OK	29.5	25.8
153	1002	beam	0.3	-1411.000	-23.130	-7.894	30.00	30.00	-4.0	-56.9	-49.7	-12.4	OK	OK	OK	OK	26.2	29.9
152	1002	beam	0.3	-1439.000	42.490	11.790	30.00	30.00	-4.3	-49.0	-59.7	22.7	OK	OK	OK	OK	31.4	25.8
151	1002	beam	0.3	-1476.000	-12.830	-11.790	30.00	30.00	-4.4	-61.1	-50.4	-6.9	OK	OK	OK	OK	26.5	32.2
150	1002	beam	0.3	-1519.000	32.280	15.700	30.00	30.00	-4.7	-50.3	-64.5	17.2	OK	OK	OK	OK	33.9	26.5
149	1002	beam	0.3	-1569.000	9.919	17.700	30.00	30.00	-4.9	-51.3	-67.3	5.3	OK	OK	OK	OK	35.4	27.0
148	1002	beam	0.3	-1623.000	17.090	21.130	30.00	30.00	-5.2	-51.8	-70.9	9.1	OK	OK	OK	OK	37.3	27.3

147	1002	beam	0.3	-1677.000	26.550	26.460	30.00	30.00	-5.6	-51.4	-75.3	14.2	OK	OK	OK	OK	39.6	27.1
146	1002	beam	0.3	-1735.000	-20.170	-26.460	30.00	30.00	-5.8	-77.5	-53.6	-10.8	OK	OK	OK	OK	28.2	40.8
145	1002	beam	0.3	-1784.000	0.927	22.300	30.00	30.00	-5.7	-57.3	-77.5	0.5	OK	OK	OK	OK	40.8	30.2
144	1002	beam	0.3	-1824.000	-69.950	-22.300	30.00	30.00	-5.8	-79.0	-58.8	-37.4	OK	OK	OK	OK	31.0	41.6
143	1002	beam	0.3	-1860.000	-12.440	-7.146	30.00	30.00	-5.2	-73.5	-67.0	-6.6	OK	OK	OK	OK	35.3	38.7
142	1002	beam	0.3	-1890.000	46.890	14.610	30.00	30.00	-5.6	-64.8	-78.0	25.0	OK	OK	OK	OK	41.1	34.1
141	1002	beam	0.3	-1913.000	-52.310	-14.610	30.00	30.00	-5.7	-78.9	-65.7	-27.9	OK	OK	OK	OK	34.6	41.5
140	1002	beam	0.3	-1927.000	-22.540	-3.286	30.00	30.00	-5.1	-74.3	-71.3	-12.0	OK	OK	OK	OK	37.5	39.1
139	1002	beam	0.3	-1933.000	30.580	5.027	30.00	30.00	-5.2	-70.8	-75.3	16.3	OK	OK	OK	OK	39.6	37.2
138	1002	beam	0.3	-1930.000	-6.921	-5.028	30.00	30.00	-5.2	-75.2	-70.7	-3.7	OK	OK	OK	OK	37.2	39.6
137	1002	beam	0.3	-1916.000	-41.830	-5.522	30.00	30.00	-5.2	-74.9	-69.9	-22.3	OK	OK	OK	OK	36.8	39.4
136	1002	beam	0.3	-1897.000	14.500	5.523	30.00	30.00	-5.2	-69.2	-74.2	7.7	OK	OK	OK	OK	39.0	36.4
135	1002	beam	0.3	-1871.000	46.900	7.772	30.00	30.00	-5.2	-67.2	-74.2	25.1	OK	OK	OK	OK	39.1	35.4
134	1002	beam	0.3	-1840.000	-46.050	-7.771	30.00	30.00	-5.1	-73.0	-66.0	-24.6	OK	OK	OK	OK	34.7	38.4
133	1002	beam	0.3	-1806.000	10.320	2.198	30.00	30.00	-4.8	-67.2	-69.2	5.5	OK	OK	OK	OK	36.4	35.4
132	1002	beam	0.3	-1772.000	58.450	12.700	30.00	30.00	-5.2	-61.2	-72.7	31.2	OK	OK	OK	OK	38.3	32.2
131	1002	beam	0.3	-1738.000	-21.980	-12.700	30.00	30.00	-5.1	-71.4	-59.9	-11.7	OK	OK	OK	OK	31.5	37.6
130	1002	beam	0.3	-1705.000	-18.020	-7.954	30.00	30.00	-4.8	-68.0	-60.8	-9.6	OK	OK	OK	OK	32.0	35.8
129	1002	beam	0.3	-1675.000	18.260	8.005	30.00	30.00	-4.7	-59.7	-66.9	9.8	OK	OK	OK	OK	35.2	31.4
128	1002	beam	0.3	-1648.000	-7.374	-8.005	30.00	30.00	-4.6	-65.9	-58.7	-3.9	OK	OK	OK	OK	30.9	34.7
127	1002	beam	0.3	-1623.000	-62.980	-7.224	30.00	30.00	-4.5	-64.6	-58.1	-33.6	OK	OK	OK	OK	30.6	34.0
126	1002	beam	0.3	-1606.000	-29.600	-13.640	30.00	30.00	-4.8	-66.8	-54.5	-15.8	OK	OK	OK	OK	28.7	35.2
125	1002	beam	0.3	-1594.000	-2.737	-14.220	30.00	30.00	-4.8	-66.6	-53.8	-1.5	OK	OK	OK	OK	28.3	35.1
124	1002	beam	0.3	-1585.000	-116.500	-39.460	30.00	30.00	-6.1	-77.7	-42.1	-62.2	OK	OK	OK	OK	22.1	40.9
123	1002	beam	0.3	-1590.000	-87.900	-58.490	30.00	30.00	-7.0	-86.5	-33.7	-47.0	OK	OK	OK	OK	17.7	45.5
122	1002	beam	0.3	-1606.000	-54.190	-68.500	30.00	30.00	-7.6	-91.6	-29.7	-28.9	OK	OK	OK	OK	15.7	48.2
121	1002	beam	0.3	-1628.000	-78.640	-83.020	30.00	30.00	-8.3	-99.0	-24.0	-42.0	OK	OK	OK	OK	12.6	52.1
120	1002	beam	0.3	-1655.000	-116.100	-104.500	30.00	30.00	-9.6	-110.2	-13.6	-62.0	OK	OK	OK	OK	7.1	58.0
119	1002	beam	0.3	-1698.000	-46.490	-113.100	30.00	30.00	-10.2	-116.0	-9.9	-24.8	OK	OK	OK	OK	5.2	61.0
118	1002	beam	0.3	-1754.000	12.620	113.100	30.00	30.00	-10.3	-12.8	-117.9	6.7	OK	OK	OK	OK	62.1	6.8
117	1002	beam	0.3	-1801.000	1.358	110.700	30.00	30.00	-10.2	-16.6	-118.4	0.7	OK	OK	OK	OK	62.3	8.8
116	1002	beam	0.3	-1825.000	52.110	110.500	30.00	30.00	-10.3	-17.9	-119.2	27.8	OK	OK	OK	OK	62.7	9.4
115	1002	beam	0.3	-1878.000	117.400	100.900	30.00	30.00	-9.9	-25.3	-116.5	62.7	OK	OK	OK	OK	61.3	13.3
114	1002	beam	0.3	-1939.000	-7.544	-80.550	30.00	30.00	-9.0	-109.6	-36.9	-4.0	OK	OK	OK	OK	19.4	57.7
113	1002	beam	0.3	-1812.000	-88.090	-96.820	30.00	30.00	-9.5	-112.2	-24.7	-47.1	OK	OK	OK	OK	13.0	59.1
112	1002	beam	0.3	-1382.000	114.500	96.830	30.00	30.00	-8.6	-4.6	-96.8	61.2	OK	OK	OK	OK	51.0	2.4
111	1002	beam	0.3	-549.900	171.750	75.680	30.00	30.00	-6.1	42.3	-58.2	91.7	OK	OK	OK	OK	30.6	22.3

**CENTINE 1 HE 200 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 28 GIORNI**

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [Mpa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
230	1002	beam	0.3	-322.600	-82.640	-15.270	30.00	30.00	-1.7	-14.6	-4.0	-44.1	OK	OK	OK	OK	2.1	7.7
229	1002	beam	0.3	-893.200	-132.600	-39.760	30.00	30.00	-4.6	-39.7	-12.0	-70.8	OK	OK	OK	OK	6.3	20.9
228	1002	beam	0.3	-1327.000	-22.750	-43.960	30.00	30.00	-6.0	-53.7	-23.1	-12.2	OK	OK	OK	OK	12.1	28.3
227	1002	beam	0.3	-1638.000	-44.110	-52.110	30.00	30.00	-7.3	-65.5	-29.2	-23.6	OK	OK	OK	OK	15.4	34.5
226	1002	beam	0.3	-1857.000	-55.760	-62.410	30.00	30.00	-8.5	-75.4	-32.0	-29.8	OK	OK	OK	OK	16.8	39.7
225	1002	beam	0.3	-2019.000	9.653	62.410	30.00	30.00	-8.9	-36.7	-80.1	5.2	OK	OK	OK	OK	42.2	19.3
224	1002	beam	0.3	-2149.000	-7.174	-61.950	30.00	30.00	-9.3	-83.7	-40.6	-3.8	OK	OK	OK	OK	21.4	44.1
223	1002	beam	0.3	-2257.000	-56.080	-72.310	30.00	30.00	-10.1	-90.5	-40.1	-30.0	OK	OK	OK	OK	21.1	47.6
222	1002	beam	0.3	-2352.000	0.315	72.310	30.00	30.00	-10.4	-42.9	-93.2	0.2	OK	OK	OK	OK	49.1	22.6
221	1002	beam	0.3	-2442.000	129.400	72.250	30.00	30.00	-10.6	-45.5	-95.8	69.1	OK	OK	OK	OK	50.4	23.9
220	1002	beam	0.3	-2535.000	135.600	48.340	30.00	30.00	-9.6	-56.5	-90.2	72.4	OK	OK	OK	OK	47.5	29.7
219	1002	beam	0.3	-2624.000	89.640	23.310	30.00	30.00	-8.5	-67.8	-84.0	47.9	OK	OK	OK	OK	44.2	35.7
218	1002	beam	0.3	-2716.000	-49.190	-17.410	30.00	30.00	-8.4	-84.6	-72.5	-26.3	OK	OK	OK	OK	38.2	44.5
217	1002	beam	0.3	-2802.000	72.750	17.410	30.00	30.00	-8.7	-75.0	-87.1	38.9	OK	OK	OK	OK	45.8	39.5
216	1002	beam	0.3	-2879.000	-89.780	-21.100	30.00	30.00	-9.1	-90.6	-75.9	-48.0	OK	OK	OK	OK	40.0	47.7
215	1002	beam	0.3	-2949.000	-17.540	-24.900	30.00	30.00	-9.5	-94.0	-76.6	-9.4	OK	OK	OK	OK	40.3	49.5
214	1002	beam	0.3	-3015.000	72.930	24.900	30.00	30.00	-9.6	-78.5	-95.9	39.0	OK	OK	OK	OK	50.5	41.3
213	1002	beam	0.3	-3079.000	-12.950	-11.910	30.00	30.00	-9.1	-93.2	-84.9	-6.9	OK	OK	OK	OK	44.7	49.1
212	1002	beam	0.3	-3135.000	-49.960	-22.730	30.00	30.00	-9.9	-98.6	-82.8	-26.7	OK	OK	OK	OK	43.6	51.9
211	1002	beam	0.3	-3187.000	32.140	22.730	30.00	30.00	-10.0	-84.3	-100.1	17.2	OK	OK	OK	OK	52.7	44.4
210	1002	beam	0.3	-3235.000	53.500	15.770	30.00	30.00	-9.8	-88.1	-99.1	28.6	OK	OK	OK	OK	52.1	46.4
209	1002	beam	0.3	-3277.000	-90.640	-23.820	30.00	30.00	-10.3	-103.1	-86.5	-48.4	OK	OK	OK	OK	45.5	54.3
208	1002	beam	0.3	-3315.000	-3.763	-24.640	30.00	30.00	-10.5	-104.5	-87.3	-2.0	OK	OK	OK	OK	46.0	55.0
207	1002	beam	0.3	-3348.000	94.680	24.640	30.00	30.00	-10.5	-88.3	-105.4	50.6	OK	OK	OK	OK	55.5	46.5
206	1002	beam	0.3	-3378.000	-80.500	-21.560	30.00	30.00	-10.5	-105.2	-90.2	-43.0	OK	OK	OK	OK	47.5	55.4
205	1002	beam	0.3	-3401.000	-27.620	-27.540	30.00	30.00	-10.9	-108.0	-88.8	-14.8	OK	OK	OK	OK	46.7	56.8
204	1002	beam	0.3	-3419.000	71.040	27.540	30.00	30.00	-10.9	-89.3	-108.5	37.9	OK	OK	OK	OK	57.1	47.0
203	1002	beam	0.3	-3433.000	12.080	12.150	30.00	30.00	-10.1	-95.1	-103.5	6.5	OK	OK	OK	OK	54.5	50.0
202	1002	beam	0.3	-3437.000	-49.740	-20.310	30.00	30.00	-10.6	-106.5	-92.3	-26.6	OK	OK	OK	OK	48.6	56.0
201	1002	beam	0.3	-3434.000	49.010	20.310	30.00	30.00	-10.6	-92.3	-106.4	26.2	OK	OK	OK	OK	56.0	48.6
200	1002	beam	0.3	-3425.000	107.300	13.530	30.00	30.00	-10.2	-94.4	-103.8	57.3	OK	OK	OK	OK	54.6	49.7
199	1002	beam	0.3	-3407.000	-68.360	-13.530	30.00	30.00	-10.1	-103.3	-93.8	-36.5	OK	OK	OK	OK	49.4	54.3
198	1002	beam	0.3	-3380.000	34.980	6.301	30.00	30.00	-9.7	-95.6	-100.0	18.7	OK	OK	OK	OK	52.6	50.3
197	1002	beam	0.3	-3346.000	135.400	35.620	30.00	30.00	-11.1	-84.4	-109.2	72.3	OK	OK	OK	OK	57.5	44.4
196	1002	beam	0.3	-3309.000	6.424	37.010	30.00	30.00	-11.1	-82.8	-108.6	3.4	OK	OK	OK	OK	57.2	43.6
195	1002	beam	0.3	-3264.000	53.980	48.700	30.00	30.00	-11.6	-77.5	-111.4	28.8	OK	OK	OK	OK	58.6	40.8
194	1002	beam	0.3	-3214.000	-34.690	-48.700	30.00	30.00	-11.5	-109.9	-76.0	-18.5	OK	OK	OK	OK	40.0	57.9
193	1002	beam	0.3	-3168.000	-19.360	-41.730	30.00	30.00	-11.0	-106.2	-77.1	-10.3	OK	OK	OK	OK	40.6	55.9
192	1002	beam	0.3	-3124.000	-12.860	-37.840	30.00	30.00	-10.6	-103.5	-77.2	-6.9	OK	OK	OK	OK	40.6	54.5

191	1002	beam	0.3	-3081.000	-63.640	-35.250	30.00	30.00	-10.4	-101.4	-76.8	-34.0	OK	OK	OK	OK	40.4	53.4
190	1002	beam	0.3	-3045.000	29.280	28.340	30.00	30.00	-9.9	-78.2	-97.9	15.6	OK	OK	OK	OK	51.6	41.2
189	1002	beam	0.3	-3011.000	-85.420	-28.340	30.00	30.00	-9.8	-97.0	-77.2	-45.6	OK	OK	OK	OK	40.6	51.0
188	1002	beam	0.3	-2985.000	50.420	21.300	30.00	30.00	-9.4	-78.9	-93.8	26.9	OK	OK	OK	OK	49.3	41.5
187	1002	beam	0.3	-2962.000	-72.110	-21.310	30.00	30.00	-9.3	-93.1	-78.3	-38.5	OK	OK	OK	OK	41.2	49.0
186	1002	beam	0.3	-2944.000	26.380	12.120	30.00	30.00	-8.8	-80.9	-89.4	14.1	OK	OK	OK	OK	47.0	42.6
185	1002	beam	0.3	-2929.000	-26.810	-12.120	30.00	30.00	-8.7	-88.9	-80.5	-14.3	OK	OK	OK	OK	42.4	46.8
184	1002	beam	0.3	-2915.000	-4.253	-6.733	30.00	30.00	-8.4	-86.7	-82.0	-2.3	OK	OK	OK	OK	43.1	45.6
183	1002	beam	0.3	-2903.000	11.330	8.154	30.00	30.00	-8.4	-81.1	-86.8	6.1	OK	OK	OK	OK	45.7	42.7
182	1002	beam	0.3	-2890.000	-37.820	-8.153	30.00	30.00	-8.4	-86.4	-80.8	-20.2	OK	OK	OK	OK	42.5	45.5
181	1002	beam	0.3	-2880.000	48.490	10.290	30.00	30.00	-8.5	-79.7	-86.9	25.9	OK	OK	OK	OK	45.7	42.0
180	1002	beam	0.3	-2870.000	-68.520	-10.290	30.00	30.00	-8.5	-86.6	-79.4	-36.6	OK	OK	OK	OK	41.8	45.6
179	1002	beam	0.3	-2862.000	54.150	7.405	30.00	30.00	-8.3	-80.2	-85.4	28.9	OK	OK	OK	OK	44.9	42.2
178	1002	beam	0.3	-2855.000	-65.130	-7.404	30.00	30.00	-8.3	-85.2	-80.0	-34.8	OK	OK	OK	OK	42.1	44.8
177	1002	beam	0.3	-2848.000	24.890	5.686	30.00	30.00	-8.2	-80.4	-84.4	13.3	OK	OK	OK	OK	44.4	42.3
176	1002	beam	0.3	-2841.000	-23.970	-5.495	30.00	30.00	-8.1	-84.1	-80.3	-12.8	OK	OK	OK	OK	42.2	44.3
175	1002	beam	0.3	-2833.000	-2.324	-5.963	30.00	30.00	-8.1	-84.0	-79.9	-1.2	OK	OK	OK	OK	42.0	44.2
174	1002	beam	0.3	-2824.000	17.530	5.963	30.00	30.00	-8.1	-79.6	-83.8	9.4	OK	OK	OK	OK	44.1	41.9
173	1002	beam	0.3	-2811.000	-29.430	-8.359	30.00	30.00	-8.2	-84.2	-78.4	-15.7	OK	OK	OK	OK	41.3	44.3
172	1002	beam	0.3	-2796.000	57.170	8.358	30.00	30.00	-8.2	-78.0	-83.8	30.5	OK	OK	OK	OK	44.1	41.0
171	1002	beam	0.3	-2777.000	-57.190	-8.367	30.00	30.00	-8.1	-83.2	-77.4	-30.6	OK	OK	OK	OK	40.7	43.8
170	1002	beam	0.3	-2755.000	61.330	8.367	30.00	30.00	-8.0	-76.8	-82.6	32.8	OK	OK	OK	OK	43.5	40.4
169	1002	beam	0.3	-2729.000	-51.490	-6.383	30.00	30.00	-7.9	-81.2	-76.7	-27.5	OK	OK	OK	OK	40.4	42.7
168	1002	beam	0.3	-2701.000	32.350	6.382	30.00	30.00	-7.8	-75.9	-80.4	17.3	OK	OK	OK	OK	42.3	40.0
167	1002	beam	0.3	-2670.000	-13.790	-2.649	30.00	30.00	-7.5	-78.2	-76.3	-7.4	OK	OK	OK	OK	40.2	41.1
166	1002	beam	0.3	-2635.000	3.725	2.649	30.00	30.00	-7.4	-75.3	-77.1	2.0	OK	OK	OK	OK	40.6	39.6
165	1002	beam	0.3	-2599.000	21.300	2.378	30.00	30.00	-7.3	-74.4	-76.0	11.4	OK	OK	OK	OK	40.0	39.1
164	1002	beam	0.3	-2562.000	-25.340	-2.716	30.00	30.00	-7.2	-75.1	-73.2	-13.5	OK	OK	OK	OK	38.5	39.5
163	1002	beam	0.3	-2524.000	51.870	7.709	30.00	30.00	-7.4	-70.3	-75.7	27.7	OK	OK	OK	OK	39.8	37.0
162	1002	beam	0.3	-2486.000	-53.990	-7.710	30.00	30.00	-7.3	-74.6	-69.2	-28.8	OK	OK	OK	OK	36.4	39.3
161	1002	beam	0.3	-2451.000	51.770	7.263	30.00	30.00	-7.1	-68.4	-73.4	27.7	OK	OK	OK	OK	38.6	36.0
160	1002	beam	0.3	-2419.000	-48.150	-7.262	30.00	30.00	-7.1	-72.5	-67.4	-25.7	OK	OK	OK	OK	35.5	38.2
159	1002	beam	0.3	-2391.000	25.980	2.808	30.00	30.00	-6.7	-68.2	-70.1	13.9	OK	OK	OK	OK	36.9	35.9
158	1002	beam	0.3	-2368.000	-12.110	-2.808	30.00	30.00	-6.7	-69.5	-67.5	-6.5	OK	OK	OK	OK	35.5	36.6
157	1002	beam	0.3	-2352.000	4.012	1.181	30.00	30.00	-6.5	-67.6	-68.4	2.1	OK	OK	OK	OK	36.0	35.6
156	1002	beam	0.3	-2345.000	22.920	5.784	30.00	30.00	-6.8	-65.8	-69.8	12.2	OK	OK	OK	OK	36.8	34.6
155	1002	beam	0.3	-2346.000	-18.840	-5.783	30.00	30.00	-6.8	-69.9	-65.8	-10.1	OK	OK	OK	OK	34.7	36.8
154	1002	beam	0.3	-2358.000	60.310	14.110	30.00	30.00	-7.3	-63.3	-73.1	32.2	OK	OK	OK	OK	38.5	33.3
153	1002	beam	0.3	-2382.000	-35.420	-14.110	30.00	30.00	-7.3	-73.8	-64.0	-18.9	OK	OK	OK	OK	33.7	38.8
152	1002	beam	0.3	-2417.000	74.660	22.000	30.00	30.00	-7.8	-62.3	-77.6	39.9	OK	OK	OK	OK	40.8	32.8
151	1002	beam	0.3	-2468.000	-17.600	-22.000	30.00	30.00	-8.0	-79.1	-63.7	-9.4	OK	OK	OK	OK	33.5	41.6
150	1002	beam	0.3	-2528.000	57.480	30.020	30.00	30.00	-8.6	-62.7	-83.6	30.7	OK	OK	OK	OK	44.0	33.0
149	1002	beam	0.3	-2601.000	18.900	33.820	30.00	30.00	-9.0	-63.5	-87.0	10.1	OK	OK	OK	OK	45.8	33.4
148	1002	beam	0.3	-2678.000	28.830	39.610	30.00	30.00	-9.5	-63.7	-91.3	15.4	OK	OK	OK	OK	48.0	33.5

147	1002	beam	0.3	-2757.000	43.950	48.440	30.00	30.00	-10.2	-62.9	-96.6	23.5	OK	OK	OK	OK	50.9	33.1
146	1002	beam	0.3	-2842.000	-38.520	-48.440	30.00	30.00	-10.4	-99.1	-65.3	-20.6	OK	OK	OK	OK	34.4	52.1
145	1002	beam	0.3	-2912.000	-0.220	-40.100	30.00	30.00	-10.2	-98.2	-70.3	-0.1	OK	OK	OK	OK	37.0	51.7
144	1002	beam	0.3	-2970.000	-113.800	-40.050	30.00	30.00	-10.3	-99.9	-72.0	-60.8	OK	OK	OK	OK	37.9	52.6
143	1002	beam	0.3	-3022.000	-21.590	-15.410	30.00	30.00	-9.2	-92.8	-82.0	-11.5	OK	OK	OK	OK	43.2	48.8
142	1002	beam	0.3	-3063.000	72.600	26.450	30.00	30.00	-9.9	-79.4	-97.8	38.8	OK	OK	OK	OK	51.5	41.8
141	1002	beam	0.3	-3094.000	-86.350	-26.450	30.00	30.00	-9.9	-98.7	-80.3	-46.1	OK	OK	OK	OK	42.3	52.0
140	1002	beam	0.3	-3112.000	-37.070	-7.761	30.00	30.00	-9.0	-92.7	-87.3	-19.8	OK	OK	OK	OK	46.0	48.8
139	1002	beam	0.3	-3119.000	48.590	10.250	30.00	30.00	-9.1	-86.7	-93.8	26.0	OK	OK	OK	OK	49.4	45.6
138	1002	beam	0.3	-3115.000	-10.570	-10.260	30.00	30.00	-9.1	-93.7	-86.5	-5.6	OK	OK	OK	OK	45.5	49.3
137	1002	beam	0.3	-3096.000	-66.600	-7.970	30.00	30.00	-9.0	-92.3	-86.8	-35.6	OK	OK	OK	OK	45.7	48.6
136	1002	beam	0.3	-3069.000	19.800	6.452	30.00	30.00	-8.8	-86.5	-91.0	10.6	OK	OK	OK	OK	47.9	45.5
135	1002	beam	0.3	-3035.000	64.500	11.800	30.00	30.00	-9.0	-83.7	-91.9	34.5	OK	OK	OK	OK	48.4	44.0
134	1002	beam	0.3	-2991.000	-90.180	-11.800	30.00	30.00	-8.9	-90.6	-82.4	-48.2	OK	OK	OK	OK	43.4	47.7
133	1002	beam	0.3	-2946.000	1.923	7.731	30.00	30.00	-8.5	-82.5	-87.9	1.0	OK	OK	OK	OK	46.3	43.4
132	1002	beam	0.3	-2899.000	86.840	11.490	30.00	30.00	-8.6	-79.9	-87.9	46.4	OK	OK	OK	OK	46.2	42.0
131	1002	beam	0.3	-2849.000	-32.480	-11.490	30.00	30.00	-8.5	-86.4	-78.4	-17.4	OK	OK	OK	OK	41.3	45.5
130	1002	beam	0.3	-2790.000	-13.940	-4.461	30.00	30.00	-7.9	-82.3	-79.1	-7.4	OK	OK	OK	OK	41.7	43.3
129	1002	beam	0.3	-2723.000	48.350	11.910	30.00	30.00	-8.1	-74.6	-82.9	25.8	OK	OK	OK	OK	43.6	39.3
128	1002	beam	0.3	-2649.000	-2.100	-11.910	30.00	30.00	-7.9	-80.8	-72.5	-1.1	OK	OK	OK	OK	38.1	42.5
127	1002	beam	0.3	-2567.000	-97.010	-11.460	30.00	30.00	-7.7	-78.2	-70.3	-51.8	OK	OK	OK	OK	37.0	41.2
126	1002	beam	0.3	-2496.000	-42.310	-18.710	30.00	30.00	-7.9	-78.7	-65.7	-22.6	OK	OK	OK	OK	34.6	41.4
125	1002	beam	0.3	-2439.000	2.796	18.710	30.00	30.00	-7.7	-64.0	-77.1	1.5	OK	OK	OK	OK	40.6	33.7
124	1002	beam	0.3	-2390.000	-143.800	-49.240	30.00	30.00	-9.2	-86.3	-52.0	-76.8	OK	OK	OK	OK	27.4	45.4
123	1002	beam	0.3	-2361.000	-55.980	-61.360	30.00	30.00	-9.8	-89.7	-46.9	-29.9	OK	OK	OK	OK	24.7	47.2
122	1002	beam	0.3	-2339.000	-158.900	-90.720	30.00	30.00	-11.3	-99.2	-36.1	-84.9	OK	OK	OK	OK	19.0	52.2
121	1002	beam	0.3	-2331.000	-198.100	-127.300	30.00	30.00	-13.3	-111.8	-22.9	-105.8	OK	OK	OK	OK	12.1	58.8
120	1002	beam	0.3	-2334.000	-184.400	-161.300	30.00	30.00	-15.4	-124.9	-6.0	-98.5	OK	OK	OK	OK	3.1	65.8
119	1002	beam	0.3	-2364.000	-28.440	-166.600	30.00	30.00	-15.8	-127.9	-4.0	-15.2	OK	OK	OK	OK	2.1	67.3
118	1002	beam	0.3	-2417.000	47.230	166.600	30.00	30.00	-15.9	-6.4	-129.2	25.2	OK	OK	OK	OK	68.0	3.4
117	1002	beam	0.3	-2449.000	-13.900	-160.400	30.00	30.00	-15.6	-127.6	-11.5	-7.4	OK	OK	OK	OK	6.0	67.1
116	1002	beam	0.3	-2425.000	14.190	160.400	30.00	30.00	-15.5	-10.5	-126.9	7.6	OK	OK	OK	OK	66.8	5.5
115	1002	beam	0.3	-2435.000	155.100	157.800	30.00	30.00	-15.4	-12.3	-126.2	82.9	OK	OK	OK	OK	66.4	6.5
114	1002	beam	0.3	-2496.000	10.010	129.200	30.00	30.00	-13.8	-27.2	-117.2	5.3	OK	OK	OK	OK	61.7	14.3
113	1002	beam	0.3	-2388.000	-119.800	-149.400	30.00	30.00	-14.7	-121.6	-14.9	-64.0	OK	OK	OK	OK	7.9	64.0
112	1002	beam	0.3	-1887.000	139.200	149.400	30.00	30.00	-13.8	8.5	-108.9	74.4	OK	OK	OK	OK	57.3	4.5
111	1002	beam	0.3	-788.300	194.880	123.700	30.00	30.00	-11.2	78.3	-70.8	104.1	OK	OK	OK	OK	37.3	41.2



INTERFERENZA CON INTERCONNESSIONE - B2/1 - TIME LT																
INPUT PLAXIS						Intradosso		Estradosso		VERIFICHE SEZIONALI			CHECK			
Element	Node	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{c,inf}$ [Mpa]	$\tau$ [kPa]	T	CLS	CLS	M/N		
-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2									
PIEDRITTO	24	0.88	-508.029	12.775	9.780	0.00	0.00	-0.656	-0.503	16.2	OK	OK	OK	0.019		
PIEDRITTO	23	0.86	-513.553	9.252	7.448	0.00	0.00	-0.657	-0.536	11.9	OK	OK	OK	0.015		
PIEDRITTO	22	0.85	-521.733	6.231	5.172	0.00	0.00	-0.660	-0.573	8.2	OK	OK	OK	0.010		
PIEDRITTO	21	0.85	-540.115	6.623	3.248	0.00	0.00	-0.661	-0.608	8.6	OK	OK	OK	0.006		
PIEDRITTO	20	0.85	-553.669	3.325	4.337	0.00	0.00	-0.688	-0.616	4.4	OK	OK	OK	0.008		
PIEDRITTO	19	0.84	-561.152	-0.239	5.376	0.00	0.00	-0.715	-0.623	-0.3	OK	OK	OK	0.010		
PIEDRITTO	18	0.84	-573.577	1.392	6.147	0.00	0.00	-0.737	-0.632	1.8	OK	OK	OK	0.011		
PIEDRITTO	17	0.84	-586.789	1.481	8.994	0.00	0.00	-0.775	-0.622	2.0	OK	OK	OK	0.015		
PIEDRITTO	16	0.85	-606.628	3.223	12.071	0.00	0.00	-0.812	-0.612	4.2	OK	OK	OK	0.020		
PIEDRITTO	15	0.85	-612.715	6.322	14.417	0.00	0.00	-0.846	-0.604	8.3	OK	OK	OK	0.024		
PIEDRITTO	14	0.87	-642.189	11.357	18.601	0.00	0.00	-0.885	-0.591	14.5	OK	OK	OK	0.029		
PIEDRITTO	13	0.88	-651.538	10.618	21.962	0.00	0.00	-0.915	-0.572	13.5	OK	OK	OK	0.034		
PIEDRITTO	12	0.87	-657.856	14.302	25.834	0.00	0.00	-0.957	-0.550	18.2	OK	OK	OK	0.039		
PIEDRITTO	11	0.89	-677.589	19.021	29.681	0.00	0.00	-0.985	-0.536	23.7	OK	OK	OK	0.044		
PIEDRITTO	10	0.92	-700.841	20.541	35.400	0.00	0.00	-1.013	-0.511	24.8	OK	OK	OK	0.051		
PIEDRITTO	9	0.93	-709.748	21.897	40.319	0.00	0.00	-1.043	-0.483	26.2	OK	OK	OK	0.057		
PIEDRITTO	8	0.94	-720.934	26.492	44.484	0.00	0.00	-1.067	-0.465	31.3	OK	OK	OK	0.062		
PIEDRITTO	7	0.96	-734.426	26.971	50.399	0.00	0.00	-1.088	-0.437	31.1	OK	OK	OK	0.069		
PIEDRITTO	6	0.99	-745.041	25.609	56.913	0.00	0.00	-1.106	-0.404	28.9	OK	OK	OK	0.076		
PIEDRITTO	5	1.01	-756.498	26.547	63.117	0.00	0.00	-1.120	-0.378	29.2	OK	OK	OK	0.083		
PIEDRITTO	4	1.03	-764.173	27.842	69.701	0.00	0.00	-1.143	-0.347	30.2	OK	OK	OK	0.091		
PIEDRITTO	3	1.07	-786.019	21.468	80.504	0.00	0.00	-1.155	-0.313	22.3	OK	OK	OK	0.102		
PIEDRITTO	2	1.09	-785.407	20.338	86.476	0.00	0.00	-1.160	-0.284	20.8	OK	OK	OK	0.110		
PIEDRITTO	1	1.13	-804.394	20.617	97.473	0.00	0.00	-1.176	-0.253	20.4	OK	OK	OK	0.121		
PIEDRITTO	24	0.88	-544.800	-37.708	16.174	0.00	0.00	-0.748	-0.495	-47.8	OK	OK	OK	0.030		
PIEDRITTO	23	0.86	-542.389	-35.606	11.498	0.00	0.00	-0.723	-0.537	-45.9	OK	OK	OK	0.021		
PIEDRITTO	22	0.85	-542.784	-33.290	7.122	0.00	0.00	-0.701	-0.582	-43.7	OK	OK	OK	0.013		
PIEDRITTO	21	0.85	-552.396	-34.793	3.262	0.00	0.00	-0.676	-0.622	-45.4	OK	OK	OK	0.006		
PIEDRITTO	20	0.85	-557.363	-32.247	2.091	0.00	0.00	-0.674	-0.639	-42.2	OK	OK	OK	0.004		
PIEDRITTO	19	0.84	-557.007	-28.485	0.721	0.00	0.00	-0.670	-0.658	-37.7	OK	OK	OK	0.001		
PIEDRITTO	18	0.84	-562.178	-29.377	-1.068	0.00	0.00	-0.680	-0.662	-38.9	OK	OK	OK	0.002		
PIEDRITTO	17	0.84	-567.189	-28.920	-0.514	0.00	0.00	-0.680	-0.671	-38.3	OK	OK	OK	0.001		
PIEDRITTO	16	0.85	-577.877	-29.147	0.239	0.00	0.00	-0.680	-0.676	-38.0	OK	OK	OK	0.000		

PIEDRITTO	15	0.85	-577.881	-29.383	0.665	0.00	0.00	-0.689	-0.678	-38.6	OK	OK	OK	0.001
PIEDRITTO	14	0.87	-598.806	-31.927	1.849	0.00	0.00	-0.703	-0.673	-40.8	OK	OK	OK	0.003
PIEDRITTO	13	0.88	-603.177	-28.277	3.622	0.00	0.00	-0.717	-0.660	-35.9	OK	OK	OK	0.006
PIEDRITTO	12	0.87	-604.769	-28.179	6.211	0.00	0.00	-0.742	-0.644	-35.9	OK	OK	OK	0.010
PIEDRITTO	11	0.89	-619.885	-29.264	8.377	0.00	0.00	-0.759	-0.632	-36.5	OK	OK	OK	0.014
PIEDRITTO	10	0.92	-638.960	-26.521	11.897	0.00	0.00	-0.779	-0.610	-32.0	OK	OK	OK	0.019
PIEDRITTO	9	0.93	-647.380	-22.933	15.997	0.00	0.00	-0.807	-0.585	-27.4	OK	OK	OK	0.025
PIEDRITTO	8	0.94	-657.360	-23.492	19.625	0.00	0.00	-0.831	-0.565	-27.7	OK	OK	OK	0.030
PIEDRITTO	7	0.96	-671.968	-19.243	25.091	0.00	0.00	-0.860	-0.535	-22.2	OK	OK	OK	0.037
PIEDRITTO	6	0.99	-685.094	-11.886	31.621	0.00	0.00	-0.890	-0.500	-13.4	OK	OK	OK	0.046
PIEDRITTO	5	1.01	-698.815	-8.993	39.117	0.00	0.00	-0.922	-0.462	-9.9	OK	OK	OK	0.056
PIEDRITTO	4	1.03	-709.434	-6.098	46.782	0.00	0.00	-0.959	-0.425	-6.6	OK	OK	OK	0.066
PIEDRITTO	3	1.07	-735.357	4.829	58.218	0.00	0.00	-0.991	-0.382	5.0	OK	OK	OK	0.079
PIEDRITTO	2	1.09	-740.953	10.152	66.620	0.00	0.00	-1.019	-0.343	10.4	OK	OK	OK	0.090
PIEDRITTO	1	1.13	-765.820	12.105	79.401	0.00	0.00	-1.056	-0.304	11.9	OK	OK	OK	0.104
CALOTTA	558	0.87	-501.179	-6.498	8.020	0.00	0.00	-0.636	-0.510	-8.3	OK	OK	OK	0.016
CALOTTA	559	0.88	-492.549	-6.944	6.780	0.00	0.00	-0.610	-0.506	-8.7	OK	OK	OK	0.014
CALOTTA	560	0.88	-483.239	-8.514	6.139	0.00	0.00	-0.593	-0.499	-10.7	OK	OK	OK	0.013
CALOTTA	561	0.88	-471.742	-9.548	5.425	0.00	0.00	-0.580	-0.496	-12.1	OK	OK	OK	0.011
CALOTTA	562	0.88	-463.610	-7.659	3.947	0.00	0.00	-0.558	-0.497	-9.7	OK	OK	OK	0.009
CALOTTA	563	0.88	-461.737	-5.345	3.265	0.00	0.00	-0.549	-0.499	-6.7	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	564	0.86	-450.937	-6.691	1.776	0.00	0.00	-0.537	-0.508	-8.6	OK	OK	OK	0.004
CALOTTA	565	0.87	-453.883	-3.765	-0.219	0.00	0.00	-0.525	-0.522	-4.8	OK	OK	OK	0.000
CALOTTA	566	0.85	-446.857	-4.730	-3.002	0.00	0.00	-0.550	-0.500	-6.2	OK	OK	OK	0.007
CALOTTA	567	0.85	-447.709	-3.708	-5.495	0.00	0.00	-0.574	-0.482	-4.9	OK	OK	OK	0.012
CALOTTA	568	0.84	-444.403	-3.986	-8.300	0.00	0.00	-0.603	-0.460	-5.3	OK	OK	OK	0.019
CALOTTA	569	0.83	-445.171	-1.989	-11.106	0.00	0.00	-0.631	-0.438	-2.7	OK	OK	OK	0.025
CALOTTA	570	0.83	-447.647	1.340	-13.699	0.00	0.00	-0.660	-0.421	1.8	OK	OK	OK	0.031
CALOTTA	571	0.82	-445.970	3.659	-15.610	0.00	0.00	-0.678	-0.403	4.9	OK	OK	OK	0.035
CALOTTA	572	0.82	-448.203	2.226	-17.319	0.00	0.00	-0.702	-0.392	3.0	OK	OK	OK	0.039
CALOTTA	573	0.82	-448.887	10.359	-19.366	0.00	0.00	-0.721	-0.375	14.1	OK	OK	OK	0.043
CALOTTA	574	0.81	-449.758	10.159	-20.103	0.00	0.00	-0.735	-0.371	13.9	OK	OK	OK	0.045
CALOTTA	575	0.81	-448.769	15.219	-20.621	0.00	0.00	-0.741	-0.365	20.8	OK	OK	OK	0.046
CALOTTA	576	0.81	-447.345	15.440	-19.976	0.00	0.00	-0.740	-0.371	21.3	OK	OK	OK	0.045
CALOTTA	577	0.81	-449.477	19.771	-19.552	0.00	0.00	-0.738	-0.377	27.2	OK	OK	OK	0.043
CALOTTA	578	0.80	-446.477	18.885	-18.221	0.00	0.00	-0.730	-0.387	26.3	OK	OK	OK	0.041
CALOTTA	579	0.80	-451.354	17.177	-17.665	0.00	0.00	-0.727	-0.398	23.8	OK	OK	OK	0.039
CALOTTA	580	0.80	-448.864	20.273	-16.216	0.00	0.00	-0.717	-0.410	28.3	OK	OK	OK	0.036

CALOTTA	581	0.80	-455.540	18.105	-15.799	0.00	0.00	-0.715	-0.420	25.1	OK	OK	OK	0.035
CALOTTA	582	0.80	-451.238	20.312	-14.483	0.00	0.00	-0.705	-0.430	28.4	OK	OK	OK	0.032
CALOTTA	583	0.80	-459.194	23.650	-13.532	0.00	0.00	-0.698	-0.446	32.7	OK	OK	OK	0.029
CALOTTA	584	0.80	-459.163	20.206	-11.997	0.00	0.00	-0.690	-0.463	28.2	OK	OK	OK	0.026
CALOTTA	585	0.80	-465.054	23.720	-10.950	0.00	0.00	-0.682	-0.478	32.9	OK	OK	OK	0.024
CALOTTA	586	0.80	-465.491	20.858	-9.263	0.00	0.00	-0.669	-0.495	29.0	OK	OK	OK	0.020
CALOTTA	587	0.81	-470.930	19.981	-7.391	0.00	0.00	-0.652	-0.516	27.5	OK	OK	OK	0.016
CALOTTA	588	0.81	-471.419	23.519	-5.221	0.00	0.00	-0.633	-0.537	32.4	OK	OK	OK	0.011
CALOTTA	589	0.81	-475.408	22.639	-3.055	0.00	0.00	-0.614	-0.558	31.0	OK	OK	OK	0.006
CALOTTA	590	0.81	-478.962	26.759	-0.505	0.00	0.00	-0.593	-0.584	36.5	OK	OK	OK	0.001
CALOTTA	591	0.82	-484.081	24.912	1.769	0.00	0.00	-0.607	-0.575	33.8	OK	OK	OK	0.004
CALOTTA	592	0.82	-485.532	33.267	4.889	0.00	0.00	-0.637	-0.549	45.1	OK	OK	OK	0.010
CALOTTA	593	0.82	-491.780	29.521	7.400	0.00	0.00	-0.662	-0.531	39.8	OK	OK	OK	0.015
CALOTTA	594	0.83	-494.376	30.572	10.667	0.00	0.00	-0.690	-0.503	41.0	OK	OK	OK	0.022
CALOTTA	595	0.83	-496.879	29.829	13.713	0.00	0.00	-0.715	-0.478	39.8	OK	OK	OK	0.028
CALOTTA	596	0.84	-498.347	27.113	16.814	0.00	0.00	-0.741	-0.452	36.0	OK	OK	OK	0.034
CALOTTA	597	0.85	-505.173	21.160	19.059	0.00	0.00	-0.754	-0.437	27.7	OK	OK	OK	0.038
CALOTTA	598	0.85	-506.021	17.772	19.713	0.00	0.00	-0.758	-0.431	23.2	OK	OK	OK	0.039
CALOTTA	599	0.87	-516.410	13.438	20.683	0.00	0.00	-0.761	-0.431	17.2	OK	OK	OK	0.040
CALOTTA	600	0.86	-515.696	13.849	19.404	0.00	0.00	-0.753	-0.441	17.8	OK	OK	OK	0.038
CALOTTA	601	0.88	-527.301	10.598	19.714	0.00	0.00	-0.751	-0.446	13.4	OK	OK	OK	0.037
CALOTTA	602	0.88	-530.513	10.190	19.343	0.00	0.00	-0.754	-0.453	12.9	OK	OK	OK	0.036
CALOTTA	603	0.88	-533.446	9.600	18.972	0.00	0.00	-0.756	-0.460	12.2	OK	OK	OK	0.036
CALOTTA	604	0.88	-542.384	4.837	18.079	0.00	0.00	-0.752	-0.474	6.1	OK	OK	OK	0.033
CALOTTA	605	0.88	-546.870	0.415	17.925	0.00	0.00	-0.757	-0.481	0.5	OK	OK	OK	0.033
AR	259	1.00	-1366.380	79.114	4.893	0.00	0.00	-1.399	-1.340	88.1	OK	OK	OK	0.004
AR	260	0.99	-1347.578	76.050	-9.416	0.00	0.00	-1.415	-1.300	85.1	OK	OK	OK	0.007
AR	261	1.00	-1356.165	53.238	-18.599	0.00	0.00	-1.466	-1.243	59.1	OK	OK	OK	0.014
AR	262	1.00	-1347.227	50.301	-27.962	0.00	0.00	-1.518	-1.181	56.0	OK	OK	OK	0.021
AR	263	1.00	-1346.436	45.295	-41.592	0.00	0.00	-1.603	-1.100	50.5	OK	OK	OK	0.031
AR	264	1.00	-1359.110	31.161	-50.621	0.00	0.00	-1.660	-1.054	34.6	OK	OK	OK	0.037
AR	265	1.01	-1367.045	19.896	-58.403	0.00	0.00	-1.703	-1.012	22.0	OK	OK	OK	0.043
AR	266	1.00	-1357.110	11.476	-66.880	0.00	0.00	-1.759	-0.956	12.8	OK	OK	OK	0.049
AR	267	1.00	-1366.379	9.675	-72.731	0.00	0.00	-1.797	-0.929	10.7	OK	OK	OK	0.053
AR	268	1.01	-1382.947	0.301	-80.698	0.00	0.00	-1.842	-0.894	0.3	OK	OK	OK	0.058
AR	269	0.99	-1366.132	1.438	-84.072	0.00	0.00	-1.887	-0.864	1.6	OK	OK	OK	0.062
AR	270	0.99	-1372.553	-15.243	-85.967	0.00	0.00	-1.903	-0.859	-17.0	OK	OK	OK	0.063
AR	271	1.00	-1384.376	-1.459	-91.027	0.00	0.00	-1.937	-0.839	-1.6	OK	OK	OK	0.066

AR	272	1.00	-1392.014	-5.066	-97.583	0.00	0.00	-1.987	-0.807	-5.6	OK	OK	OK	0.070
AR	273	1.00	-1392.296	-19.879	-99.538	0.00	0.00	-1.991	-0.795	-22.1	OK	OK	OK	0.071
AR	274	1.00	-1402.441	-20.600	-101.838	0.00	0.00	-2.013	-0.791	-22.9	OK	OK	OK	0.073
AR	275	0.99	-1398.023	-25.670	-105.431	0.00	0.00	-2.052	-0.766	-28.8	OK	OK	OK	0.075
AR	276	1.00	-1420.058	-25.271	-108.422	0.00	0.00	-2.059	-0.769	-28.0	OK	OK	OK	0.076
AR	277	1.00	-1422.945	-27.953	-106.789	0.00	0.00	-2.068	-0.782	-31.1	OK	OK	OK	0.075
AR	278	0.99	-1410.394	-31.912	-109.121	0.00	0.00	-2.084	-0.756	-35.7	OK	OK	OK	0.077
AR	279	1.00	-1425.293	-35.042	-108.262	0.00	0.00	-2.079	-0.776	-39.0	OK	OK	OK	0.076
AR	280	0.99	-1418.278	-23.825	-106.403	0.00	0.00	-2.073	-0.781	-26.6	OK	OK	OK	0.075
AR	281	0.99	-1417.481	-28.022	-106.740	0.00	0.00	-2.080	-0.778	-31.4	OK	OK	OK	0.075
AR	282	1.00	-1424.807	-32.004	-104.025	0.00	0.00	-2.048	-0.801	-35.5	OK	OK	OK	0.073
AR	283	1.00	-1422.150	-34.680	-100.335	0.00	0.00	-2.024	-0.820	-38.5	OK	OK	OK	0.071
AR	284	1.00	-1419.839	-39.417	-99.757	0.00	0.00	-2.017	-0.821	-43.8	OK	OK	OK	0.070
AR	285	0.99	-1408.799	-43.367	-90.302	0.00	0.00	-1.971	-0.870	-48.6	OK	OK	OK	0.064
AR	286	0.99	-1406.483	-46.253	-86.233	0.00	0.00	-1.938	-0.891	-51.7	OK	OK	OK	0.061
AR	287	1.00	-1411.635	-39.212	-84.298	0.00	0.00	-1.921	-0.906	-43.6	OK	OK	OK	0.060
AR	288	0.99	-1398.901	-42.276	-74.891	0.00	0.00	-1.865	-0.953	-47.3	OK	OK	OK	0.054
AR	289	1.00	-1408.935	-46.117	-69.491	0.00	0.00	-1.830	-0.993	-51.3	OK	OK	OK	0.049
AR	290	1.00	-1409.907	-52.122	-68.540	0.00	0.00	-1.811	-0.996	-57.7	OK	OK	OK	0.049
AR	291	0.99	-1392.844	-51.740	-57.378	0.00	0.00	-1.754	-1.054	-58.0	OK	OK	OK	0.041
AR	292	1.00	-1404.976	-56.490	-52.407	0.00	0.00	-1.719	-1.091	-62.8	OK	OK	OK	0.037
AR	293	1.00	-1400.115	-59.763	-48.561	0.00	0.00	-1.693	-1.109	-66.4	OK	OK	OK	0.035
AR	294	1.00	-1401.120	-74.833	-39.482	0.00	0.00	-1.645	-1.168	-83.5	OK	OK	OK	0.028
AR	295	1.00	-1405.315	-76.399	-32.770	0.00	0.00	-1.607	-1.211	-85.1	OK	OK	OK	0.023
AR	296	0.99	-1403.207	-62.062	-28.002	0.00	0.00	-1.582	-1.242	-69.4	OK	OK	OK	0.020
AR	297	0.99	-1401.166	-75.953	-18.508	0.00	0.00	-1.523	-1.298	-85.0	OK	OK	OK	0.013
AR	298	1.01	-1427.802	-72.594	-12.045	0.00	0.00	-1.483	-1.342	-79.8	OK	OK	OK	0.008
AR	299	1.00	-1417.774	-80.783	-6.312	0.00	0.00	-1.452	-1.377	-89.5	OK	OK	OK	0.004
AR	300	1.00	-1418.260	-77.828	5.042	0.00	0.00	-1.449	-1.388	-86.5	OK	OK	OK	0.004
AR	301	1.01	-1434.048	-81.276	14.826	0.00	0.00	-1.512	-1.336	-89.7	OK	OK	OK	0.010
AR	302	1.00	-1425.967	-89.189	20.929	0.00	0.00	-1.549	-1.299	-99.0	OK	OK	OK	0.015
AR	303	1.00	-1423.569	-96.938	33.011	0.00	0.00	-1.628	-1.229	-108.1	OK	OK	OK	0.023
AR	304	1.00	-1428.968	-94.629	41.082	0.00	0.00	-1.679	-1.184	-105.3	OK	OK	OK	0.029
AR	305	1.00	-1442.709	-92.422	48.878	0.00	0.00	-1.733	-1.148	-102.6	OK	OK	OK	0.034
AR	306	0.99	-1429.617	-106.974	58.671	0.00	0.00	-1.798	-1.083	-119.8	OK	OK	OK	0.041

## CENTINE 1 HE 200 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 0.5 GIORNI

INPUT PROGRAM							VERIFICHE SEZIONALI				CHECK							
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Intradosso Af	Estradosso A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2										
118	1001	beam	0.3	-26.080	4.913	14.940	30.00	30.00	-0.5	21.8	-17.8	2.6	OK	OK	OK	OK	9.4	11.5
117	1001	beam	0.3	-36.070	14.340	14.030	30.00	30.00	-0.5253	18.7	-17.8	7.7	OK	OK	OK	OK	9.4	9.8
116	1001	beam	0.3	-45.000	4.893	11.380	30.00	30.00	-0.4460	12.7	-15.8	2.6	OK	OK	OK	OK	8.3	6.7
115	1001	beam	0.3	-53.070	15.490	10.480	30.00	30.00	-0.4252	10.0	-15.6	8.3	OK	OK	OK	OK	8.2	5.3
114	1001	beam	0.3	-61.220	20.490	7.616	30.00	30.00	-0.3368	4.1	-13.3	10.9	OK	OK	OK	OK	7.0	2.1
113	1001	beam	0.3	-68.250	6.966	3.832	30.00	30.00	-0.2207	-2.1	-9.8	3.7	OK	OK	OK	OK	5.2	1.1
112	1001	beam	0.3	-74.090	1.457	2.542	30.00	30.00	-0.1919	-3.9	-9.1	0.8	OK	OK	OK	OK	4.8	2.1
111	1001	beam	0.3	-79.410	13.320	2.274	30.00	30.00	-0.1925	-4.7	-9.2	7.1	OK	OK	OK	OK	4.9	2.5
110	1001	beam	0.3	-85.040	13.280	2.634	30.00	30.00	-0.2120	-4.8	-10.1	7.1	OK	OK	OK	OK	5.3	2.5
109	1001	beam	0.3	-89.770	-4.298	-2.634	30.00	30.00	-0.2194	-10.5	-5.2	-2.3	OK	OK	OK	OK	2.7	5.5
108	1001	beam	0.3	-94.410	-9.472	-1.840	30.00	30.00	-0.2034	-10.1	-6.4	-5.1	OK	OK	OK	OK	3.4	5.3
107	1001	beam	0.3	-99.320	8.625	1.656	30.00	30.00	-0.2057	-7.0	-10.4	4.6	OK	OK	OK	OK	5.5	3.7
106	1001	beam	0.3	-104.500	0.231	1.705	30.00	30.00	-0.2154	-7.4	-10.9	0.1	OK	OK	OK	OK	5.7	3.9
105	1001	beam	0.3	-109.200	-9.392	-1.705	30.00	30.00	-0.2228	-11.3	-7.9	-5.0	OK	OK	OK	OK	4.1	5.9
104	1001	beam	0.3	-113.900	2.816	0.326	30.00	30.00	-0.1897	-9.7	-10.3	1.5	OK	OK	OK	OK	5.4	5.1
103	1001	beam	0.3	-118.900	3.556	1.056	30.00	30.00	-0.2190	-9.4	-11.5	1.9	OK	OK	OK	OK	6.0	4.9
102	1001	beam	0.3	-123.700	-5.506	-1.058	30.00	30.00	-0.2267	-11.9	-9.8	-2.9	OK	OK	OK	OK	5.1	6.3
101	1001	beam	0.3	-128.600	-2.802	-0.742	30.00	30.00	-0.2251	-12.0	-10.5	-1.5	OK	OK	OK	OK	5.5	6.3
100	1001	beam	0.3	-133.800	7.495	0.880	30.00	30.00	-0.2374	-10.8	-12.6	4.0	OK	OK	OK	OK	6.6	5.7
99	1001	beam	0.3	-139.100	-3.021	-0.880	30.00	30.00	-0.2458	-13.1	-11.3	-1.6	OK	OK	OK	OK	5.9	6.9
98	1001	beam	0.3	-144.400	-7.534	-1.407	30.00	30.00	-0.2697	-14.1	-11.2	-4.0	OK	OK	OK	OK	5.9	7.4
97	1001	beam	0.3	-149.700	8.772	1.409	30.00	30.00	-0.2781	-11.7	-14.5	4.7	OK	OK	OK	OK	7.7	6.2
96	1001	beam	0.3	-155.500	0.629	0.628	30.00	30.00	-0.2643	-13.0	-14.3	0.3	OK	OK	OK	OK	7.5	6.8
95	1001	beam	0.3	-160.800	-7.642	-1.027	30.00	30.00	-0.2844	-15.1	-13.1	-4.1	OK	OK	OK	OK	6.9	8.0
94	1001	beam	0.3	-166.200	2.907	1.027	30.00	30.00	-0.2930	-13.5	-15.6	1.6	OK	OK	OK	OK	8.2	7.1
93	1001	beam	0.3	-171.900	5.105	0.708	30.00	30.00	-0.2926	-14.4	-15.8	2.7	OK	OK	OK	OK	8.3	7.6
92	1001	beam	0.3	-177.300	-5.723	-0.708	30.00	30.00	-0.3011	-16.2	-14.8	-3.1	OK	OK	OK	OK	7.8	8.6
91	1001	beam	0.3	-182.800	-4.136	-1.427	30.00	30.00	-0.3310	-17.5	-14.6	-2.2	OK	OK	OK	OK	7.7	9.2
90	1001	beam	0.3	-188.300	9.546	1.425	30.00	30.00	-0.3396	-15.1	-17.9	5.1	OK	OK	OK	OK	9.4	7.9
89	1001	beam	0.3	-193.800	-4.634	-0.644	30.00	30.00	-0.3253	-17.6	-16.3	-2.5	OK	OK	OK	OK	8.6	9.3
88	1001	beam	0.3	-199.100	-7.817	-2.056	30.00	30.00	-0.3753	-19.5	-15.4	-4.2	OK	OK	OK	OK	8.1	10.3
87	1001	beam	0.3	-204.400	8.339	2.057	30.00	30.00	-0.3837	-15.8	-20.0	4.5	OK	OK	OK	OK	10.5	8.3
86	1001	beam	0.3	-209.900	0.285	0.251	30.00	30.00	-0.3392	-18.1	-18.6	0.2	OK	OK	OK	OK	9.8	9.5
85	1001	beam	0.3	-215.100	0.885	0.187	30.00	30.00	-0.3455	-18.7	-19.0	0.5	OK	OK	OK	OK	10.0	9.8
84	1001	beam	0.3	-230.900	0.078	0.021	30.00	30.00	-0.3656	-20.2	-20.3	0.0	OK	OK	OK	OK	10.7	10.6
83	1001	beam	0.3	-235.400	-0.576	-0.095	30.00	30.00	-0.3749	-20.7	-20.5	-0.3	OK	OK	OK	OK	10.8	10.9
82	1001	beam	0.3	-239.800	3.475	0.604	30.00	30.00	-0.3969	-20.4	-21.6	1.9	OK	OK	OK	OK	11.4	10.7
81	1001	beam	0.3	-243.900	-3.925	-0.603	30.00	30.00	-0.4033	-22.0	-20.8	-2.1	OK	OK	OK	OK	10.9	11.6
80	1001	beam	0.3	-247.800	6.242	1.069	30.00	30.00	-0.4232	-20.6	-22.8	3.3	OK	OK	OK	OK	12.0	10.9

79	1001	beam	0.3	-251.500	-5.947	-1.070	30.00	30.00	-0.4291	-23.1	-21.0	-3.2	OK	OK	OK	OK	11.0	12.2
78	1001	beam	0.3	-254.800	6.831	1.248	30.00	30.00	-0.4395	-21.1	-23.6	3.6	OK	OK	OK	OK	12.4	11.1
77	1001	beam	0.3	-258.000	-5.160	-1.249	30.00	30.00	-0.4446	-23.9	-21.4	-2.8	OK	OK	OK	OK	11.2	12.6
76	1001	beam	0.3	-260.700	2.199	0.653	30.00	30.00	-0.4313	-22.2	-23.5	1.2	OK	OK	OK	OK	12.4	11.7
75	1001	beam	0.3	-263.200	-1.649	-0.653	30.00	30.00	-0.4353	-23.7	-22.4	-0.9	OK	OK	OK	OK	11.8	12.5
74	1001	beam	0.3	-265.500	0.174	0.360	30.00	30.00	-0.4303	-22.9	-23.6	0.1	OK	OK	OK	OK	12.4	12.1
73	1001	beam	0.3	-267.800	2.705	0.905	30.00	30.00	-0.4500	-22.6	-24.4	1.4	OK	OK	OK	OK	12.8	11.9
72	1001	beam	0.3	-269.800	-2.956	-0.909	30.00	30.00	-0.4533	-24.6	-22.7	-1.6	OK	OK	OK	OK	12.0	12.9
71	1001	beam	0.3	-271.700	6.204	1.563	30.00	30.00	-0.4755	-22.2	-25.4	3.3	OK	OK	OK	OK	13.4	11.7
70	1001	beam	0.3	-273.400	-6.022	-1.562	30.00	30.00	-0.4782	-25.5	-22.4	-3.2	OK	OK	OK	OK	11.8	13.4
69	1001	beam	0.3	-274.900	6.221	1.604	30.00	30.00	-0.4818	-22.5	-25.7	3.3	OK	OK	OK	OK	13.5	11.8
68	1001	beam	0.3	-276.400	-5.489	-1.603	30.00	30.00	-0.4841	-25.8	-22.6	-2.9	OK	OK	OK	OK	11.9	13.6
67	1001	beam	0.3	-277.600	3.105	1.124	30.00	30.00	-0.4719	-23.2	-25.5	1.7	OK	OK	OK	OK	13.4	12.2
66	1001	beam	0.3	-278.800	-2.129	-1.123	30.00	30.00	-0.4738	-25.6	-23.3	-1.1	OK	OK	OK	OK	12.3	13.5
65	1001	beam	0.3	-279.700	-0.946	-0.693	30.00	30.00	-0.4625	-25.2	-23.8	-0.5	OK	OK	OK	OK	12.5	13.3
64	1001	beam	0.3	-280.500	1.049	0.714	30.00	30.00	-0.4644	-23.9	-25.3	0.6	OK	OK	OK	OK	13.3	12.6
63	1001	beam	0.3	-281.000	-3.672	-0.713	30.00	30.00	-0.4652	-25.3	-23.9	-2.0	OK	OK	OK	OK	12.6	13.3
62	1001	beam	0.3	-281.500	5.843	1.148	30.00	30.00	-0.4788	-23.5	-25.8	3.1	OK	OK	OK	OK	13.6	12.4
61	1001	beam	0.3	-281.800	-6.186	-1.148	30.00	30.00	-0.4793	-25.8	-23.5	-3.3	OK	OK	OK	OK	12.4	13.6
60	1001	beam	0.3	-281.800	6.219	1.154	30.00	30.00	-0.4794	-23.5	-25.9	3.3	OK	OK	OK	OK	13.6	12.4
59	1001	beam	0.3	-281.500	-5.879	-1.153	30.00	30.00	-0.4789	-25.8	-23.5	-3.1	OK	OK	OK	OK	12.4	13.6
58	1001	beam	0.3	-281.100	3.368	0.648	30.00	30.00	-0.4634	-24.0	-25.3	1.8	OK	OK	OK	OK	13.3	12.6
57	1001	beam	0.3	-280.500	-1.412	-0.649	30.00	30.00	-0.4625	-25.2	-23.9	-0.8	OK	OK	OK	OK	12.6	13.3
56	1001	beam	0.3	-279.700	0.718	0.509	30.00	30.00	-0.4571	-24.0	-25.0	0.4	OK	OK	OK	OK	13.2	12.6
55	1001	beam	0.3	-278.800	2.102	0.932	30.00	30.00	-0.4681	-23.5	-25.4	1.1	OK	OK	OK	OK	13.4	12.4
54	1001	beam	0.3	-277.600	-2.914	-0.932	30.00	30.00	-0.4662	-25.3	-23.4	-1.6	OK	OK	OK	OK	12.3	13.3
53	1001	beam	0.3	-276.200	5.823	1.516	30.00	30.00	-0.4812	-22.7	-25.7	3.1	OK	OK	OK	OK	13.5	11.9
52	1001	beam	0.3	-274.700	-5.844	-1.515	30.00	30.00	-0.4788	-25.6	-22.5	-3.1	OK	OK	OK	OK	11.9	13.5
51	1001	beam	0.3	-273.000	6.174	1.580	30.00	30.00	-0.4781	-22.3	-25.5	3.3	OK	OK	OK	OK	13.4	11.8
50	1001	beam	0.3	-271.200	-6.213	-1.578	30.00	30.00	-0.4752	-25.4	-22.2	-3.3	OK	OK	OK	OK	11.7	13.3
49	1001	beam	0.3	-269.200	3.054	0.944	30.00	30.00	-0.4533	-22.6	-24.5	1.6	OK	OK	OK	OK	12.9	11.9
48	1001	beam	0.3	-267.000	-2.464	-0.944	30.00	30.00	-0.4499	-24.3	-22.4	-1.3	OK	OK	OK	OK	11.8	12.8
47	1001	beam	0.3	-264.700	0.412	0.532	30.00	30.00	-0.4341	-22.7	-23.7	0.2	OK	OK	OK	OK	12.5	11.9
46	1001	beam	0.3	-262.200	1.921	0.918	30.00	30.00	-0.4415	-22.1	-23.9	1.0	OK	OK	OK	OK	12.6	11.6
45	1001	beam	0.3	-259.700	-2.255	-0.919	30.00	30.00	-0.4376	-23.7	-21.8	-1.2	OK	OK	OK	OK	11.5	12.5
44	1001	beam	0.3	-256.900	5.006	1.473	30.00	30.00	-0.4495	-21.0	-24.0	2.7	OK	OK	OK	OK	12.6	11.1
43	1001	beam	0.3	-253.700	-7.196	-1.476	30.00	30.00	-0.4445	-23.7	-20.7	-3.8	OK	OK	OK	OK	10.9	12.5
42	1001	beam	0.3	-250.400	5.367	1.111	30.00	30.00	-0.4285	-20.8	-23.1	2.9	OK	OK	OK	OK	12.1	11.0
41	1001	beam	0.3	-246.600	-6.751	-1.112	30.00	30.00	-0.4226	-22.7	-20.5	-3.6	OK	OK	OK	OK	10.8	12.0
40	1001	beam	0.3	-242.600	3.433	0.445	30.00	30.00	-0.3966	-20.8	-21.7	1.8	OK	OK	OK	OK	11.4	11.0
39	1001	beam	0.3	-238.500	-4.098	-0.445	30.00	30.00	-0.3901	-21.3	-20.5	-2.2	OK	OK	OK	OK	10.8	11.2
38	1001	beam	0.3	-234.000	-0.239	-0.426	30.00	30.00	-0.3824	-20.9	-20.1	-0.1	OK	OK	OK	OK	10.6	11.0
37	1001	beam	0.3	-229.500	-0.549	-0.536	30.00	30.00	-0.3786	-20.7	-19.6	-0.3	OK	OK	OK	OK	10.3	10.9
36	1001	beam	0.3	-213.700	-0.497	-0.645	30.00	30.00	-0.3568	-19.4	-18.1	-0.3	OK	OK	OK	OK	9.5	10.2

35	1001	beam	0.3	-208.600	1.068	0.645	30.00	30.00	-0.3487	-17.6	-18.9	0.6	OK	OK	OK	OK	10.0	9.3
34	1001	beam	0.3	-203.200	-6.898	-1.909	30.00	30.00	-0.3774	-19.7	-15.9	-3.7	OK	OK	OK	OK	8.4	10.4
33	1001	beam	0.3	-197.800	7.254	1.910	30.00	30.00	-0.3689	-15.4	-19.3	3.9	OK	OK	OK	OK	10.1	8.1
32	1001	beam	0.3	-192.500	5.423	0.836	30.00	30.00	-0.3289	-16.0	-17.7	2.9	OK	OK	OK	OK	9.3	8.4
31	1001	beam	0.3	-186.900	-8.277	-0.954	30.00	30.00	-0.3235	-17.3	-15.4	-4.4	OK	OK	OK	OK	8.1	9.1
30	1001	beam	0.3	-181.300	2.510	0.954	30.00	30.00	-0.3147	-14.9	-16.8	1.3	OK	OK	OK	OK	8.9	7.9
29	1001	beam	0.3	-175.800	5.326	0.745	30.00	30.00	-0.2998	-14.7	-16.2	2.8	OK	OK	OK	OK	8.5	7.7
28	1001	beam	0.3	-170.400	-3.485	-0.747	30.00	30.00	-0.2914	-15.7	-14.2	-1.9	OK	OK	OK	OK	7.5	8.3
27	1001	beam	0.3	-164.700	-3.970	-0.866	30.00	30.00	-0.2859	-15.3	-13.6	-2.1	OK	OK	OK	OK	7.1	8.1
26	1001	beam	0.3	-159.300	4.830	0.863	30.00	30.00	-0.2772	-13.1	-14.8	2.6	OK	OK	OK	OK	7.8	6.9
25	1001	beam	0.3	-154.100	1.231	0.451	30.00	30.00	-0.2569	-13.1	-14.0	0.7	OK	OK	OK	OK	7.3	6.9
24	1001	beam	0.3	-148.500	-7.790	-1.235	30.00	30.00	-0.2711	-14.3	-11.8	-4.2	OK	OK	OK	OK	6.2	7.5
23	1001	beam	0.3	-143.200	3.455	1.232	30.00	30.00	-0.2626	-11.3	-13.8	1.8	OK	OK	OK	OK	7.3	6.0
22	1001	beam	0.3	-138.100	3.610	0.483	30.00	30.00	-0.2325	-11.6	-12.6	1.9	OK	OK	OK	OK	6.6	6.1
21	1001	beam	0.3	-132.900	-5.331	-0.855	30.00	30.00	-0.2352	-12.5	-10.8	-2.8	OK	OK	OK	OK	5.7	6.6
20	1001	beam	0.3	-127.900	2.787	0.855	30.00	30.00	-0.2273	-10.3	-12.1	1.5	OK	OK	OK	OK	6.4	5.4
19	1001	beam	0.3	-123.000	5.363	0.913	30.00	30.00	-0.2213	-9.9	-11.7	2.9	OK	OK	OK	OK	6.2	5.2
18	1001	beam	0.3	-118.300	-0.676	-0.914	30.00	30.00	-0.2139	-11.3	-9.4	-0.4	OK	OK	OK	OK	5.0	5.9
17	1001	beam	0.3	-113.600	-0.836	-0.769	30.00	30.00	-0.2022	-10.7	-9.2	-0.4	OK	OK	OK	OK	4.8	5.6
16	1001	beam	0.3	-109.000	8.021	2.329	30.00	30.00	-0.2409	-7.2	-11.9	4.3	OK	OK	OK	OK	6.3	3.8
15	1001	beam	0.3	-104.600	3.130	3.009	30.00	30.00	-0.2539	-6.1	-12.2	1.7	OK	OK	OK	OK	6.4	3.2
14	1001	beam	0.3	-99.940	-5.852	-3.014	30.00	30.00	-0.2467	-11.8	-5.7	-3.1	OK	OK	OK	OK	3.0	6.2
13	1001	beam	0.3	-95.340	4.845	2.798	30.00	30.00	-0.2331	-5.5	-11.2	2.6	OK	OK	OK	OK	5.9	2.9
12	1001	beam	0.3	-90.850	1.620	3.096	30.00	30.00	-0.2347	-4.8	-11.1	0.9	OK	OK	OK	OK	5.8	2.6
11	1001	beam	0.3	-86.220	-13.790	-3.098	30.00	30.00	-0.2275	-10.7	-4.4	-7.4	OK	OK	OK	OK	2.3	5.6
10	1001	beam	0.3	-80.540	-17.080	-2.597	30.00	30.00	-0.2038	-9.7	-4.4	-9.1	OK	OK	OK	OK	2.3	5.1
9	1001	beam	0.3	-75.160	-10.500	-4.533	30.00	30.00	-0.2526	-11.2	-2.0	-5.6	OK	OK	OK	OK	1.0	5.9
8	1001	beam	0.3	-69.190	-14.560	-7.220	30.00	30.00	-0.3332	-13.5	2.4	-7.8	OK	OK	OK	OK	1.3	7.1
7	1001	beam	0.3	-61.750	-22.950	-11.450	30.00	30.00	-0.4692	-17.4	10.4	-12.3	OK	OK	OK	OK	5.5	9.1
6	1001	beam	0.3	-53.400	-15.670	-14.350	30.00	30.00	-0.5582	-19.7	16.6	-8.4	OK	OK	OK	OK	8.7	10.4
5	1001	beam	0.3	-45.210	-0.841	-14.500	30.00	30.00	-0.5530	-19.1	18.1	-0.4	OK	OK	OK	OK	9.5	10.1
4	1001	beam	0.3	-36.390	-1.399	-14.770	30.00	30.00	-0.5510	-18.6	19.9	-0.7	OK	OK	OK	OK	10.5	9.8
3	1001	beam	0.3	-27.000	8.137	14.770	30.00	30.00	-0.5388	21.4	-17.7	4.3	OK	OK	OK	OK	9.3	11.3

**CENTINE 1 HE 200 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 3 GIORNI**

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
118	1001	beam	0.3	-70.260	-13.580	-24.800	30.00	30.00	-1.9	-14.6	29.3	-7.3	OK	OK	OK	OK	15.4	7.7
117	1001	beam	0.3	-96.370	-2.553	-25.270	30.00	30.00	-2.0	-16.0	26.1	-1.4	OK	OK	OK	OK	13.7	8.4
116	1001	beam	0.3	-121.300	-23.180	-29.540	30.00	30.00	-2.3	-19.1	29.2	-12.4	OK	OK	OK	OK	15.4	10.0
115	1001	beam	0.3	-145.300	7.727	29.540	30.00	30.00	-2.3	25.7	-20.1	4.1	OK	OK	OK	OK	10.6	13.5
114	1001	beam	0.3	-168.800	26.800	28.110	30.00	30.00	-2.2	20.3	-20.3	14.3	OK	OK	OK	OK	10.7	10.7
113	1001	beam	0.3	-190.600	4.537	23.170	30.00	30.00	-1.9	10.4	-18.6	2.4	OK	OK	OK	OK	9.8	5.5
112	1001	beam	0.3	-210.400	0.246	22.330	30.00	30.00	-1.8	7.2	-18.8	0.1	OK	OK	OK	OK	9.9	3.8
111	1001	beam	0.3	-229.000	35.260	22.290	30.00	30.00	-1.8	5.4	-19.4	18.8	OK	OK	OK	OK	10.2	2.8
110	1001	beam	0.3	-248.600	39.240	15.770	30.00	30.00	-1.4	-2.0	-16.6	21.0	OK	OK	OK	OK	8.7	1.0
109	1001	beam	0.3	-265.800	10.180	8.535	30.00	30.00	-1.1	-6.2	-13.9	5.4	OK	OK	OK	OK	7.3	3.3
108	1001	beam	0.3	-282.300	4.628	6.666	30.00	30.00	-1.1	-7.7	-13.7	2.5	OK	OK	OK	OK	7.2	4.0
107	1001	beam	0.3	-299.000	38.080	5.662	30.00	30.00	-1.1	-8.7	-13.9	20.3	OK	OK	OK	OK	7.3	4.6
106	1001	beam	0.3	-316.800	8.792	4.485	30.00	30.00	-1.0	-9.9	-14.0	4.7	OK	OK	OK	OK	7.4	5.2
105	1001	beam	0.3	-331.500	-8.884	-4.482	30.00	30.00	-1.1	-14.5	-10.5	-4.7	OK	OK	OK	OK	5.5	7.7
104	1001	beam	0.3	-345.600	12.940	5.364	30.00	30.00	-1.2	-10.6	-15.5	6.9	OK	OK	OK	OK	8.1	5.6
103	1001	beam	0.3	-360.000	6.751	6.831	30.00	30.00	-1.3	-10.5	-16.7	3.6	OK	OK	OK	OK	8.8	5.5
102	1001	beam	0.3	-373.400	-13.380	-6.832	30.00	30.00	-1.3	-17.2	-11.0	-7.1	OK	OK	OK	OK	5.8	9.0
101	1001	beam	0.3	-386.800	-5.532	-3.935	30.00	30.00	-1.2	-16.4	-12.8	-3.0	OK	OK	OK	OK	6.8	8.6
100	1001	beam	0.3	-400.300	13.830	5.727	30.00	30.00	-1.3	-12.5	-17.7	7.4	OK	OK	OK	OK	9.3	6.6
99	1001	beam	0.3	-413.500	-12.680	-5.725	30.00	30.00	-1.4	-18.2	-13.0	-6.8	OK	OK	OK	OK	6.9	9.6
98	1001	beam	0.3	-426.600	-17.010	-2.979	30.00	30.00	-1.2	-17.5	-14.8	-9.1	OK	OK	OK	OK	7.8	9.2
97	1001	beam	0.3	-439.700	17.490	3.078	30.00	30.00	-1.3	-15.2	-18.0	9.3	OK	OK	OK	OK	9.5	8.0
96	1001	beam	0.3	-453.300	-6.577	-3.078	30.00	30.00	-1.3	-18.5	-15.7	-3.5	OK	OK	OK	OK	8.3	9.7
95	1001	beam	0.3	-466.000	-20.130	-2.708	30.00	30.00	-1.3	-18.8	-16.4	-10.8	OK	OK	OK	OK	8.6	9.9
94	1001	beam	0.3	-478.600	4.706	2.710	30.00	30.00	-1.4	-16.9	-19.3	2.5	OK	OK	OK	OK	10.2	8.9
93	1001	beam	0.3	-491.400	6.764	1.694	30.00	30.00	-1.4	-17.8	-19.3	3.6	OK	OK	OK	OK	10.2	9.4
92	1001	beam	0.3	-503.600	-15.500	-3.589	30.00	30.00	-1.5	-20.6	-17.4	-8.3	OK	OK	OK	OK	9.2	10.9
91	1001	beam	0.3	-515.800	-6.791	-5.061	30.00	30.00	-1.6	-21.8	-17.2	-3.6	OK	OK	OK	OK	9.1	11.5
90	1001	beam	0.3	-528.100	22.080	5.070	30.00	30.00	-1.6	-17.7	-22.2	11.8	OK	OK	OK	OK	11.7	9.3
89	1001	beam	0.3	-540.400	-11.630	-2.810	30.00	30.00	-1.5	-21.7	-19.1	-6.2	OK	OK	OK	OK	10.1	11.4
88	1001	beam	0.3	-551.900	-10.700	-5.128	30.00	30.00	-1.7	-23.2	-18.5	-5.7	OK	OK	OK	OK	9.8	12.2
87	1001	beam	0.3	-563.500	25.360	5.138	30.00	30.00	-1.7	-19.0	-23.6	13.5	OK	OK	OK	OK	12.4	10.0
86	1001	beam	0.3	-575.800	4.284	1.275	30.00	30.00	-1.5	-21.2	-22.3	2.3	OK	OK	OK	OK	11.8	11.1
85	1001	beam	0.3	-587.000	6.533	2.680	30.00	30.00	-1.6	-21.0	-23.4	3.5	OK	OK	OK	OK	12.3	11.0
84	1001	beam	0.3	-618.700	-1.727	-2.681	30.00	30.00	-1.7	-24.6	-22.2	-0.9	OK	OK	OK	OK	11.7	12.9
83	1001	beam	0.3	-628.400	-3.168	-2.336	30.00	30.00	-1.7	-24.8	-22.7	-1.7	OK	OK	OK	OK	11.9	13.1
82	1001	beam	0.3	-638.000	4.245	2.554	30.00	30.00	-1.8	-23.0	-25.3	2.3	OK	OK	OK	OK	13.3	12.1
81	1001	beam	0.3	-647.100	-11.080	-2.554	30.00	30.00	-1.8	-25.6	-23.3	-5.9	OK	OK	OK	OK	12.3	13.5
80	1001	beam	0.3	-656.000	14.800	3.300	30.00	30.00	-1.9	-23.3	-26.3	7.9	OK	OK	OK	OK	13.8	12.3



79	1001	beam	0.3	-664.700	-14.240	-3.299	30.00	30.00	-1.9	-26.6	-23.6	-7.6	OK	OK	OK	OK	12.4	14.0
78	1001	beam	0.3	-672.800	17.670	3.984	30.00	30.00	-1.9	-23.6	-27.2	9.4	OK	OK	OK	OK	14.3	12.4
77	1001	beam	0.3	-680.800	-11.530	-3.984	30.00	30.00	-2.0	-27.5	-23.9	-6.2	OK	OK	OK	OK	12.6	14.5
76	1001	beam	0.3	-688.100	8.114	3.282	30.00	30.00	-1.9	-24.5	-27.5	4.3	OK	OK	OK	OK	14.5	12.9
75	1001	beam	0.3	-694.900	-4.025	-3.278	30.00	30.00	-2.0	-27.7	-24.8	-2.2	OK	OK	OK	OK	13.0	14.6
74	1001	beam	0.3	-701.100	-1.575	-2.463	30.00	30.00	-1.9	-27.6	-25.4	-0.8	OK	OK	OK	OK	13.4	14.5
73	1001	beam	0.3	-707.000	3.865	2.921	30.00	30.00	-2.0	-25.4	-28.0	2.1	OK	OK	OK	OK	14.8	13.4
72	1001	beam	0.3	-712.200	-9.265	-2.923	30.00	30.00	-2.0	-28.2	-25.6	-4.9	OK	OK	OK	OK	13.5	14.9
71	1001	beam	0.3	-717.200	15.670	4.203	30.00	30.00	-2.1	-25.2	-29.0	8.4	OK	OK	OK	OK	15.3	13.3
70	1001	beam	0.3	-721.800	-13.820	-4.196	30.00	30.00	-2.1	-29.2	-25.4	-7.4	OK	OK	OK	OK	13.4	15.4
69	1001	beam	0.3	-725.800	18.050	5.048	30.00	30.00	-2.1	-25.1	-29.7	9.6	OK	OK	OK	OK	15.6	13.2
68	1001	beam	0.3	-729.600	-12.910	-5.051	30.00	30.00	-2.1	-29.8	-25.3	-6.9	OK	OK	OK	OK	13.3	15.7
67	1001	beam	0.3	-732.700	9.040	4.275	30.00	30.00	-2.1	-25.8	-29.6	4.8	OK	OK	OK	OK	15.6	13.6
66	1001	beam	0.3	-735.500	-4.542	-4.276	30.00	30.00	-2.1	-29.7	-25.9	-2.4	OK	OK	OK	OK	13.6	15.6
65	1001	beam	0.3	-737.700	-1.376	-3.351	30.00	30.00	-2.1	-29.4	-26.4	-0.7	OK	OK	OK	OK	13.9	15.5
64	1001	beam	0.3	-739.400	2.487	3.568	30.00	30.00	-2.1	-26.3	-29.5	1.3	OK	OK	OK	OK	15.6	13.9
63	1001	beam	0.3	-740.600	-10.800	-3.567	30.00	30.00	-2.1	-29.6	-26.4	-5.8	OK	OK	OK	OK	13.9	15.6
62	1001	beam	0.3	-741.500	12.920	3.994	30.00	30.00	-2.1	-26.2	-29.8	6.9	OK	OK	OK	OK	15.7	13.8
61	1001	beam	0.3	-741.800	-17.320	-3.990	30.00	30.00	-2.1	-29.8	-26.2	-9.3	OK	OK	OK	OK	13.8	15.7
60	1001	beam	0.3	-741.700	16.140	3.747	30.00	30.00	-2.1	-26.3	-29.7	8.6	OK	OK	OK	OK	15.6	13.9
59	1001	beam	0.3	-741.200	-13.710	-3.744	30.00	30.00	-2.1	-29.7	-26.3	-7.3	OK	OK	OK	OK	13.8	15.6
58	1001	beam	0.3	-740.100	10.580	3.111	30.00	30.00	-2.1	-26.6	-29.4	5.7	OK	OK	OK	OK	15.5	14.0
57	1001	beam	0.3	-738.900	-2.091	-3.109	30.00	30.00	-2.1	-29.3	-26.5	-1.1	OK	OK	OK	OK	14.0	15.4
56	1001	beam	0.3	-737.000	2.585	3.208	30.00	30.00	-2.1	-26.4	-29.3	1.4	OK	OK	OK	OK	15.4	13.9
55	1001	beam	0.3	-734.700	5.378	4.290	30.00	30.00	-2.1	-25.8	-29.7	2.9	OK	OK	OK	OK	15.6	13.6
54	1001	beam	0.3	-731.600	-8.666	-4.289	30.00	30.00	-2.1	-29.6	-25.7	-4.6	OK	OK	OK	OK	13.5	15.6
53	1001	beam	0.3	-728.300	12.610	5.080	30.00	30.00	-2.1	-25.2	-29.8	6.7	OK	OK	OK	OK	15.7	13.3
52	1001	beam	0.3	-724.200	-18.330	-5.084	30.00	30.00	-2.1	-29.7	-25.1	-9.8	OK	OK	OK	OK	13.2	15.6
51	1001	beam	0.3	-719.900	13.580	4.132	30.00	30.00	-2.1	-25.3	-29.1	7.3	OK	OK	OK	OK	15.3	13.3
50	1001	beam	0.3	-715.000	-15.910	-4.140	30.00	30.00	-2.0	-28.9	-25.1	-8.5	OK	OK	OK	OK	13.2	15.2
49	1001	beam	0.3	-709.700	9.183	2.800	30.00	30.00	-2.0	-25.6	-28.1	4.9	OK	OK	OK	OK	14.8	13.4
48	1001	beam	0.3	-704.100	-3.846	-2.801	30.00	30.00	-2.0	-27.9	-25.3	-2.1	OK	OK	OK	OK	13.3	14.7
47	1001	beam	0.3	-698.000	2.001	2.428	30.00	30.00	-1.9	-25.3	-27.5	1.1	OK	OK	OK	OK	14.5	13.3
46	1001	beam	0.3	-691.600	4.348	3.302	30.00	30.00	-1.9	-24.6	-27.6	2.3	OK	OK	OK	OK	14.5	13.0
45	1001	beam	0.3	-684.500	-7.481	-3.298	30.00	30.00	-1.9	-27.4	-24.4	-4.0	OK	OK	OK	OK	12.8	14.4
44	1001	beam	0.3	-677.000	11.830	4.174	30.00	30.00	-2.0	-23.7	-27.5	6.3	OK	OK	OK	OK	14.5	12.5
43	1001	beam	0.3	-668.900	-17.160	-4.169	30.00	30.00	-1.9	-27.2	-23.4	-9.2	OK	OK	OK	OK	12.3	14.3
42	1001	beam	0.3	-660.500	14.310	3.598	30.00	30.00	-1.9	-23.3	-26.6	7.6	OK	OK	OK	OK	14.0	12.3
41	1001	beam	0.3	-651.800	-15.040	-3.607	30.00	30.00	-1.9	-26.3	-23.0	-8.0	OK	OK	OK	OK	12.1	13.8
40	1001	beam	0.3	-642.700	10.180	2.633	30.00	30.00	-1.8	-23.1	-25.5	5.4	OK	OK	OK	OK	13.4	12.2
39	1001	beam	0.3	-633.400	-5.783	-2.635	30.00	30.00	-1.8	-25.1	-22.7	-3.1	OK	OK	OK	OK	12.0	13.2
38	1001	beam	0.3	-623.700	1.647	1.805	30.00	30.00	-1.7	-22.8	-24.4	0.9	OK	OK	OK	OK	12.8	12.0
37	1001	beam	0.3	-613.900	0.529	1.916	30.00	30.00	-1.7	-22.3	-24.1	0.3	OK	OK	OK	OK	12.7	11.8
36	1001	beam	0.3	-582.000	-6.129	-1.919	30.00	30.00	-1.6	-22.9	-21.1	-3.3	OK	OK	OK	OK	11.1	12.0

35	1001	beam	0.3	-570.900	-2.543	-0.593	30.00	30.00	-1.5	-21.8	-21.3	-1.4	OK	OK	OK	OK	11.2	11.5
34	1001	beam	0.3	-558.600	-24.220	-5.202	30.00	30.00	-1.7	-23.5	-18.8	-12.9	OK	OK	OK	OK	9.9	12.3
33	1001	beam	0.3	-547.100	8.612	5.201	30.00	30.00	-1.7	-18.3	-23.0	4.6	OK	OK	OK	OK	12.1	9.6
32	1001	beam	0.3	-535.700	13.030	3.336	30.00	30.00	-1.5	-18.7	-21.7	7.0	OK	OK	OK	OK	11.4	9.9
31	1001	beam	0.3	-523.700	-19.210	-4.675	30.00	30.00	-1.6	-21.9	-17.7	-10.3	OK	OK	OK	OK	9.3	11.5
30	1001	beam	0.3	-511.700	5.892	4.673	30.00	30.00	-1.6	-17.2	-21.4	3.1	OK	OK	OK	OK	11.3	9.1
29	1001	beam	0.3	-499.700	15.870	3.397	30.00	30.00	-1.5	-17.3	-20.4	8.5	OK	OK	OK	OK	10.7	9.1
28	1001	beam	0.3	-487.900	-4.018	-0.831	30.00	30.00	-1.3	-18.8	-18.1	-2.1	OK	OK	OK	OK	9.5	9.9
27	1001	beam	0.3	-475.200	-5.170	-1.952	30.00	30.00	-1.3	-18.8	-17.1	-2.8	OK	OK	OK	OK	9.0	9.9
26	1001	beam	0.3	-462.600	16.350	1.948	30.00	30.00	-1.3	-16.6	-18.4	8.7	OK	OK	OK	OK	9.7	8.7
25	1001	beam	0.3	-450.100	10.520	3.870	30.00	30.00	-1.4	-15.3	-18.8	5.6	OK	OK	OK	OK	9.9	8.0
24	1001	beam	0.3	-437.000	-12.660	-3.871	30.00	30.00	-1.3	-18.3	-14.8	-6.8	OK	OK	OK	OK	7.8	9.6
23	1001	beam	0.3	-423.900	13.370	4.030	30.00	30.00	-1.3	-14.2	-17.8	7.1	OK	OK	OK	OK	9.4	7.5
22	1001	beam	0.3	-410.800	14.240	7.117	30.00	30.00	-1.4	-12.3	-18.7	7.6	OK	OK	OK	OK	9.9	6.5
21	1001	beam	0.3	-397.500	-12.970	-7.116	30.00	30.00	-1.4	-18.2	-11.8	-6.9	OK	OK	OK	OK	6.2	9.6
20	1001	beam	0.3	-383.700	-3.233	-4.308	30.00	30.00	-1.2	-16.4	-12.6	-1.7	OK	OK	OK	OK	6.6	8.7
19	1001	beam	0.3	-370.200	6.829	5.090	30.00	30.00	-1.2	-11.7	-16.3	3.6	OK	OK	OK	OK	8.6	6.2
18	1001	beam	0.3	-356.700	-5.728	-5.095	30.00	30.00	-1.2	-15.8	-11.2	-3.1	OK	OK	OK	OK	5.9	8.3
17	1001	beam	0.3	-342.500	-12.820	-3.857	30.00	30.00	-1.1	-14.7	-11.2	-6.8	OK	OK	OK	OK	5.9	7.7
16	1001	beam	0.3	-328.900	5.168	2.199	30.00	30.00	-1.0	-11.4	-13.4	2.8	OK	OK	OK	OK	7.1	6.0
15	1001	beam	0.3	-315.000	-0.034	-2.198	30.00	30.00	-0.9	-12.9	-10.9	0.0	OK	OK	OK	OK	5.7	6.8
14	1001	beam	0.3	-299.100	-27.560	-3.778	30.00	30.00	-1.0	-13.0	-9.6	-14.7	OK	OK	OK	OK	5.0	6.8
13	1001	beam	0.3	-283.200	-9.164	-5.761	30.00	30.00	-1.0	-13.3	-8.1	-4.9	OK	OK	OK	OK	4.3	7.0
12	1001	beam	0.3	-267.300	-12.720	-8.113	30.00	30.00	-1.1	-13.8	-6.4	-6.8	OK	OK	OK	OK	3.4	7.2
11	1001	beam	0.3	-250.100	-34.590	-14.490	30.00	30.00	-1.4	-16.0	-2.8	-18.5	OK	OK	OK	OK	1.5	8.4
10	1001	beam	0.3	-230.400	-36.820	-21.300	30.00	30.00	-1.8	-18.9	4.1	-19.7	OK	OK	OK	OK	2.2	9.9
9	1001	beam	0.3	-211.300	-12.680	-23.640	30.00	30.00	-1.9	-19.5	8.7	-6.8	OK	OK	OK	OK	4.6	10.3
8	1001	beam	0.3	-191.100	-12.320	-25.910	30.00	30.00	-2.1	-20.0	14.1	-6.6	OK	OK	OK	OK	7.4	10.5
7	1001	beam	0.3	-168.800	-24.610	-30.450	30.00	30.00	-2.4	-21.5	23.8	-13.1	OK	OK	OK	OK	12.5	11.3
6	1001	beam	0.3	-145.200	-7.291	-31.800	30.00	30.00	-2.5	-21.1	29.3	-3.9	OK	OK	OK	OK	15.4	11.1
5	1001	beam	0.3	-121.300	21.880	31.800	30.00	30.00	-2.5	32.8	-20.1	11.7	OK	OK	OK	OK	10.6	17.3
4	1001	beam	0.3	-96.830	16.430	27.760	30.00	30.00	-2.2	30.0	-17.1	8.8	OK	OK	OK	OK	9.0	15.8
3	1001	beam	0.3	-71.790	26.360	24.730	30.00	30.00	-1.9	28.9	-14.6	14.1	OK	OK	OK	OK	7.7	15.2

**CENTINE 1 HE 200 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 28 GIORNI**

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
118	1001	beam	0.3	-64.610	-2.042	-0.511	30.00	30.00	-0.2	-2.0	-1.7	-1.1	OK	OK	OK	OK	0.9	1.1
117	1001	beam	0.3	-128.400	-49.130	-9.583	30.00	30.00	-0.9	-7.2	0.1	-26.2	OK	OK	OK	OK	0.1	3.8
116	1001	beam	0.3	-126.200	-51.400	-19.080	30.00	30.00	-1.7	-11.1	11.5	-27.5	OK	OK	OK	OK	6.0	5.8
115	1001	beam	0.3	-188.900	-13.530	-21.580	30.00	30.00	-1.9	-13.7	7.7	-7.2	OK	OK	OK	OK	4.1	7.2
114	1001	beam	0.3	-249.300	-29.620	-27.040	30.00	30.00	-2.4	-17.5	8.5	-15.8	OK	OK	OK	OK	4.5	9.2
113	1001	beam	0.3	-246.700	-39.270	-34.300	30.00	30.00	-3.1	-20.4	18.2	-21.0	OK	OK	OK	OK	9.6	10.8
112	1001	beam	0.3	-245.300	-39.290	-41.560	30.00	30.00	-3.7	-23.2	28.9	-21.0	OK	OK	OK	OK	15.2	12.2
111	1001	beam	0.3	-302.600	-39.290	41.560	30.00	30.00	-3.7	21.6	-24.9	-21.0	OK	OK	OK	OK	13.1	11.4
110	1001	beam	0.3	-371.000	-39.290	45.250	30.00	30.00	-4.1	18.8	-28.2	-21.0	OK	OK	OK	OK	14.8	9.9
109	1001	beam	0.3	-381.400	-39.290	101.400	30.00	30.00	-9.1	101.5	-49.1	-21.0	OK	OK	OK	OK	25.9	53.4
108	1001	beam	0.3	-412.200	-205.000	-101.400	30.00	30.00	-9.1	-50.3	96.8	-109.5	OK	OK	OK	OK	51.0	26.5
107	1001	beam	0.3	-470.900	-55.920	-56.960	30.00	30.00	-5.1	-35.6	23.3	-29.9	OK	OK	OK	OK	12.3	18.7
106	1001	beam	0.3	-520.500	-64.600	-44.850	30.00	30.00	-4.1	-31.6	5.4	-34.5	OK	OK	OK	OK	2.9	16.6
105	1001	beam	0.3	-571.500	-99.370	-30.860	30.00	30.00	-3.2	-27.3	-5.8	-53.1	OK	OK	OK	OK	3.0	14.4
104	1001	beam	0.3	-620.000	-19.520	-9.343	30.00	30.00	-2.2	-21.2	-14.7	-10.4	OK	OK	OK	OK	7.7	11.2
103	1001	beam	0.3	-665.400	-6.874	-5.115	30.00	30.00	-2.1	-21.0	-17.5	-3.7	OK	OK	OK	OK	9.2	11.1
102	1001	beam	0.3	-707.800	-39.730	-4.978	30.00	30.00	-2.2	-22.2	-18.7	-21.2	OK	OK	OK	OK	9.9	11.7
101	1001	beam	0.3	-748.500	-16.300	-8.508	30.00	30.00	-2.5	-24.6	-18.7	-8.7	OK	OK	OK	OK	9.8	13.0
100	1001	beam	0.3	-787.000	27.750	8.509	30.00	30.00	-2.6	-19.8	-25.7	14.8	OK	OK	OK	OK	13.5	10.4
99	1001	beam	0.3	-823.100	-20.830	-7.014	30.00	30.00	-2.6	-26.3	-21.4	-11.1	OK	OK	OK	OK	11.2	13.8
98	1001	beam	0.3	-856.200	-20.530	-11.460	30.00	30.00	-3.0	-28.8	-20.8	-11.0	OK	OK	OK	OK	10.9	15.1
97	1001	beam	0.3	-887.100	37.940	11.470	30.00	30.00	-3.1	-21.7	-29.7	20.3	OK	OK	OK	OK	15.6	11.4
96	1001	beam	0.3	-916.700	-12.240	-5.902	30.00	30.00	-2.8	-28.6	-24.5	-6.5	OK	OK	OK	OK	12.9	15.0
95	1001	beam	0.3	-942.500	-20.970	-10.440	30.00	30.00	-3.2	-30.9	-23.6	-11.2	OK	OK	OK	OK	12.4	16.3
94	1001	beam	0.3	-966.300	19.470	10.440	30.00	30.00	-3.2	-24.3	-31.6	10.4	OK	OK	OK	OK	16.6	12.8
93	1001	beam	0.3	-988.900	11.910	6.228	30.00	30.00	-3.1	-26.4	-30.8	6.4	OK	OK	OK	OK	16.2	13.9
92	1001	beam	0.3	-1008.000	-18.760	-7.714	30.00	30.00	-3.2	-31.8	-26.5	-10.0	OK	OK	OK	OK	13.9	16.8
91	1001	beam	0.3	-1026.000	8.250	7.714	30.00	30.00	-3.2	-27.0	-32.4	4.4	OK	OK	OK	OK	17.0	14.2
90	1001	beam	0.3	-1042.000	43.560	5.928	30.00	30.00	-3.2	-28.1	-32.2	23.3	OK	OK	OK	OK	17.0	14.8
89	1001	beam	0.3	-1058.000	-17.040	-3.499	30.00	30.00	-3.1	-31.8	-29.4	-9.1	OK	OK	OK	OK	15.5	16.7
88	1001	beam	0.3	-1070.000	7.689	1.473	30.00	30.00	-3.0	-30.4	-31.5	4.1	OK	OK	OK	OK	16.6	16.0
87	1001	beam	0.3	-1082.000	54.810	13.340	30.00	30.00	-3.7	-26.7	-35.9	29.3	OK	OK	OK	OK	18.9	14.0
86	1001	beam	0.3	-1094.000	13.060	16.170	30.00	30.00	-3.9	-26.0	-37.3	7.0	OK	OK	OK	OK	19.6	13.7
85	1001	beam	0.3	-1103.000	26.000	21.800	30.00	30.00	-4.2	-24.3	-39.5	13.9	OK	OK	OK	OK	20.8	12.8
84	1001	beam	0.3	-1126.000	-1.748	-21.800	30.00	30.00	-4.3	-40.2	-25.0	-0.9	OK	OK	OK	OK	13.1	21.1
83	1001	beam	0.3	-1132.000	1.721	21.800	30.00	30.00	-4.3	-25.2	-40.3	0.9	OK	OK	OK	OK	21.2	13.2
82	1001	beam	0.3	-1137.000	5.344	22.880	30.00	30.00	-4.4	-24.9	-40.9	2.9	OK	OK	OK	OK	21.5	13.1
81	1001	beam	0.3	-1141.000	-17.580	-22.880	30.00	30.00	-4.4	-41.0	-25.0	-9.4	OK	OK	OK	OK	13.2	21.6
80	1001	beam	0.3	-1145.000	15.900	22.540	30.00	30.00	-4.4	-25.3	-41.0	8.5	OK	OK	OK	OK	21.6	13.3

79	1001	beam	0.3	-1147.000	-33.770	-22.540	30.00	30.00	-4.4	-41.0	-25.3	-18.0	OK	OK	OK	OK	13.3	21.6
78	1001	beam	0.3	-1149.000	15.980	18.960	30.00	30.00	-4.2	-26.6	-39.8	8.5	OK	OK	OK	OK	21.0	14.0
77	1001	beam	0.3	-1150.000	-35.670	-18.960	30.00	30.00	-4.2	-39.9	-26.7	-19.1	OK	OK	OK	OK	14.0	21.0
76	1001	beam	0.3	-1151.000	2.775	12.350	30.00	30.00	-3.8	-29.0	-37.6	1.5	OK	OK	OK	OK	19.8	15.3
75	1001	beam	0.3	-1152.000	-18.590	-12.350	30.00	30.00	-3.8	-37.6	-29.0	-9.9	OK	OK	OK	OK	15.3	19.8
74	1001	beam	0.3	-1152.000	-7.211	-8.615	30.00	30.00	-3.6	-36.3	-30.3	-3.9	OK	OK	OK	OK	16.0	19.1
73	1001	beam	0.3	-1152.000	0.144	7.193	30.00	30.00	-3.6	-30.8	-35.8	0.1	OK	OK	OK	OK	18.9	16.2
72	1001	beam	0.3	-1151.000	-16.880	-7.193	30.00	30.00	-3.6	-35.8	-30.8	-9.0	OK	OK	OK	OK	16.2	18.8
71	1001	beam	0.3	-1150.000	16.260	7.066	30.00	30.00	-3.5	-30.8	-35.7	8.7	OK	OK	OK	OK	18.8	16.2
70	1001	beam	0.3	-1148.000	-30.170	-7.064	30.00	30.00	-3.5	-35.7	-30.7	-16.1	OK	OK	OK	OK	16.2	18.8
69	1001	beam	0.3	-1147.000	19.400	4.895	30.00	30.00	-3.4	-31.5	-34.9	10.4	OK	OK	OK	OK	18.4	16.6
68	1001	beam	0.3	-1145.000	-29.640	-4.888	30.00	30.00	-3.4	-34.8	-31.4	-15.8	OK	OK	OK	OK	16.5	18.3
67	1001	beam	0.3	-1143.000	7.835	1.068	30.00	30.00	-3.2	-32.7	-33.4	4.2	OK	OK	OK	OK	17.6	17.2
66	1001	beam	0.3	-1141.000	-15.170	-2.542	30.00	30.00	-3.3	-33.9	-32.1	-8.1	OK	OK	OK	OK	16.9	17.8
65	1001	beam	0.3	-1138.000	-6.704	-3.889	30.00	30.00	-3.3	-34.3	-31.6	-3.6	OK	OK	OK	OK	16.6	18.0
64	1001	beam	0.3	-1136.000	-1.344	-4.164	30.00	30.00	-3.4	-34.3	-31.4	-0.7	OK	OK	OK	OK	16.5	18.1
63	1001	beam	0.3	-1134.000	-19.580	-8.102	30.00	30.00	-3.6	-35.6	-30.0	-10.5	OK	OK	OK	OK	15.8	18.7
62	1001	beam	0.3	-1132.000	14.500	8.103	30.00	30.00	-3.6	-29.9	-35.6	7.7	OK	OK	OK	OK	18.7	15.7
61	1001	beam	0.3	-1129.000	-31.120	-11.450	30.00	30.00	-3.7	-36.6	-28.7	-16.6	OK	OK	OK	OK	15.1	19.3
60	1001	beam	0.3	-1128.000	16.940	11.440	30.00	30.00	-3.7	-28.6	-36.6	9.0	OK	OK	OK	OK	19.3	15.1
59	1001	beam	0.3	-1126.000	-29.790	-14.020	30.00	30.00	-3.9	-37.5	-27.7	-15.9	OK	OK	OK	OK	14.6	19.7
58	1001	beam	0.3	-1126.000	3.978	14.030	30.00	30.00	-3.9	-27.7	-37.5	2.1	OK	OK	OK	OK	19.7	14.6
57	1001	beam	0.3	-1125.000	-15.140	-16.270	30.00	30.00	-4.0	-38.2	-26.9	-8.1	OK	OK	OK	OK	14.1	20.1
56	1001	beam	0.3	-1125.000	-8.854	-18.050	30.00	30.00	-4.1	-38.8	-26.3	-4.7	OK	OK	OK	OK	13.8	20.4
55	1001	beam	0.3	-1127.000	1.120	18.060	30.00	30.00	-4.1	-26.3	-38.9	0.6	OK	OK	OK	OK	20.5	13.8
54	1001	beam	0.3	-1128.000	-19.260	-21.710	30.00	30.00	-4.3	-40.2	-25.1	-10.3	OK	OK	OK	OK	13.2	21.2
53	1001	beam	0.3	-1131.000	19.960	21.710	30.00	30.00	-4.3	-25.2	-40.3	10.7	OK	OK	OK	OK	21.2	13.2
52	1001	beam	0.3	-1135.000	-26.290	-22.990	30.00	30.00	-4.4	-40.8	-24.8	-14.0	OK	OK	OK	OK	13.1	21.5
51	1001	beam	0.3	-1140.000	23.490	22.990	30.00	30.00	-4.4	-25.0	-41.0	12.5	OK	OK	OK	OK	21.6	13.1
50	1001	beam	0.3	-1146.000	-20.170	-22.320	30.00	30.00	-4.4	-40.9	-25.4	-10.8	OK	OK	OK	OK	13.4	21.5
49	1001	beam	0.3	-1152.000	9.968	22.320	30.00	30.00	-4.4	-25.5	-41.1	5.3	OK	OK	OK	OK	21.6	13.4
48	1001	beam	0.3	-1161.000	-1.181	-20.550	30.00	30.00	-4.3	-40.7	-26.4	-0.6	OK	OK	OK	OK	13.9	21.4
47	1001	beam	0.3	-1170.000	5.737	20.550	30.00	30.00	-4.3	-26.7	-41.0	3.1	OK	OK	OK	OK	21.6	14.0
46	1001	beam	0.3	-1181.000	29.440	19.400	30.00	30.00	-4.3	-27.4	-40.9	15.7	OK	OK	OK	OK	21.5	14.4
45	1001	beam	0.3	-1193.000	7.357	13.490	30.00	30.00	-4.0	-29.8	-39.2	3.9	OK	OK	OK	OK	20.6	15.7
44	1001	beam	0.3	-1205.000	62.410	12.010	30.00	30.00	-4.0	-30.7	-39.0	33.3	OK	OK	OK	OK	20.5	16.1
43	1001	beam	0.3	-1221.000	13.490	3.245	30.00	30.00	-3.5	-34.2	-36.4	7.2	OK	OK	OK	OK	19.2	18.0
42	1001	beam	0.3	-1235.000	75.550	18.430	30.00	30.00	-4.4	-29.3	-42.1	40.4	OK	OK	OK	OK	22.2	15.4
41	1001	beam	0.3	-1253.000	42.090	26.890	30.00	30.00	-4.9	-26.9	-45.6	22.5	OK	OK	OK	OK	24.0	14.1
40	1001	beam	0.3	-1268.000	75.600	42.090	30.00	30.00	-5.8	-22.0	-51.3	40.4	OK	OK	OK	OK	27.0	11.6
39	1001	beam	0.3	-1286.000	65.380	55.210	30.00	30.00	-6.5	-18.0	-56.4	34.9	OK	OK	OK	OK	29.7	9.5
38	1001	beam	0.3	-1302.000	49.490	65.160	30.00	30.00	-7.1	-15.0	-60.4	26.4	OK	OK	OK	OK	31.8	7.9
37	1001	beam	0.3	-1316.000	52.020	75.610	30.00	30.00	-7.7	-11.4	-64.5	27.8	OK	OK	OK	OK	33.9	6.0
36	1001	beam	0.3	-1349.000	-23.380	-75.610	30.00	30.00	-7.8	-65.4	-12.5	-12.5	OK	OK	OK	OK	6.6	34.4

35	1001	beam	0.3	-1359.000	-7.823	-70.550	30.00	30.00	-7.5	-63.9	-14.7	-4.2	OK	OK	OK	OK	7.8	33.6
34	1001	beam	0.3	-1365.000	-75.460	-68.860	30.00	30.00	-7.5	-63.5	-15.5	-40.3	OK	OK	OK	OK	8.2	33.4
33	1001	beam	0.3	-1371.000	-52.720	-52.520	30.00	30.00	-6.6	-57.9	-21.4	-28.2	OK	OK	OK	OK	11.2	30.5
32	1001	beam	0.3	-1374.000	9.602	43.180	30.00	30.00	-6.1	-24.7	-54.8	5.1	OK	OK	OK	OK	28.8	13.0
31	1001	beam	0.3	-1372.000	-65.820	-43.180	30.00	30.00	-6.1	-54.7	-24.6	-35.2	OK	OK	OK	OK	13.0	28.8
30	1001	beam	0.3	-1368.000	-54.670	-28.940	30.00	30.00	-5.3	-49.6	-29.5	-29.2	OK	OK	OK	OK	15.5	26.1
29	1001	beam	0.3	-1361.000	-18.930	-17.090	30.00	30.00	-4.7	-45.3	-33.4	-10.1	OK	OK	OK	OK	17.6	23.9
28	1001	beam	0.3	-1350.000	-51.880	-13.000	30.00	30.00	-4.4	-43.6	-34.5	-27.7	OK	OK	OK	OK	18.2	22.9
27	1001	beam	0.3	-1333.000	-81.140	-15.800	30.00	30.00	-4.5	-44.1	-33.1	-43.3	OK	OK	OK	OK	17.4	23.2
26	1001	beam	0.3	-1316.000	-46.920	-25.960	30.00	30.00	-5.0	-47.1	-29.0	-25.1	OK	OK	OK	OK	15.3	24.8
25	1001	beam	0.3	-1295.000	-44.550	-35.600	30.00	30.00	-5.5	-49.9	-25.1	-23.8	OK	OK	OK	OK	13.2	26.2
24	1001	beam	0.3	-1264.000	-118.600	-61.280	30.00	30.00	-6.8	-57.9	-15.2	-63.4	OK	OK	OK	OK	8.0	30.5
23	1001	beam	0.3	-1238.000	-67.180	-75.830	30.00	30.00	-7.5	-62.4	-8.5	-39.9	OK	OK	OK	OK	4.5	32.9
22	1001	beam	0.3	-1210.000	-40.090	-84.510	30.00	30.00	-8.1	-65.1	-2.5	-21.4	OK	OK	OK	OK	1.3	34.3
21	1001	beam	0.3	-1176.000	-38.520	-92.850	30.00	30.00	-8.6	-67.8	5.1	-20.6	OK	OK	OK	OK	2.7	35.7
20	1001	beam	0.3	-1144.000	49.980	92.850	30.00	30.00	-8.6	7.0	-67.0	26.7	OK	OK	OK	OK	35.3	3.7
19	1001	beam	0.3	-1110.000	149.400	82.030	30.00	30.00	-7.7	0.7	-61.6	79.8	OK	OK	OK	OK	32.4	0.4
18	1001	beam	0.3	-1081.000	161.600	49.680	30.00	30.00	-5.6	-14.0	-48.6	86.3	OK	OK	OK	OK	25.6	7.4
17	1001	beam	0.3	-1056.000	122.800	14.720	30.00	30.00	-3.7	-25.4	-35.7	65.6	OK	OK	OK	OK	18.8	13.4
16	1001	beam	0.3	-1016.000	156.900	45.850	30.00	30.00	-5.3	-13.4	-45.4	83.8	OK	OK	OK	OK	23.9	7.1
15	1001	beam	0.3	-960.000	140.300	76.220	30.00	30.00	-7.1	4.5	-55.5	74.9	OK	OK	OK	OK	29.2	2.4
14	1001	beam	0.3	-887.300	55.910	88.330	30.00	30.00	-8.0	21.1	-59.0	29.9	OK	OK	OK	OK	31.0	11.1
13	1001	beam	0.3	-784.400	144.529	136.500	30.00	30.00	-12.3	97.7	-75.5	77.2	OK	OK	OK	OK	39.7	51.4
12	1001	beam	0.3	-721.300	137.647	-136.500	30.00	30.00	-12.3	-73.5	106.3	73.5	OK	OK	OK	OK	56.0	38.7
11	1001	beam	0.3	-704.700	125.134	-51.970	30.00	30.00	-4.9	-39.1	0.4	66.8	OK	OK	OK	OK	0.2	20.6
10	1001	beam	0.3	-575.500	119.175	-75.010	30.00	30.00	-6.8	-45.7	35.6	63.7	OK	OK	OK	OK	18.7	24.0
9	1001	beam	0.3	-462.900	113.500	75.010	30.00	30.00	-6.8	49.4	-42.5	60.6	OK	OK	OK	OK	22.4	26.0
8	1001	beam	0.3	-464.300	113.300	54.050	30.00	30.00	-4.9	20.3	-34.2	60.5	OK	OK	OK	OK	18.0	10.7
7	1001	beam	0.3	-469.700	95.150	33.120	30.00	30.00	-3.1	-0.8	-25.4	50.8	OK	OK	OK	OK	13.4	0.4
6	1001	beam	0.3	-355.900	32.680	15.550	30.00	30.00	-1.8	-4.9	-15.7	17.5	OK	OK	OK	OK	8.3	2.6
5	1001	beam	0.3	-238.300	63.820	9.516	30.00	30.00	-1.2	-3.6	-10.2	34.1	OK	OK	OK	OK	5.4	1.9
4	1001	beam	0.3	-240.700	59.480	13.250	30.00	30.00	-1.4	-2.3	-11.6	31.8	OK	OK	OK	OK	6.1	1.2
3	1001	beam	0.3	-120.100	-71.850	-13.250	30.00	30.00	-1.2	-8.5	4.3	-38.4	OK	OK	OK	OK	2.3	4.5

**B2/1 SEZIONI RAVVICINATE - TIME LT**

INPUT PLAXIS		Intradosso		Estradosso		VERIFICHE SEZIONALI						APERTURA FESSURE						CHECK							
Element	Node	Height	N	V	M	Af	Af	$\sigma$ [Mpa]	$\sigma_{s.inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s.sup}$ [Mpa]	$\tau$ [kPa]	M fess	$\sigma_{sr}$ [Mpa]	Ac eff [cm2]	pas. [cm]	Srm [cm]	$\epsilon_{sm}$	Wk [mm]	T	CLS	As	As'	Fessurazione	%estra	%intra
AR	259	1.00	-1463.324	333.897	-199.919	22.62	22.62	-2.4	-34.2	-7.0	413.2	778.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	13.4
AR	260	0.99	-1316.515	362.759	-191.240	22.62	22.62	-2.3	-31.7	-5.5	451.2	744.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.2	12.4
AR	261	1.00	-1207.062	365.586	-202.922	22.62	22.62	-2.2	-30.6	-3.3	450.8	733.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	12.0
AR	262	1.00	-1004.658	386.323	-218.584	22.62	22.62	-2.1	-29.2	1.2	477.9	691.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.5	11.4
AR	263	1.00	-868.756	393.784	-219.163	22.62	22.62	-2.0	-27.8	4.7	488.0	663.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.8	10.9
AR	264	1.00	-720.848	399.148	-226.104	22.62	22.62	-2.0	-27.3	11.4	492.2	640.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.5	10.7
AR	265	1.01	-558.641	402.196	-239.281	22.62	22.62	-2.2	-28.2	27.0	493.1	615.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10.6	11.1
AR	266	1.00	-424.140	392.712	-223.867	22.62	22.62	-2.1	-26.6	37.8	484.9	581.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14.8	10.4
AR	267	1.00	-314.835	387.759	-211.387	22.62	22.62	-2.0	-24.7	48.2	477.6	563.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	18.9	9.7
AR	268	1.01	-208.641	376.791	-200.714	22.62	22.62	-1.9	-22.5	60.3	460.2	551.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	23.7	8.8
AR	269	0.99	-117.026	348.286	-169.500	22.62	22.62	-1.7	-18.6	63.7	432.9	516.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	25.0	7.3
AR	270	0.99	-56.103	317.651	-147.185	22.62	22.62	-1.4	-15.2	64.3	394.5	505.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	25.2	6.0
AR	282	1.00	-14.754	-75.454	44.145	22.62	22.62	-0.4	19.5	-4.5	-93.1	503.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.8	7.7
AR	283	1.00	-66.480	-95.780	53.337	22.62	22.62	-0.5	14.4	-6.2	-118.2	513.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.4	5.6
AR	284	1.00	-113.825	-114.507	59.220	22.62	22.62	-0.6	9.8	-7.0	-141.3	522.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	3.8
AR	285	0.99	-165.023	-131.685	61.074	22.62	22.62	-0.6	5.2	-7.4	-163.9	524.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.9	2.0
AR	286	0.99	-228.464	-144.037	69.450	22.62	22.62	-0.6	3.3	-8.5	-178.9	538.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.3	1.3
AR	287	1.00	-293.628	-155.936	74.912	22.62	22.62	-0.7	1.7	-9.5	-192.8	555.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.7	0.7
AR	288	0.99	-348.758	-165.233	74.606	22.62	22.62	-0.7	0.3	-10.1	-205.4	560.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	0.1
AR	289	1.00	-428.182	-175.216	81.232	22.62	22.62	-0.8	-0.5	-11.5	-216.7	580.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.5	0.2
AR	290	1.00	-487.393	-183.879	84.400	22.62	22.62	-0.9	-1.2	-12.5	-226.0	598.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.9	0.5
AR	291	0.99	-542.928	-188.738	78.602	22.62	22.62	-0.9	-2.3	-13.1	-234.9	596.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.1	0.9
AR	292	1.00	-616.331	-191.935	82.429	22.62	22.62	-1.0	-3.1	-14.2	-237.0	618.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.6	1.2
AR	293	1.00	-669.383	-194.754	79.287	22.62	22.62	-1.0	-4.1	-14.8	-240.6	628.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.8	1.6
AR	294	1.00	-723.245	-205.977	69.077	22.62	22.62	-1.0	-5.5	-14.9	-255.3	635.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.8	2.2
AR	295	1.00	-784.089	-200.632	67.076	22.62	22.62	-1.1	-6.5	-15.6	-248.4	648.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.1	2.5
AR	296	0.99	-835.370	-188.088	61.634	22.62	22.62	-1.1	-7.6	-16.0	-233.6	654.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.3	3.0
AR	297	0.99	-877.056	-190.441	51.452	22.62	22.62	-1.1	-8.9	-15.9	-236.7	661.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.2	3.5
AR	298	1.01	-944.291	-176.239	49.647	22.62	22.62	-1.1	-9.8	-16.4	-215.3	693.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.4	3.9
AR	299	1.00	-973.134	-170.823	41.784	22.62	22.62	-1.1	-10.8	-16.4	-210.4	690.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.4	4.2
AR	300	1.00	-1006.916	-156.854	30.613	22.62	22.62	-1.1	-12.1	-16.2	-193.7	693.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.4	4.7
AR	301	1.01	-1055.902	-140.751	26.426	22.62	22.62	-1.1	-13.0	-16.5	-172.6	711.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.5	5.1
AR	302	1.00	-1074.049	-131.217	20.431	22.62	22.62	-1.1	-13.7	-16.4	-161.8	708.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.4	5.4
AR	303	1.00	-1086.267	-120.693	8.636	22.62	22.62	-1.1	-14.7	-15.9	-149.6	704.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.2	5.8
AR	304	1.00	-1109.741	-97.699	4.470	22.62	22.62	-1.1	-15.3	-15.9	-120.8	711.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.2	6.0
AR	305	1.00	-1123.646	-83.539	-1.678	22.62	22.62	-1.1	-15.9	-15.7	-103.0	717.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.1	6.2
AR	306	0.99	-1126.326	-91.292	-7.175	22.62	22.62	-1.1	-16.4	-15.4	-113.6	708.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.1	6.4
CALOTTA	558	0.87	-144.006	3.111	-1.207	22.62	22.62	-0.2	-2.4	-2.2	4.4	411.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	0.9
CALOTTA	559	0.88	-137.102	1.661	-2.662	22.62	22.62	-0.2	-2.4	-1.9	2.3	418.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.9
CALOTTA	560	0.88	-132.448	-0.807	-3.092	22.62	22.62	-0.2	-2.3	-1.8	-1.1	418.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.9
CALOTTA	561	0.88	-127.567	-2.159	-2.975	22.62	22.62	-0.2	-2.3	-1.8	-3.0	411.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.9
CALOTTA	562	0.88	-123.872	-2.667	-2.355	22.62	22.62	-0.1	-2.2	-1.8	-3.7	412.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.8
CALOTTA	563	0.88	-121.701	-2.148	-1.922	22.62	22.62	-0.1	-2.1	-1.8	-3.0	414.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.8
CALOTTA	564	0.86	-117.179	-2.468	-1.293	22.62	22.62	-0.1	-2.0	-1.8	-3.5	397.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.8
CALOTTA	565	0.87	-115.955	-1.397	-0.737	22.62	22.62	-0.1	-1.9	-1.8	-2.0	400.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.8
CALOTTA	566	0.85	-112.298	-1.056	0.023	22.62	22.62	-0.1	-1.8	-1.8	-1.5	386.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.7
CALOTTA	567	0.85	-111.080	-0.538	0.543	22.62	22.62	-0.1	-1.8	-1.9	-0.8	384.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.7
CALOTTA	568	0.84	-108.797	-0.136	1.024	22.62	22.62	-0.1	-1.7	-1.9	-0.2	373.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.7
CALOTTA	569	0.83	-107.469	0.472	1.446	22.62	22.62	-0.1	-1.7	-1.9	0.7	370.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.6
CALOTTA	570	0.83	-106.969	1.995	1.723	22.62	22.62	-0.1	-1.6	-2.0	3.0	366.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.6
CALOTTA	571	0.82	-105.980	2.950	1.908	22.62	22.62	-0.1	-1.6	-2.0	4.4	363.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.6
CALOTTA	572	0.82	-105.695	2.968	1.973	22.62	22.62	-0.1	-1.6	-2.0	4.5	358.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.6

CALOTTA	573	0.82	-105.569	5.075	2.081	22.62	22.62	-0.1	-1.6	-2.0	7.6	358.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.6
CALOTTA	574	0.81	-105.761	4.919	1.938	22.62	22.62	-0.1	-1.6	-2.0	7.5	354.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.6
CALOTTA	575	0.81	-105.932	6.025	1.905	22.62	22.62	-0.1	-1.6	-2.0	9.2	352.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.6
CALOTTA	576	0.81	-105.981	5.643	1.721	22.62	22.62	-0.1	-1.7	-2.0	8.6	348.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.6
CALOTTA	577	0.81	-106.894	6.698	1.525	22.62	22.62	-0.1	-1.7	-2.0	10.3	348.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.7
CALOTTA	578	0.80	-106.848	6.226	1.215	22.62	22.62	-0.1	-1.7	-2.0	9.6	343.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.7
CALOTTA	579	0.80	-108.565	5.718	1.034	22.62	22.62	-0.1	-1.8	-2.0	8.8	345.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.7
CALOTTA	580	0.80	-108.592	6.461	0.631	22.62	22.62	-0.1	-1.8	-1.9	10.0	340.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.7
CALOTTA	581	0.80	-110.472	6.064	0.453	22.62	22.62	-0.1	-1.9	-1.9	9.3	346.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.7
CALOTTA	582	0.80	-110.192	6.781	0.070	22.62	22.62	-0.1	-1.9	-1.9	10.5	340.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	0.7
CALOTTA	583	0.80	-113.055	7.818	-0.448	22.62	22.62	-0.1	-2.0	-1.9	12.0	346.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.8
CALOTTA	584	0.80	-113.982	7.103	-0.980	22.62	22.62	-0.1	-2.1	-1.9	11.0	341.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.8
CALOTTA	585	0.80	-116.233	8.098	-1.482	22.62	22.62	-0.1	-2.2	-1.9	12.5	346.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.8
CALOTTA	586	0.80	-117.724	7.511	-2.091	22.62	22.62	-0.2	-2.2	-1.8	11.6	344.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.9
CALOTTA	587	0.81	-120.353	7.092	-2.738	22.62	22.62	-0.2	-2.3	-1.8	10.9	350.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	0.9
CALOTTA	588	0.81	-121.965	7.660	-3.378	22.62	22.62	-0.2	-2.4	-1.8	11.7	350.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	1.0
CALOTTA	589	0.81	-124.304	7.144	-4.084	22.62	22.62	-0.2	-2.5	-1.7	10.9	355.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	1.0
CALOTTA	590	0.81	-126.281	7.754	-4.820	22.62	22.62	-0.2	-2.6	-1.7	11.8	357.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	1.0
CALOTTA	591	0.82	-128.895	7.028	-5.512	22.62	22.62	-0.2	-2.7	-1.7	10.6	362.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	1.1
CALOTTA	592	0.82	-130.285	8.957	-6.285	22.62	22.62	-0.2	-2.8	-1.6	13.5	362.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	1.1
CALOTTA	593	0.82	-133.469	7.632	-6.885	22.62	22.62	-0.2	-2.9	-1.6	11.4	367.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	1.1
CALOTTA	594	0.83	-135.295	8.195	-7.636	22.62	22.62	-0.2	-3.0	-1.5	12.2	371.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	1.2
CALOTTA	595	0.83	-137.953	8.242	-8.265	22.62	22.62	-0.2	-3.1	-1.5	12.2	375.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	1.2
CALOTTA	596	0.84	-140.291	8.232	-8.954	22.62	22.62	-0.2	-3.2	-1.5	12.2	378.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	1.2
CALOTTA	597	0.85	-144.261	6.734	-9.608	22.62	22.62	-0.2	-3.2	-1.5	9.8	389.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	1.3
CALOTTA	598	0.85	-146.142	6.148	-9.883	22.62	22.62	-0.2	-3.3	-1.5	8.9	392.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	1.3
CALOTTA	599	0.87	-151.545	4.267	-10.091	22.62	22.62	-0.2	-3.3	-1.6	6.1	406.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.6	1.3
CALOTTA	600	0.86	-154.684	3.414	-9.169	22.62	22.62	-0.2	-3.3	-1.7	4.9	404.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	1.3
CALOTTA	601	0.88	-161.462	1.080	-8.494	22.62	22.62	-0.2	-3.3	-1.8	1.5	420.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	1.3
CALOTTA	602	0.88	-165.822	-0.539	-7.392	22.62	22.62	-0.2	-3.3	-2.0	-0.8	419.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	1.3
CALOTTA	603	0.88	-169.321	-1.497	-6.239	22.62	22.62	-0.2	-3.2	-2.2	-2.1	418.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	1.3
CALOTTA	604	0.88	-173.528	-4.152	-4.952	22.62	22.62	-0.2	-3.1	-2.3	-5.8	426.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	1.2
CALOTTA	605	0.88	-175.771	-5.425	-4.109	22.62	22.62	-0.2	-3.1	-2.4	-7.6	424.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	1.2
PIEDRITTO	24	0.88	-156.834	9.577	2.604	22.62	22.62	-0.2	-2.3	-2.7	13.5	416.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	0.9
PIEDRITTO	23	0.86	-159.630	9.241	4.033	22.62	22.62	-0.2	-2.2	-2.9	13.2	403.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	0.9
PIEDRITTO	22	0.85	-162.706	9.185	5.407	22.62	22.62	-0.2	-2.2	-3.2	13.4	390.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	0.9
PIEDRITTO	21	0.85	-169.520	11.052	6.936	22.62	22.62	-0.2	-2.1	-3.4	16.0	396.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	0.8
PIEDRITTO	20	0.85	-172.757	9.117	7.039	22.62	22.62	-0.2	-2.2	-3.5	13.3	394.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	0.9
PIEDRITTO	19	0.84	-174.195	7.827	7.025	22.62	22.62	-0.2	-2.2	-3.5	11.5	386.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	0.9
PIEDRITTO	18	0.84	-178.714	10.795	7.282	22.62	22.62	-0.3	-2.3	-3.6	15.9	386.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	0.9
PIEDRITTO	17	0.84	-181.319	9.503	6.693	22.62	22.62	-0.2	-2.4	-3.6	14.0	388.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	0.9
PIEDRITTO	16	0.85	-185.494	7.545	5.839	22.62	22.62	-0.2	-2.5	-3.5	10.9	399.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	1.0
PIEDRITTO	15	0.85	-186.645	9.212	4.711	22.62	22.62	-0.2	-2.6	-3.5	13.5	394.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.4	1.0
PIEDRITTO	14	0.87	-193.735	11.060	3.865	22.62	22.62	-0.2	-2.8	-3.4	15.7	416.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	1.1
PIEDRITTO	13	0.88	-196.444	6.403	2.396	22.62	22.62	-0.2	-2.9	-3.3	9.0	422.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	1.1
PIEDRITTO	12	0.87	-197.548	7.127	0.161	22.62	22.62	-0.2	-3.1	-3.2	10.1	419.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	1.2
PIEDRITTO	11	0.89	-202.298	11.677	-1.756	22.62	22.62	-0.2	-3.3	-3.0	16.2	436.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	1.3
PIEDRITTO	10	0.92	-208.057	8.890	-4.092	22.62	22.62	-0.2	-3.5	-2.8	11.9	464.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	1.4
PIEDRITTO	9	0.93	-211.954	7.949	-6.137	22.62	22.62	-0.2	-3.7	-2.7	10.6	474.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	1.4
PIEDRITTO	8	0.94	-216.604	12.473	-7.456	22.62	22.62	-0.3	-3.8	-2.7	16.4	485.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	1.5
PIEDRITTO	7	0.96	-223.601	11.919	-8.672	22.62	22.62	-0.3	-3.9	-2.6	15.3	507.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	1.5
PIEDRITTO	6	0.99	-231.029	8.273	-9.995	22.62	22.62	-0.3	-4.0	-2.6	10.4	531.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	1.6
PIEDRITTO	5	1.01	-238.027	10.539	-11.533	22.62	22.62	-0.3	-4.1	-2.5	12.9	556.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	1.6
PIEDRITTO	4	1.03	-243.878	13.824	-12.844	22.62	22.62	-0.3	-4.2	-2.5	16.6	572.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	1.6
PIEDRITTO	3	1.07	-256.549	6.779	-14.532	22.62	22.62	-0.3	-4.2	-2.5	7.8	623.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	1.7
PIEDRITTO	2	1.09	-259.948	6.788	-16.729	22.62	22.62	-0.3	-4.3	-2.4	7.7	641.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	1.7

PIEDRITTO	1	1.13	-267.757	13.016	-20.181	22.62	22.62	-0.3	-4.5	-2.3	14.3	684.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	1.8
PIEDRITTO	24	0.88	-176.939	-15.963	-2.804	22.62	22.62	-0.2	-3.0	-2.6	-22.5	419.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	1.2
PIEDRITTO	23	0.86	-177.560	-14.123	-1.209	22.62	22.62	-0.2	-3.0	-2.8	-20.2	406.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	1.2
PIEDRITTO	22	0.85	-178.360	-13.381	0.103	22.62	22.62	-0.2	-2.9	-2.9	-19.5	393.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	1.1
PIEDRITTO	21	0.85	-183.060	-15.299	1.569	22.62	22.62	-0.2	-2.8	-3.1	-22.2	398.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	1.1
PIEDRITTO	20	0.85	-186.009	-12.353	2.012	22.62	22.62	-0.2	-2.9	-3.2	-18.0	396.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	1.1
PIEDRITTO	19	0.84	-186.105	-10.742	2.259	22.62	22.62	-0.2	-2.9	-3.3	-15.8	388.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	1.1
PIEDRITTO	18	0.84	-188.535	-13.771	2.874	22.62	22.62	-0.2	-2.9	-3.4	-20.3	388.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	1.1
PIEDRITTO	17	0.84	-190.810	-12.767	2.928	22.62	22.62	-0.2	-2.9	-3.4	-18.8	389.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	1.1
PIEDRITTO	16	0.85	-194.188	-11.313	2.566	22.62	22.62	-0.2	-2.9	-3.4	-16.4	401.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	1.2
PIEDRITTO	15	0.85	-193.685	-13.594	2.078	22.62	22.62	-0.2	-3.0	-3.4	-19.8	395.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	1.2
PIEDRITTO	14	0.87	-199.836	-16.129	1.746	22.62	22.62	-0.2	-3.0	-3.3	-22.9	417.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	1.2
PIEDRITTO	13	0.88	-200.223	-11.983	0.957	22.62	22.62	-0.2	-3.1	-3.3	-16.9	423.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.3	1.2
PIEDRITTO	12	0.87	-198.958	-12.752	-0.494	22.62	22.62	-0.2	-3.2	-3.1	-18.0	420.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	1.3
PIEDRITTO	11	0.89	-202.327	-17.315	-1.227	22.62	22.62	-0.2	-3.3	-3.1	-24.0	436.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	1.3
PIEDRITTO	10	0.92	-207.220	-14.398	-2.331	22.62	22.62	-0.2	-3.3	-3.0	-19.3	463.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.2	1.3
PIEDRITTO	9	0.93	-207.530	-13.123	-4.140	22.62	22.62	-0.2	-3.4	-2.8	-17.4	473.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	1.3
PIEDRITTO	8	0.94	-208.520	-17.845	-5.521	22.62	22.62	-0.2	-3.5	-2.7	-23.4	483.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.1	1.4
PIEDRITTO	7	0.96	-211.448	-17.377	-7.031	22.62	22.62	-0.2	-3.6	-2.6	-22.3	505.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1.0	1.4
PIEDRITTO	6	0.99	-213.082	-13.852	-8.963	22.62	22.62	-0.3	-3.7	-2.4	-17.3	527.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	1.4
PIEDRITTO	5	1.01	-214.939	-16.868	-11.165	22.62	22.62	-0.3	-3.7	-2.3	-20.6	551.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.9	1.5
PIEDRITTO	4	1.03	-215.997	-20.829	-12.590	22.62	22.62	-0.3	-3.8	-2.2	-25.1	567.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	1.5
PIEDRITTO	3	1.07	-222.857	-15.225	-14.305	22.62	22.62	-0.3	-3.8	-2.1	-17.6	616.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	1.5
PIEDRITTO	2	1.09	-222.236	-15.671	-15.864	22.62	22.62	-0.3	-3.8	-2.0	-17.8	633.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.8	1.5
PIEDRITTO	1	1.13	-227.356	-21.516	-17.623	22.62	22.62	-0.3	-3.8	-1.9	-23.6	676.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0.7	1.5



**CENTINE 1 HE 240 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 0.5 GIORNI**

INPUT PROGRAM							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2										
80	1001	beam	0.3	-13.740	-1.110	-0.304	40.80	40.80	0.0	-1.2	-0.7	-0.4	OK	OK	OK	OK	0.4	0.6
79	1001	beam	0.3	-34.880	-2.595	-1.015	40.80	40.80	-0.0735	-3.1	-1.6	-1.0	OK	OK	OK	OK	0.9	1.6
78	1001	beam	0.3	-48.280	-3.070	-1.847	40.80	40.80	-0.1113	-4.7	-1.9	-1.2	OK	OK	OK	OK	1.0	2.5
77	1001	beam	0.3	-57.850	-0.608	-2.015	40.80	40.80	-0.1290	-5.4	-2.5	-0.2	OK	OK	OK	OK	1.3	2.9
76	1001	beam	0.3	-65.160	-1.118	-2.324	40.80	40.80	-0.1465	-6.2	-2.7	-0.4	OK	OK	OK	OK	1.4	3.2
75	1001	beam	0.3	-71.070	-0.445	-2.443	40.80	40.80	-0.1578	-6.7	-3.0	-0.2	OK	OK	OK	OK	1.6	3.5
74	1001	beam	0.3	-76.300	3.181	2.440	40.80	40.80	-0.1655	-3.4	-7.0	1.3	OK	OK	OK	OK	3.7	1.8
73	1001	beam	0.3	-81.140	-0.633	-1.744	40.80	40.80	-0.1576	-6.8	-4.2	-0.3	OK	OK	OK	OK	2.2	3.6
72	1001	beam	0.3	-86.110	2.558	1.744	40.80	40.80	-0.1649	-4.6	-7.2	1.0	OK	OK	OK	OK	3.8	2.4
71	1001	beam	0.3	-90.910	0.112	0.769	40.80	40.80	-0.1509	-5.6	-6.8	0.0	OK	OK	OK	OK	3.6	3.0
70	1001	beam	0.3	-94.310	1.992	0.732	40.80	40.80	-0.1551	-5.9	-7.0	0.8	OK	OK	OK	OK	3.7	3.1
69	1001	beam	0.3	-96.500	-1.122	-0.397	40.80	40.80	-0.1511	-6.9	-6.3	-0.4	OK	OK	OK	OK	3.3	3.6
68	1001	beam	0.3	-97.430	2.297	0.483	40.80	40.80	-0.1544	-6.3	-7.0	0.9	OK	OK	OK	OK	3.7	3.3
67	1001	beam	0.3	-97.440	-1.407	-0.479	40.80	40.80	-0.1543	-7.0	-6.3	-0.6	OK	OK	OK	OK	3.3	3.7
66	1001	beam	0.3	-96.520	2.214	0.789	40.80	40.80	-0.1596	-6.0	-7.2	0.9	OK	OK	OK	OK	3.8	3.2
65	1001	beam	0.3	-95.120	-2.137	-0.791	40.80	40.80	-0.1576	-7.1	-5.9	-0.9	OK	OK	OK	OK	3.1	3.7
64	1001	beam	0.3	-93.990	1.584	0.583	40.80	40.80	-0.1515	-6.0	-6.8	0.6	OK	OK	OK	OK	3.6	3.1
63	1001	beam	0.3	-93.650	-2.069	-0.585	40.80	40.80	-0.1510	-6.8	-6.0	-0.8	OK	OK	OK	OK	3.1	3.6
62	1001	beam	0.3	-94.130	1.248	0.271	40.80	40.80	-0.1449	-6.2	-6.6	0.5	OK	OK	OK	OK	3.5	3.3
61	1001	beam	0.3	-94.830	-1.892	-0.449	40.80	40.80	-0.1498	-6.8	-6.1	-0.8	OK	OK	OK	OK	3.2	3.6
60	1001	beam	0.3	-95.390	1.548	0.448	40.80	40.80	-0.1506	-6.2	-6.8	0.6	OK	OK	OK	OK	3.6	3.3
59	1001	beam	0.3	-95.990	1.057	0.546	40.80	40.80	-0.1536	-6.1	-7.0	0.4	OK	OK	OK	OK	3.7	3.2
58	1001	beam	0.3	-96.770	-0.376	-0.543	40.80	40.80	-0.1547	-7.0	-6.2	-0.2	OK	OK	OK	OK	3.3	3.7
57	1001	beam	0.3	-97.970	-0.003	-0.400	40.80	40.80	-0.1534	-7.0	-6.4	0.0	OK	OK	OK	OK	3.4	3.7
56	1001	beam	0.3	-99.880	-3.003	-0.401	40.80	40.80	-0.1562	-7.1	-6.5	-1.2	OK	OK	OK	OK	3.4	3.7
55	1001	beam	0.3	-101.200	1.969	0.368	40.80	40.80	-0.1575	-6.6	-7.2	0.8	OK	OK	OK	OK	3.8	3.5
54	1001	beam	0.3	-102.700	0.580	0.281	40.80	40.80	-0.1578	-6.8	-7.2	0.2	OK	OK	OK	OK	3.8	3.6
53	1001	beam	0.3	-104.300	0.514	0.411	40.80	40.80	-0.1630	-6.8	-7.4	0.2	OK	OK	OK	OK	3.9	3.6
52	1001	beam	0.3	-105.900	-1.301	-0.412	40.80	40.80	-0.1653	-7.5	-6.9	-0.5	OK	OK	OK	OK	3.6	4.0
51	1001	beam	0.3	-107.400	1.893	0.561	40.80	40.80	-0.1708	-6.9	-7.7	0.8	OK	OK	OK	OK	4.1	3.6
50	1001	beam	0.3	-108.800	-2.358	-0.560	40.80	40.80	-0.1728	-7.8	-7.0	-0.9	OK	OK	OK	OK	3.7	4.1
49	1001	beam	0.3	-109.900	1.488	0.337	40.80	40.80	-0.1696	-7.2	-7.7	0.6	OK	OK	OK	OK	4.1	3.8
48	1001	beam	0.3	-110.900	-1.997	-0.337	40.80	40.80	-0.1711	-7.8	-7.3	-0.8	OK	OK	OK	OK	3.9	4.1
47	1001	beam	0.3	-111.800	0.743	0.173	40.80	40.80	-0.1689	-7.5	-7.8	0.3	OK	OK	OK	OK	4.1	3.9
46	1001	beam	0.3	-112.600	-0.523	-0.116	40.80	40.80	-0.1688	-7.8	-7.6	-0.2	OK	OK	OK	OK	4.0	4.1
45	1001	beam	0.3	-113.300	-0.036	-0.125	40.80	40.80	-0.1701	-7.8	-7.6	0.0	OK	OK	OK	OK	4.0	4.1
44	1001	beam	0.3	-113.800	0.677	0.128	40.80	40.80	-0.1709	-7.7	-7.9	0.3	OK	OK	OK	OK	4.1	4.0
43	1001	beam	0.3	-114.000	-1.100	-0.238	40.80	40.80	-0.1735	-8.0	-7.6	-0.4	OK	OK	OK	OK	4.0	4.2
42	1001	beam	0.3	-114.300	1.892	0.246	40.80	40.80	-0.1742	-7.6	-8.0	0.8	OK	OK	OK	OK	4.2	4.0

41	1001	beam	0.3	-114.400	-1.959	-0.254	40.80	40.80	-0.1745	-8.0	-7.6	-0.8	OK	OK	OK	OK	4.0	4.2
40	1001	beam	0.3	-114.400	2.178	0.307	40.80	40.80	-0.1756	-7.6	-8.0	0.9	OK	OK	OK	OK	4.2	4.0
39	1001	beam	0.3	-114.300	-1.769	-0.309	40.80	40.80	-0.1755	-8.0	-7.6	-0.7	OK	OK	OK	OK	4.0	4.2
38	1001	beam	0.3	-114.000	1.137	0.148	40.80	40.80	-0.1716	-7.7	-7.9	0.5	OK	OK	OK	OK	4.2	4.0
37	1001	beam	0.3	-113.600	-0.839	-0.146	40.80	40.80	-0.1710	-7.9	-7.6	-0.3	OK	OK	OK	OK	4.0	4.1
36	1001	beam	0.3	-113.000	-0.103	-0.096	40.80	40.80	-0.1690	-7.8	-7.6	0.0	OK	OK	OK	OK	4.0	4.1
35	1001	beam	0.3	-112.200	0.339	0.096	40.80	40.80	-0.1678	-7.6	-7.7	0.1	OK	OK	OK	OK	4.1	4.0
34	1001	beam	0.3	-111.100	-0.874	-0.233	40.80	40.80	-0.1692	-7.8	-7.4	-0.4	OK	OK	OK	OK	3.9	4.1
33	1001	beam	0.3	-110.000	1.739	0.232	40.80	40.80	-0.1675	-7.3	-7.7	0.7	OK	OK	OK	OK	4.0	3.9
32	1001	beam	0.3	-108.600	-1.662	-0.215	40.80	40.80	-0.1651	-7.6	-7.3	-0.7	OK	OK	OK	OK	3.8	4.0
31	1001	beam	0.3	-107.100	2.252	0.366	40.80	40.80	-0.1661	-7.0	-7.6	0.9	OK	OK	OK	OK	4.0	3.7
30	1001	beam	0.3	-105.400	-1.702	-0.366	40.80	40.80	-0.1636	-7.5	-6.9	-0.7	OK	OK	OK	OK	3.6	3.9
29	1001	beam	0.3	-103.700	1.329	0.271	40.80	40.80	-0.1590	-6.9	-7.3	0.5	OK	OK	OK	OK	3.8	3.6
28	1001	beam	0.3	-102.000	-0.553	-0.270	40.80	40.80	-0.1565	-7.2	-6.8	-0.2	OK	OK	OK	OK	3.6	3.8
27	1001	beam	0.3	-100.400	0.317	0.210	40.80	40.80	-0.1529	-6.7	-7.0	0.1	OK	OK	OK	OK	3.7	3.5
26	1001	beam	0.3	-98.810	-0.289	-0.211	40.80	40.80	-0.1505	-6.9	-6.6	-0.1	OK	OK	OK	OK	3.5	3.6
25	1001	beam	0.3	-97.370	4.618	1.318	40.80	40.80	-0.1723	-5.7	-7.6	1.9	OK	OK	OK	OK	4.0	3.0
24	1001	beam	0.3	-94.240	-3.519	-1.318	40.80	40.80	-0.1677	-7.4	-5.5	-1.4	OK	OK	OK	OK	2.9	3.9
23	1001	beam	0.3	-93.340	1.094	0.394	40.80	40.80	-0.1464	-6.1	-6.7	0.4	OK	OK	OK	OK	3.5	3.2
22	1001	beam	0.3	-93.290	-0.332	-0.394	40.80	40.80	-0.1463	-6.7	-6.1	-0.1	OK	OK	OK	OK	3.2	3.5
21	1001	beam	0.3	-93.600	-1.275	-0.268	40.80	40.80	-0.1441	-6.6	-6.2	-0.5	OK	OK	OK	OK	3.3	3.5
20	1001	beam	0.3	-94.160	1.358	0.301	40.80	40.80	-0.1456	-6.2	-6.6	0.5	OK	OK	OK	OK	3.5	3.3
19	1001	beam	0.3	-94.890	-1.811	-0.389	40.80	40.80	-0.1486	-6.8	-6.2	-0.7	OK	OK	OK	OK	3.3	3.6
18	1001	beam	0.3	-96.100	2.165	0.438	40.80	40.80	-0.1514	-6.2	-6.9	0.9	OK	OK	OK	OK	3.6	3.3
17	1001	beam	0.3	-97.560	-1.226	-0.438	40.80	40.80	-0.1536	-7.0	-6.3	-0.5	OK	OK	OK	OK	3.3	3.7
16	1001	beam	0.3	-98.720	2.430	0.898	40.80	40.80	-0.1653	-6.1	-7.4	1.0	OK	OK	OK	OK	3.9	3.2
15	1001	beam	0.3	-99.300	-2.626	-0.898	40.80	40.80	-0.1661	-7.4	-6.1	-1.1	OK	OK	OK	OK	3.2	3.9
14	1001	beam	0.3	-99.220	0.781	0.194	40.80	40.80	-0.1508	-6.6	-6.9	0.3	OK	OK	OK	OK	3.6	3.5
13	1001	beam	0.3	-98.440	-2.682	-0.829	40.80	40.80	-0.1633	-7.3	-6.1	-1.1	OK	OK	OK	OK	3.2	3.9
12	1001	beam	0.3	-97.100	1.559	0.829	40.80	40.80	-0.1614	-6.0	-7.2	0.6	OK	OK	OK	OK	3.8	3.2
11	1001	beam	0.3	-94.600	-1.020	-0.624	40.80	40.80	-0.1532	-6.9	-6.0	-0.4	OK	OK	OK	OK	3.2	3.6
10	1001	beam	0.3	-90.580	0.610	0.623	40.80	40.80	-0.1473	-5.7	-6.6	0.2	OK	OK	OK	OK	3.5	3.0
9	1001	beam	0.3	-85.200	-2.594	-1.381	40.80	40.80	-0.1557	-6.8	-4.8	-1.0	OK	OK	OK	OK	2.5	3.6
8	1001	beam	0.3	-79.860	0.191	1.380	40.80	40.80	-0.1478	-4.4	-6.5	0.1	OK	OK	OK	OK	3.4	2.3
7	1001	beam	0.3	-74.790	-3.583	-2.312	40.80	40.80	-0.1605	-6.8	-3.4	-1.4	OK	OK	OK	OK	1.8	3.6
6	1001	beam	0.3	-69.450	0.081	2.312	40.80	40.80	-0.1526	-3.0	-6.5	0.0	OK	OK	OK	OK	3.4	1.6
5	1001	beam	0.3	-63.360	1.086	2.288	40.80	40.80	-0.1431	-2.6	-6.0	0.4	OK	OK	OK	OK	3.2	1.4
4	1001	beam	0.3	-55.940	0.981	1.989	40.80	40.80	-0.1256	-2.3	-5.3	0.4	OK	OK	OK	OK	2.8	1.2
3	1001	beam	0.3	-46.400	3.540	1.718	40.80	40.80	-0.1057	-1.9	-4.4	1.4	OK	OK	OK	OK	2.3	1.0
2	1001	beam	0.3	-33.400	2.895	0.747	40.80	40.80	-0.0655	-1.7	-2.8	1.2	OK	OK	OK	OK	1.5	0.9
1	1001	beam	0.3	-13.040	-0.178	-0.049	40.80	40.80	-0.0203	-0.9	-0.9	-0.1	OK	OK	OK	OK	0.4	0.5

**CENTINE 1 HE 240 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 3 GIORNI**

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
80	1001	beam	0.3	-33.400	-6.837	-1.881	40.80	40.80	-0.2	-1.8	-0.3	-2.7	OK	OK	OK	OK	0.2	0.9
79	1001	beam	0.3	-84.950	-9.354	-4.444	40.80	40.80	-0.4	-4.3	-0.9	-3.7	OK	OK	OK	OK	0.5	2.3
78	1001	beam	0.3	-117.300	-9.831	-7.145	40.80	40.80	-0.6	-6.4	-0.8	-3.9	OK	OK	OK	OK	0.4	3.4
77	1001	beam	0.3	-140.500	-2.634	-7.870	40.80	40.80	-0.7	-7.4	-1.2	-1.1	OK	OK	OK	OK	0.6	3.9
76	1001	beam	0.3	-158.600	-1.943	-8.396	40.80	40.80	-0.8	-8.1	-1.6	-0.8	OK	OK	OK	OK	0.8	4.3
75	1001	beam	0.3	-173.700	1.305	8.395	40.80	40.80	-0.8	-2.0	-8.6	0.5	OK	OK	OK	OK	4.5	1.1
74	1001	beam	0.3	-187.400	10.000	8.037	40.80	40.80	-0.8	-2.6	-8.9	4.0	OK	OK	OK	OK	4.7	1.4
73	1001	beam	0.3	-200.500	-0.156	-5.326	40.80	40.80	-0.7	-8.2	-4.0	-0.1	OK	OK	OK	OK	2.1	4.3
72	1001	beam	0.3	-214.400	7.048	5.325	40.80	40.80	-0.8	-4.5	-8.6	2.8	OK	OK	OK	OK	4.5	2.4
71	1001	beam	0.3	-228.700	0.299	2.633	40.80	40.80	-0.7	-6.0	-8.0	0.1	OK	OK	OK	OK	4.2	3.1
70	1001	beam	0.3	-239.900	5.132	2.517	40.80	40.80	-0.7	-6.3	-8.3	2.1	OK	OK	OK	OK	4.4	3.3
69	1001	beam	0.3	-247.700	-2.243	-1.412	40.80	40.80	-0.7	-8.1	-7.0	-0.9	OK	OK	OK	OK	3.7	4.3
68	1001	beam	0.3	-252.600	6.789	1.414	40.80	40.80	-0.7	-7.2	-8.3	2.7	OK	OK	OK	OK	4.4	3.8
67	1001	beam	0.3	-255.500	-2.615	-1.175	40.80	40.80	-0.7	-8.3	-7.3	-1.0	OK	OK	OK	OK	3.9	4.4
66	1001	beam	0.3	-256.400	6.392	2.617	40.80	40.80	-0.8	-6.8	-8.9	2.6	OK	OK	OK	OK	4.7	3.6
65	1001	beam	0.3	-256.200	-6.304	-2.622	40.80	40.80	-0.8	-8.9	-8.8	-2.5	OK	OK	OK	OK	3.6	4.7
64	1001	beam	0.3	-255.600	3.132	1.410	40.80	40.80	-0.7	-7.3	-8.4	1.3	OK	OK	OK	OK	4.4	3.8
63	1001	beam	0.3	-255.300	-6.426	-1.406	40.80	40.80	-0.7	-8.4	-7.3	-2.6	OK	OK	OK	OK	3.8	4.4
62	1001	beam	0.3	-255.800	3.474	1.045	40.80	40.80	-0.7	-7.4	-8.2	1.4	OK	OK	OK	OK	4.3	3.9
61	1001	beam	0.3	-256.500	-4.063	-1.271	40.80	40.80	-0.7	-8.3	-7.3	-1.6	OK	OK	OK	OK	3.9	4.4
60	1001	beam	0.3	-257.300	5.403	1.272	40.80	40.80	-0.7	-7.4	-8.4	2.2	OK	OK	OK	OK	4.4	3.9
59	1001	beam	0.3	-258.700	3.250	2.024	40.80	40.80	-0.7	-7.1	-8.7	1.3	OK	OK	OK	OK	4.6	3.7
58	1001	beam	0.3	-260.600	-1.489	-2.019	40.80	40.80	-0.7	-8.8	-7.2	-0.6	OK	OK	OK	OK	3.8	4.6
57	1001	beam	0.3	-263.200	-0.613	-1.451	40.80	40.80	-0.7	-8.6	-7.5	-0.2	OK	OK	OK	OK	3.9	4.5
56	1001	beam	0.3	-266.800	-8.082	-1.216	40.80	40.80	-0.7	-8.6	-7.7	-3.2	OK	OK	OK	OK	4.0	4.5
55	1001	beam	0.3	-269.600	5.493	0.852	40.80	40.80	-0.7	-7.9	-8.6	2.2	OK	OK	OK	OK	4.5	4.2
54	1001	beam	0.3	-273.100	1.967	1.050	40.80	40.80	-0.7	-7.9	-8.8	0.8	OK	OK	OK	OK	4.6	4.2
53	1001	beam	0.3	-276.800	1.619	1.457	40.80	40.80	-0.8	-7.9	-9.0	0.6	OK	OK	OK	OK	4.8	4.2
52	1001	beam	0.3	-280.400	-3.208	-1.459	40.80	40.80	-0.8	-9.1	-8.0	-1.3	OK	OK	OK	OK	4.2	4.8
51	1001	beam	0.3	-284.100	4.998	1.919	40.80	40.80	-0.8	-7.9	-9.4	2.0	OK	OK	OK	OK	5.0	4.2
50	1001	beam	0.3	-287.700	-5.673	-1.921	40.80	40.80	-0.8	-9.5	-8.0	-2.3	OK	OK	OK	OK	4.2	5.0
49	1001	beam	0.3	-291.000	4.221	1.549	40.80	40.80	-0.8	-8.3	-9.5	1.7	OK	OK	OK	OK	5.0	4.4
48	1001	beam	0.3	-294.100	-5.135	-1.550	40.80	40.80	-0.8	-9.6	-8.4	-2.1	OK	OK	OK	OK	4.4	5.0
47	1001	beam	0.3	-297.100	1.615	0.646	40.80	40.80	-0.8	-8.8	-9.3	0.6	OK	OK	OK	OK	4.9	4.6
46	1001	beam	0.3	-299.900	-1.998	-0.647	40.80	40.80	-0.8	-9.4	-8.9	-0.8	OK	OK	OK	OK	4.7	5.0
45	1001	beam	0.3	-302.200	-0.742	-0.134	40.80	40.80	-0.8	-9.3	-9.2	-0.3	OK	OK	OK	OK	4.8	4.9
44	1001	beam	0.3	-304.100	1.207	0.251	40.80	40.80	-0.8	-9.2	-9.4	0.5	OK	OK	OK	OK	4.9	4.8
43	1001	beam	0.3	-305.500	-3.398	-0.618	40.80	40.80	-0.8	-9.6	-9.1	-1.4	OK	OK	OK	OK	4.8	5.0
42	1001	beam	0.3	-306.500	4.555	0.618	40.80	40.80	-0.8	-9.1	-9.6	1.8	OK	OK	OK	OK	5.1	4.8

41	1001	beam	0.3	-307.100	-5.390	-0.832	40.80	40.80	-0.8	-9.7	-9.1	-2.2	OK	OK	OK	OK	4.8	5.1
40	1001	beam	0.3	-307.300	5.836	0.832	40.80	40.80	-0.8	-9.1	-9.7	2.3	OK	OK	OK	OK	5.1	4.8
39	1001	beam	0.3	-306.900	-4.382	-0.661	40.80	40.80	-0.8	-9.6	-9.1	-1.8	OK	OK	OK	OK	4.8	5.1
38	1001	beam	0.3	-306.000	3.604	0.465	40.80	40.80	-0.8	-9.2	-9.5	1.4	OK	OK	OK	OK	5.0	4.8
37	1001	beam	0.3	-304.800	-1.353	-0.452	40.80	40.80	-0.8	-9.5	-9.1	-0.5	OK	OK	OK	OK	4.8	5.0
36	1001	beam	0.3	-303.000	0.559	0.248	40.80	40.80	-0.8	-9.2	-9.4	0.2	OK	OK	OK	OK	4.9	4.8
35	1001	beam	0.3	-300.800	1.471	0.625	40.80	40.80	-0.8	-8.9	-9.4	0.6	OK	OK	OK	OK	5.0	4.7
34	1001	beam	0.3	-298.200	-2.025	-0.625	40.80	40.80	-0.8	-9.4	-8.9	-0.8	OK	OK	OK	OK	4.7	4.9
33	1001	beam	0.3	-295.300	4.619	1.288	40.80	40.80	-0.8	-8.5	-9.5	1.9	OK	OK	OK	OK	5.0	4.5
32	1001	beam	0.3	-292.100	-4.551	-1.289	40.80	40.80	-0.8	-9.4	-8.4	-1.8	OK	OK	OK	OK	4.4	5.0
31	1001	beam	0.3	-288.600	5.530	1.540	40.80	40.80	-0.8	-8.2	-9.4	2.2	OK	OK	OK	OK	5.0	4.3
30	1001	beam	0.3	-284.800	-5.216	-1.541	40.80	40.80	-0.8	-9.3	-8.1	-2.1	OK	OK	OK	OK	4.3	4.9
29	1001	beam	0.3	-281.000	2.868	0.940	40.80	40.80	-0.7	-8.2	-9.0	1.1	OK	OK	OK	OK	4.7	4.3
28	1001	beam	0.3	-277.200	-2.179	-0.943	40.80	40.80	-0.7	-8.8	-8.1	-0.9	OK	OK	OK	OK	4.3	4.7
27	1001	beam	0.3	-273.600	0.406	0.488	40.80	40.80	-0.7	-8.2	-8.6	0.2	OK	OK	OK	OK	4.5	4.3
26	1001	beam	0.3	-270.300	-0.258	-0.489	40.80	40.80	-0.7	-8.5	-8.1	-0.1	OK	OK	OK	OK	4.2	4.4
25	1001	beam	0.3	-267.400	13.780	3.950	40.80	40.80	-0.8	-6.6	-9.7	5.5	OK	OK	OK	OK	5.1	3.5
24	1001	beam	0.3	-262.000	-9.120	-3.948	40.80	40.80	-0.8	-9.5	-6.5	-3.7	OK	OK	OK	OK	3.4	5.0
23	1001	beam	0.3	-259.700	2.840	1.551	40.80	40.80	-0.7	-7.3	-8.5	1.1	OK	OK	OK	OK	4.5	3.9
22	1001	beam	0.3	-258.900	-2.258	-1.551	40.80	40.80	-0.7	-8.5	-7.3	-0.9	OK	OK	OK	OK	3.8	4.5
21	1001	beam	0.3	-258.500	-4.910	-1.182	40.80	40.80	-0.7	-8.4	-7.4	-2.0	OK	OK	OK	OK	3.9	4.4
20	1001	beam	0.3	-258.600	3.840	1.185	40.80	40.80	-0.7	-7.4	-8.4	1.5	OK	OK	OK	OK	4.4	3.9
19	1001	beam	0.3	-258.600	-3.976	-1.235	40.80	40.80	-0.7	-8.4	-7.4	-1.6	OK	OK	OK	OK	3.9	4.4
18	1001	beam	0.3	-259.200	6.159	1.233	40.80	40.80	-0.7	-7.4	-8.4	2.5	OK	OK	OK	OK	4.4	3.9
17	1001	beam	0.3	-260.100	-3.170	-1.117	40.80	40.80	-0.7	-8.4	-7.5	-1.3	OK	OK	OK	OK	4.0	4.4
16	1001	beam	0.3	-260.700	6.937	2.553	40.80	40.80	-0.8	-7.0	-9.0	2.8	OK	OK	OK	OK	4.7	3.7
15	1001	beam	0.3	-260.300	-6.032	-2.554	40.80	40.80	-0.8	-9.0	-7.0	-2.4	OK	OK	OK	OK	3.7	4.7
14	1001	beam	0.3	-258.300	2.630	1.252	40.80	40.80	-0.7	-7.4	-8.4	1.1	OK	OK	OK	OK	4.4	3.9
13	1001	beam	0.3	-254.500	-7.039	-1.436	40.80	40.80	-0.7	-8.3	-7.2	-2.8	OK	OK	OK	OK	3.8	4.4
12	1001	beam	0.3	-249.200	2.567	1.435	40.80	40.80	-0.7	-7.1	-8.2	1.0	OK	OK	OK	OK	4.3	3.7
11	1001	beam	0.3	-241.100	-4.683	-2.243	40.80	40.80	-0.7	-8.2	-6.5	-1.9	OK	OK	OK	OK	3.4	4.3
10	1001	beam	0.3	-229.500	-0.145	-2.296	40.80	40.80	-0.7	-7.9	-6.1	-0.1	OK	OK	OK	OK	3.2	4.2
9	1001	beam	0.3	-214.700	-7.595	-5.193	40.80	40.80	-0.8	-8.6	-4.5	-3.0	OK	OK	OK	OK	2.4	4.5
8	1001	beam	0.3	-200.400	-0.461	-5.319	40.80	40.80	-0.7	-8.2	-4.0	-0.2	OK	OK	OK	OK	2.1	4.3
7	1001	beam	0.3	-186.900	-10.420	-8.178	40.80	40.80	-0.8	-8.9	-2.5	-4.2	OK	OK	OK	OK	1.3	4.7
6	1001	beam	0.3	-172.900	-1.055	-8.469	40.80	40.80	-0.8	-8.6	-2.0	-0.4	OK	OK	OK	OK	1.0	4.5
5	1001	beam	0.3	-157.400	2.273	8.469	40.80	40.80	-0.8	-1.5	-8.1	0.9	OK	OK	OK	OK	4.3	0.8
4	1001	beam	0.3	-139.100	3.032	7.844	40.80	40.80	-0.7	-1.2	-7.3	1.2	OK	OK	OK	OK	3.8	0.6
3	1001	beam	0.3	-115.700	10.500	7.006	40.80	40.80	-0.6	-0.8	-6.3	4.2	OK	OK	OK	OK	3.3	0.4
2	1001	beam	0.3	-83.700	9.619	4.123	40.80	40.80	-0.4	-0.9	-4.2	3.9	OK	OK	OK	OK	2.2	0.5
1	1001	beam	0.3	-32.720	5.365	1.473	40.80	40.80	-0.1	-0.4	-1.6	2.1	OK	OK	OK	OK	0.8	0.2

## CENTINE 1 HE 240 B - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 28 GIORNI

INPUT PLAXIS							Intradosso	Estradosso	VERIFICHE SEZIONALI				CHECK					
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Af	A'f	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_{s,inf}$ [MPa]	$\sigma_{s,sup}$ [MPa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
80	1001	beam	0.3	-208.600	-157.500	-43.250	40.80	40.80	-3.2	-20.3	24.0	-63.1	OK	OK	OK	OK	12.6	10.7
79	1001	beam	0.3	-589.500	53.250	43.250	40.80	40.80	-3.7	0.4	-27.6	21.3	OK	OK	OK	OK	14.5	0.2
78	1001	beam	0.3	-939.600	35.700	28.620	40.80	40.80	-3.9	-13.2	-31.0	14.3	OK	OK	OK	OK	16.3	7.0
77	1001	beam	0.3	-1271.000	13.910	18.820	40.80	40.80	-4.3	-24.1	-35.8	5.6	OK	OK	OK	OK	18.8	12.7
76	1001	beam	0.3	-1595.000	-3.434	-15.950	40.80	40.80	-5.1	-42.5	-32.6	-1.4	OK	OK	OK	OK	17.2	22.4
75	1001	beam	0.3	-1916.000	-74.590	-36.430	40.80	40.80	-6.9	-56.5	-33.8	-29.9	OK	OK	OK	OK	17.8	29.7
74	1001	beam	0.3	-2243.000	-89.508	47.600	40.80	40.80	-8.3	-38.0	-67.6	-35.9	OK	OK	OK	OK	35.6	20.0
73	1001	beam	0.3	-2610.000	-107.410	166.300	40.80	40.80	-15.0	-9.1	-113.4	-43.0	OK	OK	OK	OK	59.7	4.8
72	1001	beam	0.3	-3019.000	-202.840	-166.300	40.80	40.80	-16.1	-122.8	-19.4	-81.3	OK	OK	OK	OK	10.2	64.7
71	1001	beam	0.3	-3215.000	-184.400	-50.320	40.80	40.80	-11.1	-91.4	-60.1	-73.9	OK	OK	OK	OK	31.6	48.1
70	1001	beam	0.3	-3323.000	-16.740	-26.360	40.80	40.80	-10.2	-86.5	-70.1	-6.7	OK	OK	OK	OK	36.9	45.5
69	1001	beam	0.3	-3385.000	-74.620	-54.800	40.80	40.80	-11.7	-96.8	-62.7	-29.9	OK	OK	OK	OK	33.0	50.9
68	1001	beam	0.3	-3420.000	57.230	54.800	40.80	40.80	-11.8	-63.5	-97.6	22.9	OK	OK	OK	OK	51.4	33.4
67	1001	beam	0.3	-3433.000	-54.320	-53.680	40.80	40.80	-11.8	-97.6	-64.2	-21.8	OK	OK	OK	OK	33.8	51.4
66	1001	beam	0.3	-3429.000	84.170	53.680	40.80	40.80	-11.8	-64.1	-97.5	33.7	OK	OK	OK	OK	51.3	33.7
65	1001	beam	0.3	-3412.000	-57.240	-43.410	40.80	40.80	-11.3	-93.9	-66.9	-22.9	OK	OK	OK	OK	35.2	49.4
64	1001	beam	0.3	-3376.000	85.780	43.410	40.80	40.80	-11.2	-66.0	-93.0	34.4	OK	OK	OK	OK	49.0	34.8
63	1001	beam	0.3	-3320.000	-33.770	-23.580	40.80	40.80	-10.1	-85.6	-70.9	-13.5	OK	OK	OK	OK	37.3	45.0
62	1001	beam	0.3	-3237.000	92.950	23.580	40.80	40.80	-9.8	-68.9	-83.6	37.2	OK	OK	OK	OK	44.0	36.3
61	1001	beam	0.3	-3124.000	-1.420	-11.860	40.80	40.80	-9.0	-77.3	-69.9	-0.6	OK	OK	OK	OK	36.8	40.7
60	1001	beam	0.3	-2969.000	95.810	47.830	40.80	40.80	-10.3	-55.1	-84.8	38.4	OK	OK	OK	OK	44.6	29.0
59	1001	beam	0.3	-2774.000	31.070	59.680	40.80	40.80	-10.3	-46.8	-83.9	12.4	OK	OK	OK	OK	44.2	24.6
58	1001	beam	0.3	-2543.000	-46.020	-59.680	40.80	40.80	-9.7	-78.5	-41.4	-18.4	OK	OK	OK	OK	21.8	41.3
57	1001	beam	0.3	-2300.000	-36.540	-42.130	40.80	40.80	-8.2	-67.3	-41.1	-14.6	OK	OK	OK	OK	21.6	35.4
56	1001	beam	0.3	-2062.000	-92.660	-28.210	40.80	40.80	-6.9	-57.4	-39.8	-37.1	OK	OK	OK	OK	21.0	30.2
55	1001	beam	0.3	-1907.000	23.640	10.550	40.80	40.80	-5.6	-41.6	-48.2	9.5	OK	OK	OK	OK	25.4	21.9
54	1001	beam	0.3	-1755.000	-12.320	-10.550	40.80	40.80	-5.2	-44.6	-38.1	-4.9	OK	OK	OK	OK	20.0	23.5
53	1001	beam	0.3	-1608.000	-14.360	-7.394	40.80	40.80	-4.7	-40.2	-35.6	-5.8	OK	OK	OK	OK	18.7	21.1
52	1001	beam	0.3	-1467.000	-29.920	-3.936	40.80	40.80	-4.1	-35.8	-33.3	-12.0	OK	OK	OK	OK	17.5	18.8
51	1001	beam	0.3	-1337.000	9.166	3.944	40.80	40.80	-3.8	-30.3	-32.7	3.7	OK	OK	OK	OK	17.2	15.9
50	1001	beam	0.3	-1215.000	-33.110	-10.070	40.80	40.80	-3.8	-31.8	-25.5	-13.3	OK	OK	OK	OK	13.4	16.7
49	1001	beam	0.3	-1104.000	8.553	10.080	40.80	40.80	-3.5	-22.9	-29.1	3.4	OK	OK	OK	OK	15.3	12.0
48	1001	beam	0.3	-1003.000	-24.190	-14.080	40.80	40.80	-3.4	-28.0	-19.3	-9.7	OK	OK	OK	OK	10.1	14.7
47	1001	beam	0.3	-915.200	0.808	14.080	40.80	40.80	-3.1	-17.2	-25.9	0.3	OK	OK	OK	OK	13.7	9.0
46	1001	beam	0.3	-838.700	-9.637	-16.350	40.80	40.80	-3.0	-24.8	-14.7	-3.9	OK	OK	OK	OK	7.7	13.1
45	1001	beam	0.3	-773.700	-3.070	-17.130	40.80	40.80	-2.9	-23.6	-12.9	-1.2	OK	OK	OK	OK	6.8	12.4
44	1001	beam	0.3	-720.200	2.431	17.130	40.80	40.80	-2.8	-11.6	-22.3	1.0	OK	OK	OK	OK	11.7	6.1
43	1001	beam	0.3	-677.400	-5.275	-17.850	40.80	40.80	-2.7	-21.5	-10.4	-2.1	OK	OK	OK	OK	5.5	11.3
42	1001	beam	0.3	-645.600	11.980	17.850	40.80	40.80	-2.6	-9.7	-20.8	4.8	OK	OK	OK	OK	10.9	5.1

41	1001	beam	0.3	-623.800	-7.399	-16.680	40.80	40.80	-2.5	-19.9	-9.5	-3.0	OK	OK	OK	OK	5.0	10.5
40	1001	beam	0.3	-611.200	15.150	16.680	40.80	40.80	-2.4	-9.2	-19.6	6.1	OK	OK	OK	OK	10.3	4.8
39	1001	beam	0.3	-607.500	-4.387	-13.930	40.80	40.80	-2.3	-18.6	-10.0	-1.8	OK	OK	OK	OK	5.3	9.8
38	1001	beam	0.3	-611.300	11.750	13.930	40.80	40.80	-2.3	-10.1	-18.7	4.7	OK	OK	OK	OK	9.9	5.3
37	1001	beam	0.3	-622.400	2.829	10.930	40.80	40.80	-2.2	-11.3	-18.1	1.1	OK	OK	OK	OK	9.5	5.9
36	1001	beam	0.3	-639.300	6.838	10.210	40.80	40.80	-2.2	-11.9	-18.2	2.7	OK	OK	OK	OK	9.6	6.3
35	1001	beam	0.3	-661.300	9.572	8.458	40.80	40.80	-2.2	-13.0	-18.2	3.8	OK	OK	OK	OK	9.6	6.8
34	1001	beam	0.3	-687.600	1.094	6.004	40.80	40.80	-2.1	-14.3	-18.1	0.4	OK	OK	OK	OK	9.5	7.5
33	1001	beam	0.3	-717.200	17.350	5.721	40.80	40.80	-2.2	-15.1	-18.7	7.0	OK	OK	OK	OK	9.8	8.0
32	1001	beam	0.3	-750.400	-5.893	-2.785	40.80	40.80	-2.2	-18.5	-16.8	-2.4	OK	OK	OK	OK	8.8	9.8
31	1001	beam	0.3	-785.200	20.790	2.782	40.80	40.80	-2.2	-17.6	-19.4	8.3	OK	OK	OK	OK	10.2	9.3
30	1001	beam	0.3	-822.400	-9.006	-2.538	40.80	40.80	-2.3	-20.2	-18.6	-3.6	OK	OK	OK	OK	9.8	10.6
29	1001	beam	0.3	-860.300	13.120	3.589	40.80	40.80	-2.5	-19.2	-21.4	5.3	OK	OK	OK	OK	11.3	10.1
28	1001	beam	0.3	-899.600	-2.980	-3.594	40.80	40.80	-2.6	-22.3	-20.1	-1.2	OK	OK	OK	OK	10.6	11.7
27	1001	beam	0.3	-939.100	3.216	3.654	40.80	40.80	-2.7	-21.0	-23.3	1.3	OK	OK	OK	OK	12.2	11.0
26	1001	beam	0.3	-978.500	0.676	3.829	40.80	40.80	-2.8	-21.9	-24.2	0.3	OK	OK	OK	OK	12.8	11.5
25	1001	beam	0.3	-1017.000	66.850	20.940	40.80	40.80	-3.7	-17.4	-30.5	26.8	OK	OK	OK	OK	16.0	9.2
24	1001	beam	0.3	-1091.000	-34.900	-20.940	40.80	40.80	-3.9	-32.2	-19.2	-14.0	OK	OK	OK	OK	10.1	17.0
23	1001	beam	0.3	-1148.000	16.130	13.780	40.80	40.80	-3.7	-22.8	-31.3	6.5	OK	OK	OK	OK	16.5	12.0
22	1001	beam	0.3	-1206.000	-8.038	-13.780	40.80	40.80	-3.9	-32.7	-24.1	-3.2	OK	OK	OK	OK	12.7	17.2
21	1001	beam	0.3	-1260.000	-26.800	-10.710	40.80	40.80	-3.9	-33.0	-26.4	-10.7	OK	OK	OK	OK	13.9	17.4
20	1001	beam	0.3	-1309.000	16.100	6.635	40.80	40.80	-3.8	-28.8	-32.9	6.5	OK	OK	OK	OK	17.3	15.1
19	1001	beam	0.3	-1352.000	-23.380	-6.634	40.80	40.80	-4.0	-33.9	-29.8	-9.4	OK	OK	OK	OK	15.7	17.9
18	1001	beam	0.3	-1388.000	25.990	7.634	40.80	40.80	-4.1	-30.3	-35.1	10.4	OK	OK	OK	OK	18.5	16.0
17	1001	beam	0.3	-1417.000	-27.880	-7.635	40.80	40.80	-4.2	-35.8	-31.0	-11.2	OK	OK	OK	OK	16.3	18.8
16	1001	beam	0.3	-1437.000	27.450	7.471	40.80	40.80	-4.2	-31.5	-36.2	11.0	OK	OK	OK	OK	19.0	16.6
15	1001	beam	0.3	-1448.000	-36.340	-7.471	40.80	40.80	-4.3	-36.4	-31.8	-14.6	OK	OK	OK	OK	16.7	19.2
14	1001	beam	0.3	-1449.000	19.830	6.396	40.80	40.80	-4.2	-32.1	-36.1	7.9	OK	OK	OK	OK	19.0	16.9
13	1001	beam	0.3	-1439.000	-29.120	-9.943	40.80	40.80	-4.3	-37.0	-30.8	-11.7	OK	OK	OK	OK	16.2	19.5
12	1001	beam	0.3	-1415.000	26.540	9.943	40.80	40.80	-4.3	-30.2	-36.4	10.6	OK	OK	OK	OK	19.2	15.9
11	1001	beam	0.3	-1375.000	1.174	0.630	40.80	40.80	-3.7	-32.2	-32.6	0.5	OK	OK	OK	OK	17.2	16.9
10	1001	beam	0.3	-1310.000	65.760	25.700	40.80	40.80	-4.8	-22.9	-38.9	26.3	OK	OK	OK	OK	20.4	12.0
9	1001	beam	0.3	-1211.000	103.300	65.130	40.80	40.80	-6.4	-8.3	-48.8	41.4	OK	OK	OK	OK	25.7	4.4
8	1001	beam	0.3	-1057.000	-175.800	-65.130	40.80	40.80	-6.0	-45.2	-4.5	-70.4	OK	OK	OK	OK	2.4	23.8
7	1001	beam	0.3	-916.800	-127.300	-18.120	40.80	40.80	-3.3	-27.2	-16.0	-51.0	OK	OK	OK	OK	8.4	14.3
6	1001	beam	0.3	-792.600	20.960	18.120	40.80	40.80	-3.0	-13.0	-24.3	8.4	OK	OK	OK	OK	12.8	6.9
5	1001	beam	0.3	-669.400	3.214	12.360	40.80	40.80	-2.4	-11.9	-19.6	1.3	OK	OK	OK	OK	10.3	6.3
4	1001	beam	0.3	-543.500	0.137	11.480	40.80	40.80	-2.0	-9.2	-16.4	0.1	OK	OK	OK	OK	8.6	4.9
3	1001	beam	0.3	-411.600	2.964	11.450	40.80	40.80	-1.7	-6.1	-13.3	1.2	OK	OK	OK	OK	7.0	3.2
2	1001	beam	0.3	-267.000	-2.062	-11.200	40.80	40.80	-1.3	-9.8	-2.8	-0.8	OK	OK	OK	OK	1.5	5.1
1	1001	beam	0.3	-95.980	40.780	11.200	40.80	40.80	-0.9	2.8	-6.1	16.3	OK	OK	OK	OK	3.2	1.5

C4 - TIME - LT

INPUT PLAXIS		Intradoso		Estradoso		VERIFICHE SEZIONALI							APERTURA FESSURE					CHECK							
Element	Node	Height	N	V	M	Af	Af	σc [MPa]	σs,inf [MPa]	σs,sup [MPa]	τ [kPa]	M fess	csr [MPa]	Ac eff [cm2]	pas. [cm]	Srm [cm]	ε sm	Wk [mm]	T	CLS	As	As'	Fessurazione	%estra	%intra
-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2																		
PIEDITTO	16	1.00	-1210.840	109.232	-23.487	22.62	22.62	-1.3	-18.7	-15.5	135.5	727.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.1	7.3
PIEDITTO	15	0.99	-1246.197	62.666	-55.332	22.62	22.62	-1.5	-21.4	-13.9	78.0	729.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.4	8.4
PIEDITTO	14	0.97	-1242.931	32.802	-79.243	22.62	22.62	-1.6	-23.5	-12.3	41.6	707.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.8	9.2
PIEDITTO	13	0.96	-1225.538	24.654	-100.758	22.62	22.62	-1.8	-25.3	-10.6	31.8	686.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.2	9.9
PIEDITTO	12	0.95	-1219.509	31.040	-111.798	22.62	22.62	-1.8	-26.2	-9.7	40.3	678.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	10.3
PIEDITTO	11	0.94	-1199.177	37.339	-109.174	22.62	22.62	-1.8	-26.0	-9.6	49.0	663.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	10.2
PIEDITTO	10	0.95	-1191.412	26.921	-98.447	22.62	22.62	-1.7	-24.8	-10.3	34.9	674.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	9.7
PIEDITTO	9	0.95	-1197.994	30.803	-87.483	22.62	22.62	-1.7	-24.1	-11.2	40.0	672.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.4	9.5
PIEDITTO	8	0.98	-1245.514	29.829	-76.109	22.62	22.62	-1.6	-23.3	-12.5	37.7	711.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.9	9.1
PIEDITTO	7	0.99	-1274.529	23.861	-56.146	22.62	22.62	-1.5	-22.0	-14.2	29.8	731.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.6	8.6
PIEDITTO	6	1.02	-1333.254	17.904	-32.504	22.62	22.62	-1.4	-20.5	-16.3	21.7	779.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.4	8.0
PIEDITTO	5	1.05	-1391.398	5.447	-6.668	22.62	22.62	-1.3	-19.1	-18.3	6.4	826.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.2	7.5
PIEDITTO	4	1.09	-1461.136	-16.540	21.267	22.62	22.62	-1.4	-17.7	-20.2	-18.8	888.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.9	7.0
PIEDITTO	3	1.13	-1525.185	-46.467	51.965	22.62	22.62	-1.5	-16.3	-22.0	-51.0	952.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.6	6.4
PIEDITTO	2	1.18	-1591.968	-78.246	81.564	22.62	22.62	-1.6	-15.1	-23.3	-82.1	1037.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.1	5.9
PIEDITTO	1	1.22	-1645.018	-112.900	108.981	22.62	22.62	-1.7	-14.0	-24.4	-114.4	1107.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.6	5.5
PIEDITTO	16	0.99	-718.598	-94.588	-36.186	22.62	22.62	-0.9	-12.7	-7.7	-118.1	626.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.0	5.0
PIEDITTO	15	0.99	-750.432	-84.078	-46.835	22.62	22.62	-1.0	-13.8	-7.4	-104.6	636.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.9	5.4
PIEDITTO	14	0.97	-758.889	-72.045	-50.382	22.62	22.62	-1.0	-14.6	-7.4	-91.7	614.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.9	5.7
PIEDITTO	13	0.96	-766.926	-55.486	-54.584	22.62	22.62	-1.1	-15.1	-7.2	-71.2	607.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	5.9
PIEDITTO	12	0.95	-763.881	-39.056	-51.852	22.62	22.62	-1.0	-15.0	-7.4	-50.6	595.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.9	5.9
PIEDITTO	11	0.94	-723.170	-16.278	-37.672	22.62	22.62	-0.9	-13.6	-7.9	-21.4	574.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.1	5.3
PIEDITTO	10	0.95	-693.380	3.031	-24.400	22.62	22.62	-0.8	-12.0	-8.4	3.9	581.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.3	4.7
PIEDITTO	9	0.95	-706.284	-2.894	-25.754	22.62	22.62	-0.8	-12.3	-8.5	-3.8	581.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.3	4.8
PIEDITTO	8	0.97	-753.293	-16.987	-26.656	22.62	22.62	-0.9	-12.7	-9.0	-21.5	616.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.5	5.0
PIEDITTO	7	0.98	-805.301	-18.226	-27.349	22.62	22.62	-0.9	-13.4	-9.6	-22.9	637.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.8	5.3
PIEDITTO	6	1.02	-844.446	0.314	-11.292	22.62	22.62	-0.8	-12.4	-10.9	0.4	684.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.3	4.9
PIEDITTO	5	1.05	-841.114	27.431	17.287	22.62	22.62	-0.8	-10.2	-12.3	32.2	720.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.8	4.0
PIEDITTO	4	1.09	-839.557	50.668	43.482	22.62	22.62	-0.9	-8.4	-13.4	57.4	763.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.3	3.3
PIEDITTO	3	1.13	-836.832	65.526	69.506	22.62	22.62	-1.0	-6.7	-14.2	71.5	814.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.6	2.6
PIEDITTO	2	1.17	-825.149	75.338	91.453	22.62	22.62	-1.0	-5.3	-14.7	79.5	858.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.8	2.1
PIEDITTO	1	1.21	-802.787	88.016	126.098	22.62	22.62	-1.1	-3.4	-15.5	89.6	906.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.1	1.3
CALOTTA	744	1.00	-702.828	-119.841	-36.171	22.62	22.62	-0.8	-12.4	-7.4	-148.4	632.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.9	4.8
CALOTTA	745	0.99	-685.722	-118.216	-39.708	22.62	22.62	-0.9	-12.5	-7.0	-147.9	618.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.7	4.9
CALOTTA	746	0.98	-670.840	-103.708	-38.993	22.62	22.62	-0.9	-12.4	-6.9	-131.1	604.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.7	4.9
CALOTTA	747	0.97	-656.301	-85.444	-36.869	22.62	22.62	-0.8	-12.1	-6.9	-109.0	592.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.7	4.8
CALOTTA	748	0.96	-642.257	-66.457	-31.772	22.62	22.62	-0.8	-11.7	-7.1	-85.8	578.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.8	4.6
CALOTTA	749	0.95	-626.603	-47.342	-24.873	22.62	22.62	-0.8	-11.1	-7.4	-61.7	565.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2.9	4.4
CALOTTA	750	0.94	-612.812	-32.621	-14.152	22.62	22.62	-0.7	-10.2	-8.0	-42.8	557.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.2	4.0
CALOTTA	751	0.93	-593.723	-19.892	-3.362	22.62	22.62	-0.6	-9.2	-8.7	-26.5	540.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.4	3.6
CALOTTA	752	0.93	-579.984	-11.963	8.473	22.62	22.62	-0.6	-8.1	-9.4	-15.9	539.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3.7	3.2
CALOTTA	753	0.92	-546.506	-17.223	24.050	22.62	22.62	-0.7	-6.4	-10.2	-23.2	521.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.0	2.5
CALOTTA	754	0.91	-508.954	-13.350	41.079	22.62	22.62	-0.8	-4.5	-11.1	-18.1	509.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.3	1.8
CALOTTA	755	0.91	-467.516	-14.017	58.764	22.62	22.62	-0.8	-2.5	-11.9	-19.1	498.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.7	1.0
CALOTTA	756	0.91	-453.743	-14.718	66.017	22.62	22.62	-0.9	-1.7	-12.3	-20.1	494.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.8	0.7
CALOTTA	757	0.90	-443.364	-15.454	67.815	22.62	22.62	-0.9	-1.4	-12.4	-21.2	486.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.9	0.5
CALOTTA	758	0.90	-444.038	-16.226	68.853	22.62	22.62	-0.9	-1.3	-12.5	-22.3	486.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.9	0.5
CALOTTA	759	0.90	-445.805	-17.038	70.378	22.62	22.62	-0.9	-1.2	-12.6	-23.3	488.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4.9	0.5
CALOTTA	760	0.90	-452.434	36.703	71.261	22.62	22.62	-0.9	-1.2	-12.9	50.6	483.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.1	0.5
CALOTTA	761	0.90	-464.799	53.291	74.927	22.62	22.62	-1.0	-1.1	-13.2	72.9	493.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.2	0.4
CALOTTA	762	0.90	-480.660	70.170	79.597	22.62	22.62	-1.0	-1.0	-13.9	96.3	492.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.5	0.4
CALOTTA	763	0.90	-496.940	87.236	84.765	22.62	22.62	-1.1	-0.8	-14.5	119.4	497.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5.7	0.3

CALOTTA	764	0.91	-518.156	104.549	90.872	22.62	22.62	-1.1	-0.7	-15.3	142.4	505.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.0	0.3
CALOTTA	765	0.91	-547.894	120.250	98.518	22.62	22.62	-1.2	-0.5	-16.3	163.1	514.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.4	0.2
CALOTTA	766	0.91	-571.647	138.893	103.631	22.62	22.62	-1.2	-0.4	-17.0	188.3	519.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.7	0.2
CALOTTA	767	0.92	-610.910	149.578	107.488	22.62	22.62	-1.3	-0.8	-17.7	201.2	533.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.0	0.3
CALOTTA	768	0.93	-669.901	154.841	109.742	22.62	22.62	-1.3	-1.7	-18.5	205.4	556.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.2	0.7
CALOTTA	769	0.93	-731.048	170.683	95.527	22.62	22.62	-1.3	-3.7	-18.3	226.9	565.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.2	1.4
CALOTTA	770	0.94	-807.699	186.237	84.675	22.62	22.62	-1.3	-5.7	-18.3	244.0	593.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.2	2.2
CALOTTA	771	0.95	-870.094	199.051	73.701	22.62	22.62	-1.3	-7.4	-18.3	259.4	610.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.2	2.9
CALOTTA	772	0.96	-941.763	205.415	59.566	22.62	22.62	-1.3	-9.4	-18.1	265.1	633.3	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.1	3.7
CALOTTA	773	0.97	-1009.191	213.136	38.978	22.62	22.62	-1.2	-11.8	-17.4	272.0	657.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.8	4.6
CALOTTA	774	0.98	-1087.957	217.264	17.273	22.62	22.62	-1.1	-14.3	-16.7	273.1	689.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.6	5.6
CALOTTA	775	0.98	-1124.159	208.662	3.708	22.62	22.62	-1.1	-15.8	-16.3	261.7	698.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6.4	6.2
AR	208	1.00	-1239.810	144.778	5.273	22.62	22.62	-1.2	-17.1	-17.8	179.2	735.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7.0	6.7
AR	209	1.00	-1169.850	146.629	57.008	22.62	22.62	-1.4	-12.6	-20.3	181.4	722.9	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.0	4.9
AR	210	1.01	-1099.615	136.346	105.949	22.62	22.62	-1.6	-8.3	-22.4	167.2	719.7	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8.8	3.2
AR	211	1.01	-1025.121	119.363	146.748	22.62	22.62	-1.7	-4.5	-24.0	145.8	709.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.4	1.8
AR	212	1.00	-942.739	103.228	173.690	22.62	22.62	-1.8	-1.5	-25.1	127.8	678.4	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9.8	0.6
AR	213	1.00	-878.089	65.012	203.784	22.62	22.62	-1.9	2.4	-26.4	80.3	669.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10.4	0.9
AR	214	1.00	-862.166	21.152	223.948	22.62	22.62	-2.1	5.5	-28.1	26.2	664.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11.0	2.1
AR	215	0.99	-852.315	-32.067	237.717	22.62	22.62	-2.2	8.2	-29.6	-39.8	657.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11.6	3.2
AR	216	1.00	-914.050	-115.950	248.042	22.62	22.62	-2.2	7.3	-30.7	-143.1	676.0	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12.1	2.9
AR	217	0.99	-1014.678	-221.350	237.493	22.62	22.62	-2.2	3.1	-31.0	-274.9	688.6	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12.2	1.2
AR	218	1.00	-1207.013	-340.291	214.090	22.62	22.62	-2.3	-2.5	-31.5	-420.8	730.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12.3	1.0
AR	219	1.00	-1435.364	-357.305	169.329	22.62	22.62	-2.2	-8.7	-31.6	-441.1	776.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12.4	3.4
AR	220	1.00	-1769.700	-375.171	116.138	22.62	22.62	-2.3	-17.0	-32.8	-464.5	836.8	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12.9	6.7
AR	221	1.01	-2242.150	-393.929	84.687	22.62	22.62	-2.5	-25.6	-36.8	-481.2	945.5	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14.4	10.0
AR	222	1.01	-2664.748	-413.626	48.757	22.62	22.62	-2.7	-33.9	-40.4	-507.1	1022.1	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15.9	13.3
AR	223	1.00	-3034.322	-434.307	31.459	22.62	22.62	-3.0	-40.6	-44.8	-537.2	1080.2	-	2480.5	20.0	28.4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17.6	15.9