

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 6 – WBS GN15X  
Relazione di calcolo**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. N. Meistro	

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

Progettazione :								IL PROGETTISTA
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A00	Prima emissione	COCIV	25/05/2017	Di Salvo	25/05/2017	A. Mancarella	25/05/2017	  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:	File: IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00
-----------	---------------------------------------



<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00</p>	<p>Foglio 3 di 78</p>

## INDICE

INDICE.....		3
1. INTRODUZIONE.....		5
2. NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI.....		6
3. MATERIALI IMPIEGATI.....		9
3.1. Gallerie naturali.....		9
4. DESCRIZIONE DEI METODI DI CALCOLO UTILIZZATI.....		12
4.1. Metodo delle curve caratteristiche.....		12
4.1.1. Aspetti generali.....		12
4.1.2. Consolidamento del fronte di scavo.....		15
4.1.3. Consolidamento al contorno (metodo "transfer-matrix").....		16
4.2. Analisi stabilità del fronte in gallerie superficiali.....		17
4.3. Analisi numeriche bidimensionali: FLAC 7.0.....		20
5. INQUADRAMENTO DELL'OPERA.....		25
5.1. Note generali.....		25
5.2. Inquadramento geologico-geomorfologico.....		26
5.2.1. Caratteristiche stratigrafico-sedimentologiche delle unità del Bacino Terziario Piemontese interessate dall'opera in progetto.....		29
5.2.2. Formazione di Costa Areea.....		29
5.2.3. Depositi quaternari.....		30
5.3. Condizioni geologiche attese in corrispondenza dell'opera.....		30
5.3.1. Note sulle problematiche superficiali legate alla geomorfologia del Quaternario.....		30
5.4. Inquadramento idrogeologico.....		31
5.4.1. Considerazioni generali.....		31
5.5. Condizioni idrogeologiche attese in corrispondenza dell'opera.....		32
5.6. Sintesi delle problematiche di scavo.....		33
5.7. Inquadramento geotecnico.....		34
5.7.1. Depositi colluviali – Unità L/S.....		38
5.7.2. Marne alterate – Unità FC_alt.....		38
5.7.3. Formazione di Costa Areea.....		39
5.7.4. Quadro di sintesi caratterizzazione geomeccanica.....		39
6. PREVISIONI SUL COMPORTAMENTO DEGLI AMMASSI ALLO SCAVO (FASE DI DIAGNOSI).....		41
6.1. Calcolo e determinazione delle categorie di comportamento allo scavo.....		42
6.1.1. Stabilità del fronte di scavo.....		43
6.1.2. Metodo delle Linee Caratteristiche.....		45

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00</p>	<p>Foglio 4 di 78</p>

6.1.3.	Considerazioni conclusive .....	45
7.	<b>DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO (FASE DI TERAPIA)</b> .....	46
7.1.	Tipologie di intervento in fase costruttiva.....	46
7.2.	Sezioni tipo di avanzamento .....	48
8.	<b>INDIVIDUAZIONE DELLE SEZIONI DI CALCOLO E ANALISI DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO</b> .....	50
8.1.	Premessa.....	50
8.2.	Verifiche di stabilità del fronte con metodi analitici .....	50
8.3.	Verifiche con il metodo delle curve caratteristiche.....	51
8.4.	Modelli numerici di calcolo: Ipotesi di base.....	52
8.4.1.	Modellazione degli elementi geotecnici e strutturali.....	53
8.4.2.	Taratura modelli di calcolo .....	57
8.5.	Modello 1: Sezione tipo B2-r Copertura 20m.....	58
8.5.1.	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	60
8.6.	Modello 2: Sezione tipo C2sb-r Copertura 10m.....	62
8.6.1.	Rivestimenti di prima fase e fasi di calcolo .....	63
9.	<b>RISULTATI ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE</b> .....	65
9.1.	Rivestimenti di prima fase.....	65
9.2.	Verifiche Rivestimento definitivo in Calcestruzzo Armato.....	66
9.3.	Modello 1: Sezione Tipo B2sb-r.....	68
9.3.1.	Analisi deformativa.....	68
9.3.2.	Analisi Tensionale.....	70
9.4.	Modello 2: Sezione Tipo C2sb-r.....	72
9.4.1.	Analisi deformativa.....	72
9.4.2.	Analisi Tensionale.....	74
10.	<b>INTERFERENZE CON LO SCAVO</b> .....	76
11.	<b>CONCLUSIONI</b> .....	77
12.	<b>ALLEGATI DI CALCOLO</b> .....	78

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00
	Foglio 5 di 78

## 1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la descrizione delle principali problematiche legate allo scavo di una tratta della galleria di Valico, le scelte progettuali effettuate con conseguente definizione delle sezioni tipo d'avanzamento e la verifica di tali sezioni, con riferimento alle condizioni critiche rappresentative presenti lungo lo sviluppo della galleria.

L'opera in oggetto fa 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 del binario dispari dal pozzo fresa di Cascina Radimero al Camerone Tipo "D" (tratto 6, da pk 27+579 a pk 27+668 circa) dove le due gallerie di linea confluiscono in un'unica galleria, prima di uscire in corrispondenza dell'imbocco nord di valico.

Tale tratta, denominata WBS GN15X, si sviluppa per una lunghezza di circa 76 m, con coperture che variano da 6 m a 23 m, ed è realizzata mediante scavo tradizionale impiegando una canna a singolo binario di sezione policentrica. Nelle stesse progressive il binario pari è scavato mediante sistema meccanizzato (WBS GN14V), con interasse tra le due canne variabile (da 16m a 20m).

Dal punto di vista geologico e geomorfologico, la galleria si innesta ai piedi di un versante modellato nella Formazione di Costa Areasa, sovrastato da accumuli di depositi quaternari, misti detritico-alluvionali, come verrà meglio precisato in seguito.

Dal punto di vista geotecnico, lo scavo dovrebbe avvenire sempre nella formazione marnosa, che si presenta destrutturata e molto alterata nella prima parte dello scavo, in cui la modesta copertura è formata principalmente da depositi di terreni sciolti a granulometria prevalentemente argilloso-limosa più o meno sabbiosa, per poi passare, all'aumentare delle coperture in cui si riduce sempre più la potenza del suddetto deposito, ad un substrato molto più compatto e poco alterato.

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 6:

B0 sb-r, B2 sb-r, C2 sb-r

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00</p> <p>Foglio 6 di 78</p>

## 2. NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI

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

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

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

**- Legge n° 64 del 2 febbraio 1974**

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

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

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

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

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

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

Azioni sulle costruzioni.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 7 di 78</p>

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

**- Decreto Ministero Lavori Pubblici 9/01/1996**

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

**- Decreto Ministero Lavori Pubblici 16/01/1996**

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

**- Decreto Ministero Lavori Pubblici 16/01/1996**

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche

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

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

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

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

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

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

**- Decreto Ministero Lavori Pubblici 5/08/1999**

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

**- D.P.R. 6 Giugno 2001, n°380**

Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00	Foglio 8 di 78

### RACCOMANDAZIONI

**- Eurocodice 1 UNI-EN-1991**

Criteri generali di progettazione strutturale

**- Eurocodice 2 UNI-EN-1992**

Progettazione delle strutture in calcestruzzo

**- Eurocodice 3 UNI-EN-1993**

Progettazione delle strutture in acciaio

**- Eurocodice 4 UNI-EN-1994**

Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo

**- Eurocodice 7 UNI-EN-1997**

Progettazione Geotecnica

**- Eurocodice 8 UNI-EN-1998**

Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 9 di 78</span>

### 3. MATERIALI IMPIEGATI

#### 3.1. Gallerie naturali

##### Consolidamenti e rivestimenti provvisori

Spritz beton fibrorinforzato	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistenza media su carote <math>h/\phi = 1</math> a 48 ore <math>\geq 13</math> MPa, a 28 gg <math>\geq 25/30^*</math> MPa</li> <li>- dosaggio per fibre in acciaio <math>\geq 30</math> kg/m<sup>3</sup></li> <li>* 30MPa per sezioni tipo C2 sb - C4sb – C2r sb C1sb-r – C2 e C4</li> </ul>
Acciaio per centine, piastre e collegamenti:	S275
Acciaio per catene	S275
Acciaio per armatura e rete elettrosaldata:	B450 C
Acciaio bulloni ad ancoraggio continuo	B450 C
Drenaggi	Tubi microfessurati in PVC <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\phi_{est} &gt; 60</math> mm, sp. 5 mm</li> <li>- Resistenza alla trazione 4.5 MPa, 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. <math>2 \pm 0.5</math> 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 = <math>\pm 20\%</math> max allungamento</li> <li>- Comportamento al fuoco B2</li> <li>- Resistenza alla pressione dell'acqua a 1 MPa per 10 ore : impermeabile</li> </ul>

Tubi in VTR (caratteristiche del composito)	<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>
Miscele cementizie per cementazione a bassa pressione	<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 &gt; 5 MPa</li> </ul>
Iniezioni di guaina	<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>
Iniezione di consolidamento	<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 &lt;2 %</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 &gt; 95%</li> </ul>

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 11 di 78</span>

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

## Rivestimenti definitivi

Acciaio per armatura:	B450 C
Calcestruzzo strutturale calotta e piedritti	C25/30, 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.

## Valori di verifica

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 12 di 78</span>

## 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. Analisi di stabilità del fronte (metodi numerici in forma chiusa)
2. Metodi numerici agli elementi finiti;

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

Non è stato possibile ricorrere all'utilizzo del Metodo delle Linee Caratteristiche a causa delle basse coperture presenti in sito ma nel seguito verrà riportata comunque una breve descrizione.

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

- **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.

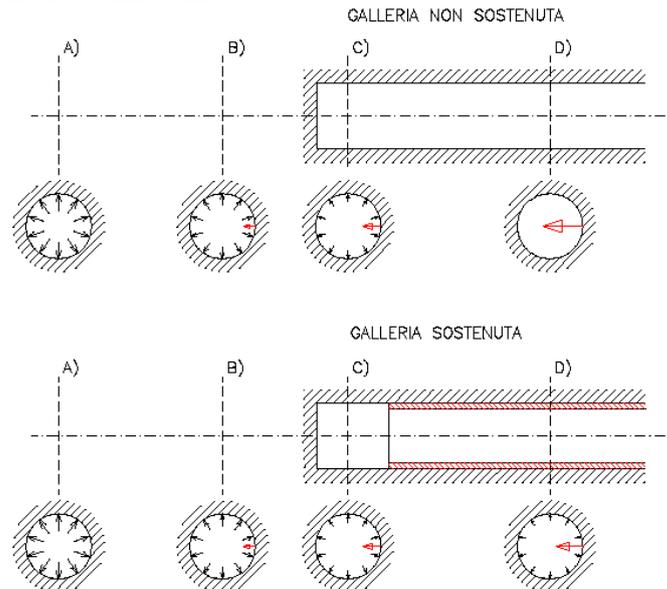
Per ogni galleria è possibile costruire due curve caratteristiche principali:

- 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,

- 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.

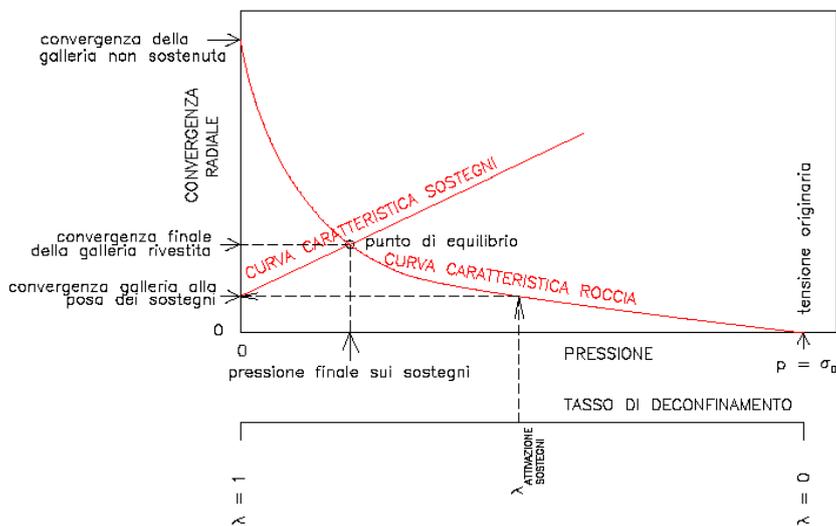
FIGURA 11. PROGRESSIVO DECONFINAMENTO DEL BORDO DI SCAVO PER SIMULARE L'AVANZAMENTO DELLA GALLERIA



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
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 15 di 78</span>

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 con tale metodo 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 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 16 di 78</span>

$\tau_a$  = 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 vengono 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 corrispondenti variazioni di deformazione, mentre i coefficienti  $D^{ep}_{ij}$  rappresentano gli elementi della matrice di rigidità

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 17 di 78</span>

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.

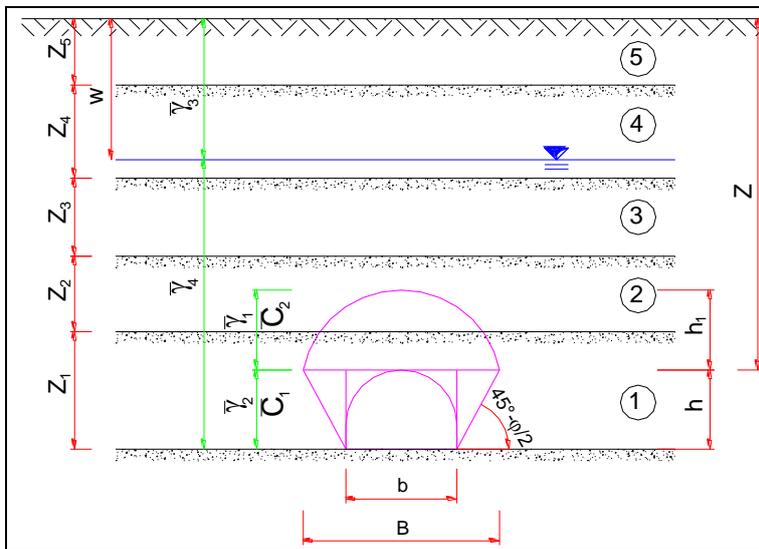
## 4.2. Analisi stabilità del fronte in gallerie superficiali

### Metodo di Tamez & Cornejo (1985)

La valutazione della stabilità del fronte di scavo può essere condotta mediante l'impiego di metodi analitici semplificati all'equilibrio limite. In particolare si fa riferimento alle teorie di Tamez e Cornejo che ipotizzano che esistano dei prismi di terreno in distacco secondo sezioni longitudinali, giungendo a definire un coefficiente di sicurezza FSF nei confronti della stabilità del fronte di scavo. Tali metodi consentono inoltre di tenere in conto degli interventi di preconsolidamento assumendo per il terreno trattato caratteristiche meccaniche incrementate rispetto a quelle del terreno naturale.

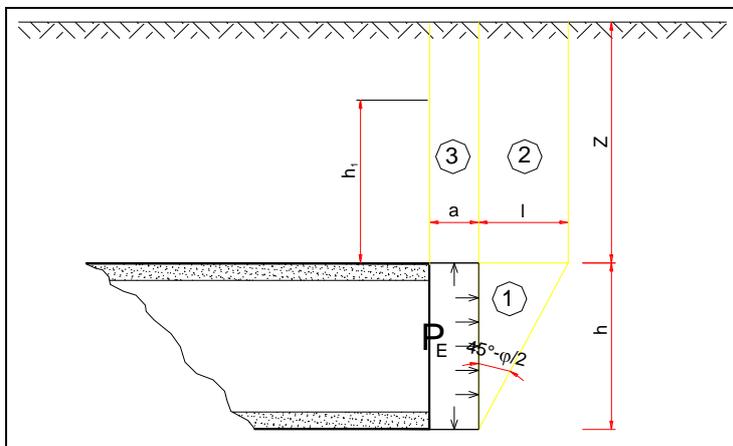
Si riporta nel seguito una breve sintesi di riepilogo del metodo adottato.

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



**Figura 4-1 – Schema proposto da Tamez.**

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



**Figura 4-2 – Schema proposto da Tamez.**

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

Metodo di Broms e Bennermark (1967)

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

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

dove:

- $\gamma$  = 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**

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 20 di 78</span>

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.

#### 4.3. Analisi numeriche bidimensionali: FLAC 7.0

Le analisi tenso-deformative presentate nel seguito, sono state condotte impiegando il codice di calcolo FLAC 7.0 (Fast Lagrangian Analysis of Continua), sviluppato da ITASCA Consulting, il quale consente di affrontare problemi di meccanica del continuo determinando gli stati tensionali e deformativi in un dominio bidimensionale 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:

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

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

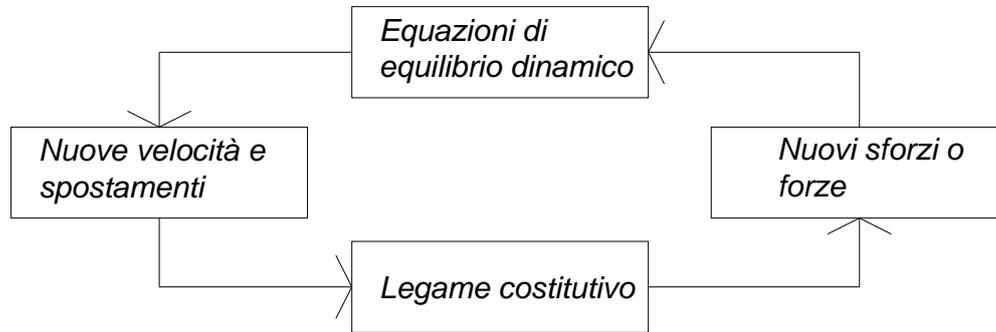
$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{i,j} \approx \frac{u_{i,j}^t - u_{i-1,j}^t}{\Delta x}.$$

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:

$$\sigma = E \cdot \frac{\partial u}{\partial x} \Rightarrow \sigma_{i,j}^t = E \cdot \frac{u_{i+1,j}^t - u_{i,j}^t}{\Delta x}$$

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  $F_e$  (gravità, carichi esterni ...), la risultante delle forze interne  $F_i$ , calcolata per integrazione degli sforzi nelle zone collegate al nodo stesso, così che è possibile determinare la forza squilibrata agente sul nodo  $F_u$  (unbalanced force  $F_u = F_e - F_i$ );
- per ogni gridpoint si scrive l'equazione di Newton  $F_u = m \cdot a$ , 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  $F_u$ , dando inizio ad un nuovo passo di calcolo. Il processo iterativo ha termine qualora si ottenga una forza squilibrata che abbia un valore minore di una tolleranza prestabilita.



**Figura 4-3– 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:

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

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

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

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:

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

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

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

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.

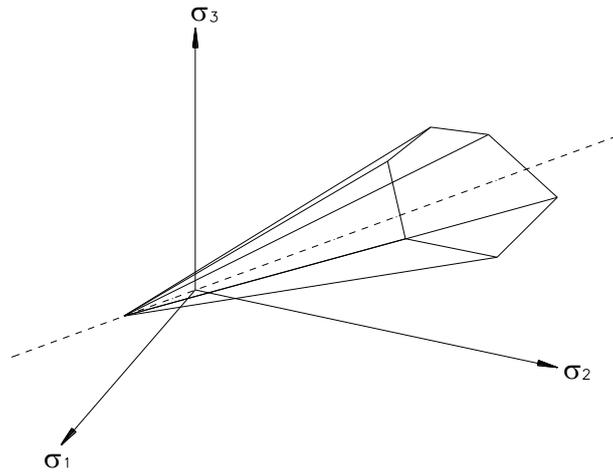
Per un generico stato di sforzo, individuato dalle tensioni principali  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ , il criterio di rottura di Mohr-Coulomb, è rappresentato dalle seguenti equazioni lineari:

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

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

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

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 4-4 – 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.

## 5. INQUADRAMENTO DELL'OPERA

### 5.1. Note generali

L'opera in oggetto rientra nella realizzazione della Linea AV/AC Milano- Genova III Valico ed in particolare della tratta 6 della galleria di Valico; tale tratta si sviluppa tra le progressive pk 27+579 e pk 27+668 circa per una lunghezza di circa 76 m, con coperture che variano da 6 m a 23 m, ed è realizzata mediante scavo tradizionale impiegando una canna a singolo binario di sezione policentrica. In particolare lo scavo collega il pozzo fesa di Cascina Radimero (WBS GA1U) e il Camerone tipo "D" (WBS GN16). Nelle stesse progressive il binario pari è scavato mediante sistema meccanizzato (cfr. WBS GN14V), con interasse tra le canne variabile (da 16m a 20m). In corrispondenza del Camerone tipo D le due gallerie di linea confluiscono in un'unica galleria, prima di uscire in corrispondenza dell'imbocco nord di valico.

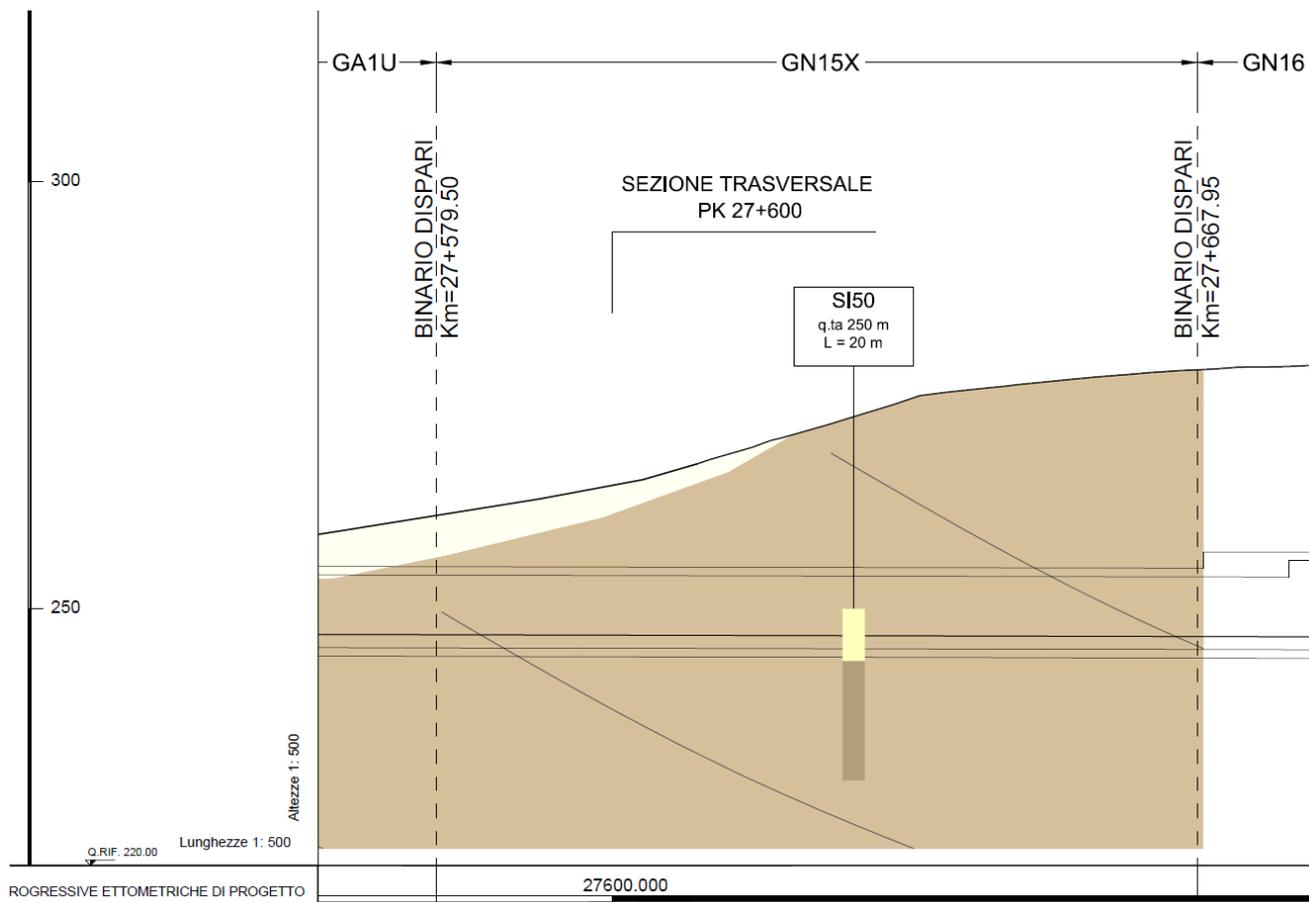


Figura 5-1. Profilo longitudinale

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.

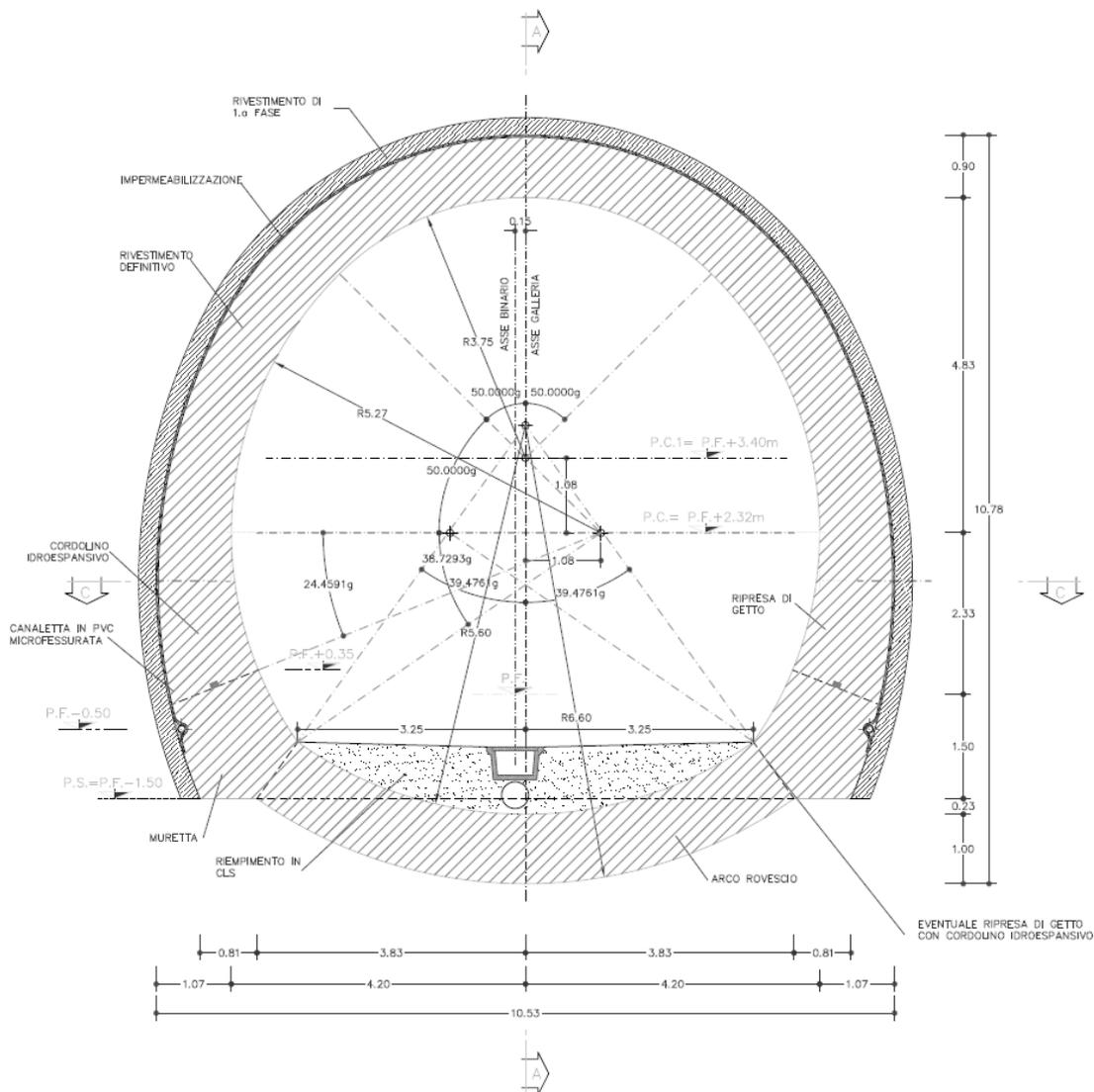


Figura 5-2. Sezione corrente

Si riporta nei paragrafi che seguono un inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico generale, la descrizione delle formazioni interessate dallo scavo della tratta in oggetto e le principali criticità. E' data attenzione, essenzialmente, agli elementi di natura geologica influenti ai fini del comportamento geo-meccanico dell'ammasso in risposta all'apertura del cavo. Infine verranno riassunti i parametri geotecnici delle formazioni interessate dallo scavo.

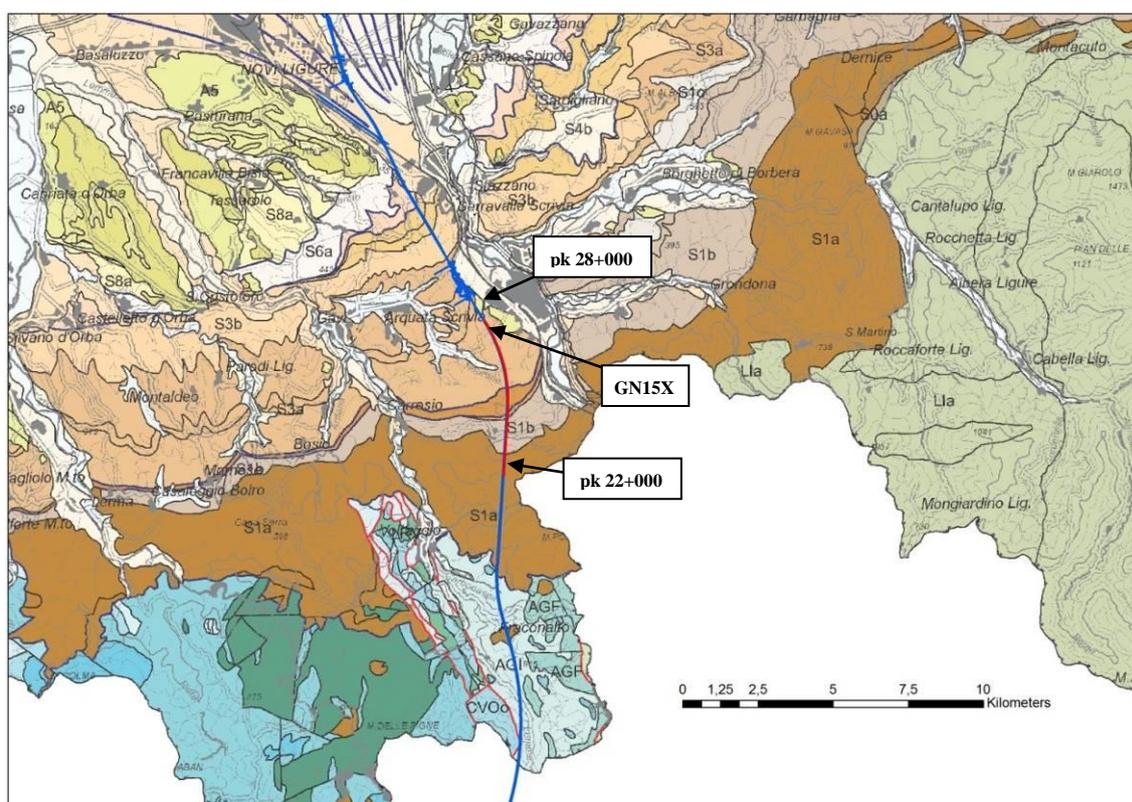
La trattazione specifica degli aspetti geologici è pertanto demandata alla relazione geologica relativa.

## 5.2. Inquadramento geologico-geomorfologico

La Galleria di Valico, nella tratta in esame, ricade interamente nelle successioni sedimentarie terrigene, prevalentemente silicoclastiche, riferibili al settore meridionale del Bacino Terziario Piemontese (BTP). Verso sud le unità del BTP poggiano in discordanza sulle unità metamorfiche

del “Gruppo di Voltri” Auct. (unità tettonometamorfiche Figogna e Cravasco-Voltaggio; cfr. Foglio 213-230 “Genova” della Carta Geologica d’Italia), mentre a nord, verso la pianura alessandrina, esse sono sormontate dai depositi post-messiniani (Argille di Lugagnano/Argille Azzurre, Sabbie di Asti l.s. e “Villafranchiano” Auct.) e dai depositi alluvionali pleistocenico-olocenici del bacino di Alessandria, rappresentati in questo settore dai depositi del T. Scrivia (Figura 5-3).

Nel seguito verranno descritte le principali caratteristiche geologiche del tratto interessato dallo scavo, funzionali alla caratterizzazione geotecnica in oggetto. Si rimanda alla specifica relazione geologica per un quadro sull’argomento.



**LEGENDA**

**Depositi alluvionali**

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

**Bacino Terziario Piemontese**

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

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

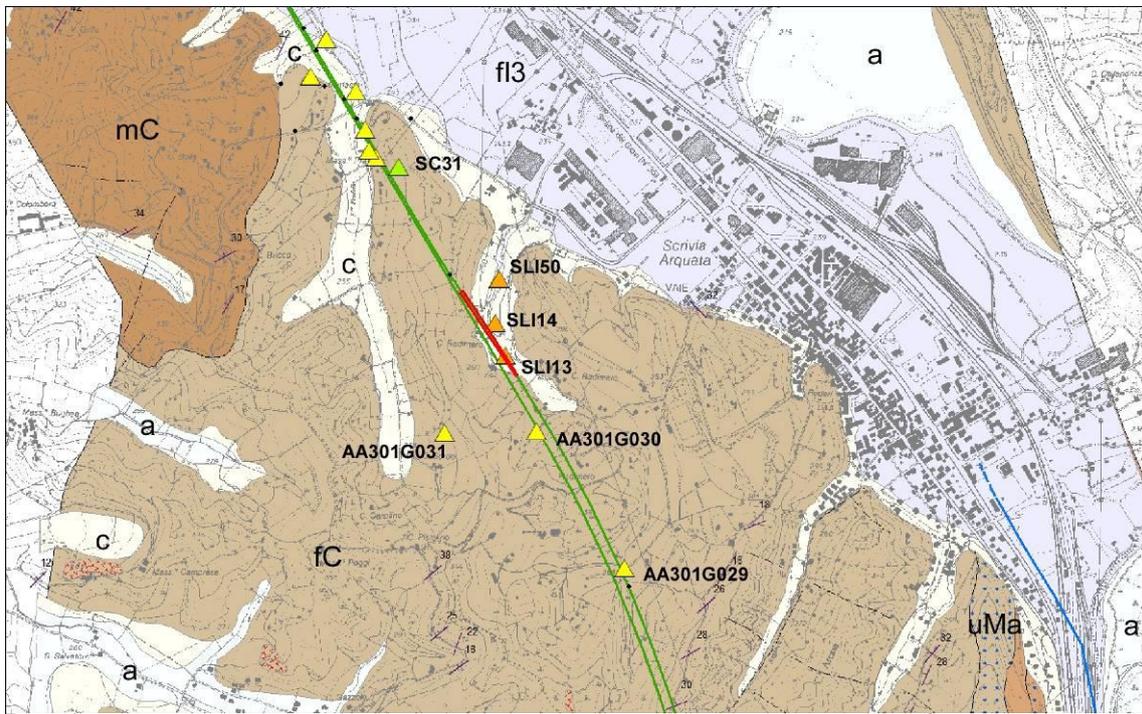
L1a Formazione del M. Antola, Formazione di Bruggi-Selvapiana, Argilliti di Pagliaro (Campaniano-Maastrichtiano p.p.); L1c Flysch di Monte Cassio (Cretacico sup.-Eocene inf.?).

**Zona a scaglie tettoniche – Zona Sestri-Voltaggio**

Unità Figogna: AGI Argilloscisti di Costagiutta (Cretacico inf.); AGF Argilloscisti di Murta (Cretacico inf.?).

Unità Cravasco-Voltaggio: CVOo metabasalti e metagabbri (Giurassico medio? – sup.?).

**Figura 5-3. Estratto della nuova Carta Geologica del Piemonte in scala 1:250.000 (Piana et al., in prep.) con l’ubicazione del tracciato della linea AV/AC (in blu) e delle tratte in esame**



**Figura 5-4. Carta geologica interpretativa del settore interessato dalla WBS in esame, con ubicazione dei sondaggi ad oggi eseguiti (giallo: sondaggi PP; arancione: sondaggi PE).**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00
	Foglio 29 di 78

### 5.2.1. Caratteristiche stratigrafico-sedimentologiche delle unità del Bacino Terziario Piemontese interessate dall'opera in progetto

Il tratto di linea oggetto del presente rapporto attraversa le successioni rupeliano-langhiane del Bacino Terziario Piemontese; in particolare, dal basso verso l'alto stratigrafico si trovano:

- la formazione di Molare,
- la formazione di Rigoroso,
- la formazione di Costa Montada,
- la formazione di Costa Areasa.

La WBS in progetto attraversa la formazione di Costa Areasa, la cui descrizione, di seguito riportata, è il risultato degli studi di dettaglio condotti in fase di Progetto Esecutivo, nelle aree oggetto d'intervento, implementati con informazioni provenienti dal Progetto Definitivo nonché dai dati presenti in letteratura.

### 5.2.2. Formazione di Costa Areasa

La formazione di Costa Areasa (fC) è costituita da alternanze di strati arenaceo-pelitici, torbiditici e livelli di emipelagiti. Il rapporto arenaria/pelite è  $< 1$ . Le arenarie sono da medie a fini. Gli strati arenacei decimetrici sono interamente laminati con lamine parallele e subordinatamente lamine oblique a piccola scala. Gli strati metrici mostrano gradazione normale alla base e lamine parallele, lamine convolute e/o lamine oblique a piccola scala al tetto; alla base degli strati arenacei sono spesso presenti strutture da carico e gallerie di bioturbazione.

La facies marnoso-calcareo, in livelli spessi da pochi cm a qualche decina di cm, si trova intercalata agli strati pelitico-arenacei sopra descritti. Si tratta di marne calcaree debolmente siltose, compatte, omogenee e con frattura concoide.

La parte superiore della formazione (circa 200 m) è invece essenzialmente costituita da marne e peliti siltose con rare e sottili intercalazioni di arenarie.

La formazione è stata deposta in un ambiente di piana sottomarina, mentre la parte superiore, essenzialmente pelitica, potrebbe rappresentare un ambiente di scarpata non attiva (Ghibaudo et al., 1985).

La formazione, nel complesso raggiunge una potenza di oltre 1000 m e, verso l'alto, diventa sempre più marnosa, passando transizionalmente alle Marne di Cessole. Rispetto alle osservazioni fatte in fase di Progetto Definitivo, nel corso degli approfondimenti condotti in fase esecutiva, all'interno della formazione di Costa Areasa, nella parte basale, è stata ulteriormente distinta un'unità arenitica (fCa).

In base ai dati strutturali raccolti sul terreno in corrispondenza di rari affioramenti, la stratificazione immerge verso NNW di circa  $25^{\circ} \div 45^{\circ}$ . Il substrato è caratterizzato da un grado di fatturazione piuttosto ridotto, come testimoniato dalle stratigrafie di diversi sondaggi a carotaggio eseguiti lungo il tracciato di linea nell'ambito del Progetto Preliminare.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 30 di 78</span>

### 5.2.3. Depositi quaternari

Alla base del versante modellato nella formazione di Costa Areasa sub affiorante, si trovano accumuli di depositi misti detritico-alluvionali, cui si possono localmente associare, lungo l'asse del fondovalle minore su cui si colloca il pozzo fresa di cascina Radimero, dei depositi alluvionali sottili, riferibili al fluviale recente e non distinguibili cartograficamente con precisione.

Si tratta di terreni sciolti a granulometria prevalentemente argilloso-limosa  $\pm$  sabbiosa, formanti accumuli di spessore variabile, generalmente dell'ordine di pochi metri; la potenza massima al piede del versante nell'area considerata è di circa 4-5 m, mentre verso monte lungo il pendio, dove subaffiora il substrato marnoso, arriva a circa 0.5-1 m.

La porzione superficiale del substrato è alterata e parzialmente pedogenizzata a costituire un livello di alterazione di spessore variabile da 1 a 2 m ca. Al di sopra dei depositi quaternari e del substrato subaffiorante è infine presente uno strato di terreno vegetale e agricolo di potenza mediamente inferiore a 0,5 m.

### 5.3. Condizioni geologiche attese in corrispondenza dell'opera

In coerenza con quanto riportato nel profilo geomeccanico, l'intero tratto di scavo della WBS oggetto del presente rapporto attraversa presumibilmente la formazione di Costa Areasa (fC).

Dal punto di vista geologico la criticità principale è rappresentata dalla bassa copertura al di sopra della calotta del tunnel, inoltre dalla possibilità che nella tratta a minore copertura in marne, possa eventualmente essere intercettato il limite di appoggio basale dei depositi detritico-colluviali superficiali, con conseguenti problemi legati alla stabilità della volta e a possibili subsidenze in superficie.

Nel settore di indagine, a causa della diffusa coltre detritico-colluviale, della densa copertura vegetale e delle rielaborazioni agricole, non vi è evidenza diretta della presenza di faglie, anche per l'assenza di marker stratigrafici che permettano di evidenziare eventuali incongruenze geometriche all'interno della formazione. Non si può escludere del tutto la presenza di alcune faglie minori di spessore centimetrico-decimetrico, la cui densità e posizione non è tuttavia definibile.

Il grado di fratturazione può variare da medio a basso, con sviluppo di fratture più nette all'interno dei livelli cementati (arenarie e marne carbonatiche) e di clivaggi di fratturazione pervasivi nei livelli marnosi meno cementati.

#### 5.3.1. Note sulle problematiche superficiali legate alla geomorfologia del Quaternario

Dal punto di vista geomorfologico, l'area di studio si colloca al raccordo tra la piana alluvionale terrazzata del T. Scrivia e il versante collinare impostato nel substrato marnoso sub-affiorante del fianco sinistro della Valle Scrivia.

Il raccordo tra il versante e il terrazzo alluvionale principale è caratterizzato dalla presenza di numerosi piccoli conoidi detritico-alluvionali alimentati dal reticolato idrografico secondario, poggianti sulla superficie sub pianeggiante del terrazzo.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00
	Foglio 31 di 78

La dinamica di versante è legata prevalentemente all'innescò di piccole frane per colamento dei terreni della coltre detritica superficiale, derivante da un substrato marnoso e caratterizzata quindi da granulometria fine, bassa permeabilità, limitata capacità di drenaggio delle acque di infiltrazione e suscettibilità al dissesto relativamente alta. Sui versanti possono innescarsi limitati fenomeni di soliflusso, colamento lento o, al limite, piccole frane di scivolamento a carico della coltre, innescate da precipitazioni intense e prolungate.

Alla luce delle caratteristiche sopra descritte e data la posizione dell'opera prevista, che si colloca interamente nel sottosuolo, sul lato settentrionale della piccola valle laterale di Cascina Radimero, l'influenza di fenomeni geomorfologici superficiali è da ritenersi di scarsa rilevanza. Il settore considerato è caratterizzato da una morfologia dolce e poco acclive e dall'assenza di fenomeni di instabilità gravitativa profonda che possano andare a interessare la quota del tunnel.

L'area adiacente allo scavo della galleria sarà interamente cantierizzata per la realizzazione del pozzo di C. Radimero, per l'imbocco della fresa; pertanto, l'attuale assetto geomorfologico verrà comunque completamente modificato in fase di esecuzione, su un'area piuttosto ampia; a tutela delle zone di cantiere inerenti la WBS in oggetto, si dovranno quindi adottare soluzioni integrate con quelle prescritte a livello progettuale per l'area del pozzo fresa.

## 5.4. Inquadramento idrogeologico

### 5.4.1. Considerazioni generali

L'opera in progetto è interamente realizzata all'interno del substrato prequaternario, che rappresenta un acquifero dalla produttività e dalla connettività idraulica estremamente limitate.

L'acquifero residente nei depositi quaternari superficiali è confinato, alla base, all'orizzonte superiore del substrato prequaternario più alterato e detensionato, che ha una permeabilità più elevata del substrato indisturbato.

Le differenze a livello litologico tra i depositi fluviali recenti e/o attuali, i terreni della coltre detritica e le marne del substrato permettono di individuare due tipologie di acquiferi:

- acquifero superficiale
- acquifero profondo

L'alimentazione degli acquiferi superficiali e, indirettamente, dell'acquifero del substrato, avviene principalmente per il contributo delle precipitazioni dirette e in minor misura per i flussi idrici orientati da SE a NW all'interno dei terrazzi alluvionali più antichi. Le formazioni del substrato subaffioranti lungo i versanti collinari non possono contribuire se non in minima parte all'alimentazione di questi acquiferi ospitati nei depositi alluvionali, poiché come già sottolineato si tratta di terreni essenzialmente impermeabili.

Le misure piezometriche eseguite nei sondaggi realizzati per il Progetto Esecutivo danno un'idea dell'entità delle oscillazioni piezometriche su scala stagionale: per quanto riguarda il foro SLI13, si

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 32 di 78</span>

va da una soggiacenza di -4/-5 m dal p.c. nell'autunno 2012, a -2 m ca. nell'inverno 2012/2013, con un'escursione di 2-3 m.

All'assenza totale di falda nel sondaggio SL114 nell'autunno, fa riscontro una falda prossima al p.c. nel periodo invernale.

Si rimanda alla specifica relazione idrogeologica per approfondimenti sulle tipologie di acquiferi menzionate e le caratteristiche dei complessi idrogeologici presenti.

## 5.5. Condizioni idrogeologiche attese in corrispondenza dell'opera

Data la permeabilità ridotta delle marne della formazione di Costa Areea, non si dovrebbero avere criticità particolari legate a venute d'acqua direttamente provenienti dal substrato prequaternario, in cui si prevedono condizioni di assenza di acqua o, al limite, di umidità.

Tuttavia, un aspetto potenzialmente critico è rappresentato dalla bassa copertura topografica al di sopra della galleria, in particolare tra l'inizio della WBS e la pk 27+610; in questo tratto, la copertura in marne sopra alla calotta è compresa tra 1 e 10 m; le marne sono in contatto con uno strato superficiale di depositi misti detritico-colluviali-alluvionali, che, pur non ospitando una falda di elevato spessore ed estesa arealmente, sono verosimilmente saturi per buona parte dell'anno.

La creazione, al contorno della galleria, di una zona di detensionamento dell'ammasso marnoso, legata allo scavo, potrebbe determinare un incremento sia dello stato di fratturazione, sia dell'apertura delle discontinuità preesistenti (stratificazione o giunti) e la conseguente creazione di un collegamento idraulico tra le marne e i depositi superficiali parzialmente saturi, in particolare nel tratto dove lo spessore in marne sopra alla volta è più ridotto.

Inoltre, la possibilità che la calotta del tunnel intercetti il limite coltre/substrato e che, quindi, la galleria entri parzialmente nei depositi superficiali, per variazioni della morfologia della loro superficie di appoggio basale, costituisce un ulteriore fattore di criticità dal punto di vista sia geologico, sia idrogeologico.

Manifestazioni idriche costituite da stillicidi diffusi e intensi e/o da venute concentrate, potenzialmente associate ad afflusso in galleria di materiale detritico sciolto, potrebbero quindi verificarsi, in assenza di interventi appropriati, soprattutto in corrispondenza del settore a minore copertura e dove i depositi detritici hanno spessore maggiore.

Nella restante parte della tratta considerata, con il progressivo aumento della copertura in marne sopra alla calotta, le manifestazioni idriche andranno progressivamente attenuandosi, dato il basso grado di conducibilità testimoniato dalle prove eseguite in sondaggio.

Il carico idraulico per la tratta in questione, sulla base delle misure eseguite nei piezometri installati nei sondaggi appare legato essenzialmente alla circolazione all'interno dei depositi detritico-colluviali superficiali, che colmano il fondo della piccola valle laterale di Cascina Radimero, attraversata dall'asse di linea.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 33 di 78</span>

In base ai dati di sondaggio si stima che il carico idraulico riferito alla quota dell'arco rovescio possa arrivare a 20 m ca. (10 m ca. dalla calotta). All'interno della formazione marnosa il carico idraulico è virtualmente assente, data la sua permeabilità molto bassa; in presenza di discontinuità idraulicamente conduttive che mettano in connessione la galleria con i depositi quaternari, il carico può essere stimato nell'ordine di 20-25 m.

In dettaglio, i carichi idraulici attesi sono:

- da 0 a 10 m, tra la pk 27+579.51 (inizio WBS) e la pk 27+610;
- da 10 a 30 m, , tra la pk 27+610 e la pk 27+668.60 (termine WBS)

Per quanto riguarda gli afflussi attesi in galleria, le portate massime transitorie stimate sono ipotizzate inferiori a 0.16 l/s/10 m, con un possibile aumento fino a 0.4 l/s/10 m in presenza di livelli meno cementati e/o fratturati.

Data la presenza di una copertura topografica molto bassa, si ipotizza la possibilità di afflussi elevati in presenza di eventuali settori detensionati generati dalla zona di plasticizzazione al contorno dello scavo. Non si escludono quindi portate localmente fino a 2 l/s/10 m, nel caso che si instauri una connessione idraulica significativa tra galleria e alluvioni quaternarie lungo la zona plastica al contorno del cavo, o nel caso in cui dovesse venire intercettata dallo scavo la superficie di appoggio basale dei depositi alluvionali.

Per quanto riguarda le interferenze con le risorse idriche, dalla relazione idrogeologica si evince che, data la distanza e la posizione dei pozzi censiti rispetto all'opera, è poco probabile un'interferenza significativa tra questa e le captazioni domestiche esistenti, a meno che non si instauri una comunicazione idraulica diffusa tra depositi quaternari e zona detensionata al contorno della galleria. Si ritiene peraltro di poter escludere la presenza nel substrato di una circolazione idrogeologica profonda.

## 5.6. Sintesi delle problematiche di scavo

Le problematiche di scavo saranno legate essenzialmente alle condizioni di stabilità a breve termine nei tratti a minore copertura e al potenziale innesco di fenomeni di subsidenza della superficie, con possibile ingresso di acqua in galleria proveniente dai depositi quaternari che colmano la vallecchia di Cascina Radimero.

I problemi di stabilità in calotta potrebbero ulteriormente aggravarsi qualora dovesse essere intercettata l'interfaccia tra substrato e depositi detritico-colluviali saturi.

I potenziali problemi di stabilità si accompagnano ad analoghe criticità dal punto di vista idrogeologico, determinate dagli stessi fenomeni sopra citati.

Per la fase costruttiva è quindi opportuno prevedere la presenza di una falda idrica all'interno dei depositi superficiali, che dovrebbe avere come base l'interfaccia con il substrato marnoso, o al limite con la base dello strato di alterazione delle marne stesse.

Gli scavi dovranno quindi essere drenati e/o impermeabilizzati per tutta la parte impostata nei terreni alluvionali e detritici e per i primi metri del substrato prequaternario più alterato. È da

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00</p>	<p>Foglio 34 di 78</p>

prevedere inoltre che nel periodo invernale la falda possa portarsi fino in prossimità della superficie topografica.

## 5.7. Inquadramento geotecnico

Per la descrizione geotecnica dei terreni interagenti con le opere in esame lungo il tracciato si sono presi a riferimento tutti i dati della campagna di indagine geognostica riportati in Tabella 5-1. In particolare sono stati presi in esame i risultati delle indagini riguardanti tutti i dati in possesso sulle formazioni in esame, per poi particolarizzare la caratterizzazione focalizzandosi sui sondaggi eseguiti nella sola area di progetto. Si riportano di seguito il profilo stratigrafico della zona di interesse e la pianta con l'ubicazione delle indagini.

Come descritto in precedenza, il sottosuolo nella zona di progetto è composto da un substrato marnoso (Formazione di Costa Areama), ricoperto da un deposito detritico-colluviale lungo il pendio.

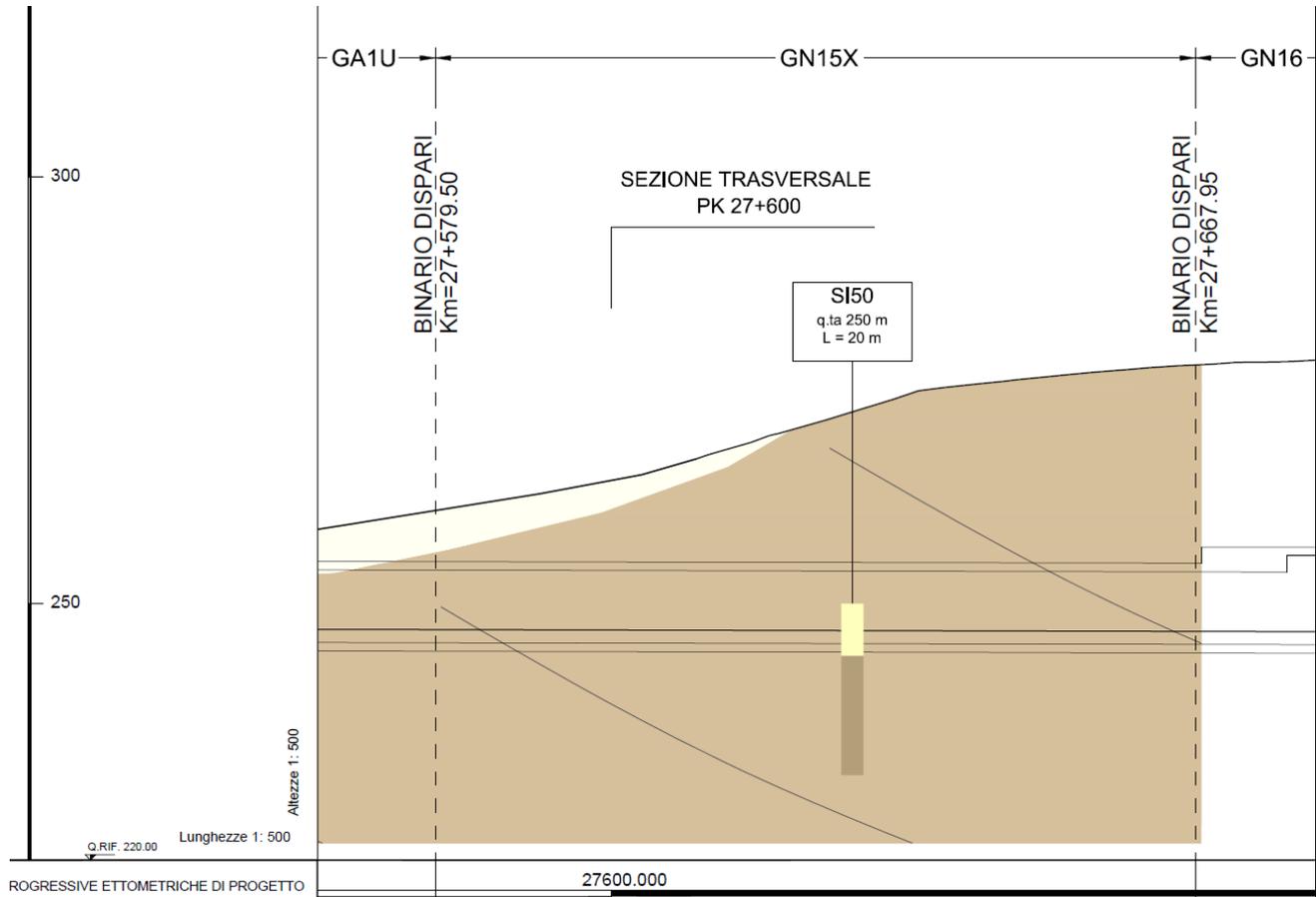
Nella zona di interesse lo spessore dei depositi, presente sul substrato roccioso e visibile nei sondaggi SI50, SLI13 e SLI14 presenta uno spessore variabile fino a circa 8 m, ed è principalmente formata da terreno torboso di ricoprimento e limo, generalmente sabbioso/argilloso.

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

La determinazione della posizione e della potenza degli strati lungo la tratta è stata valutata correlando i sondaggi stratigrafici con i risultati delle prove geofisiche, per le quali si rimanda alla relazione geotecnica.

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

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

**LEGENDA****DEPOSITI QUATERNARI**

 Coltre detritico-colluviale (c).

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

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

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

**Altri simboli**

 Limiti litostratigrafici.

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

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

**Figura 5-5 – Stralcio del profilo stratigrafico**

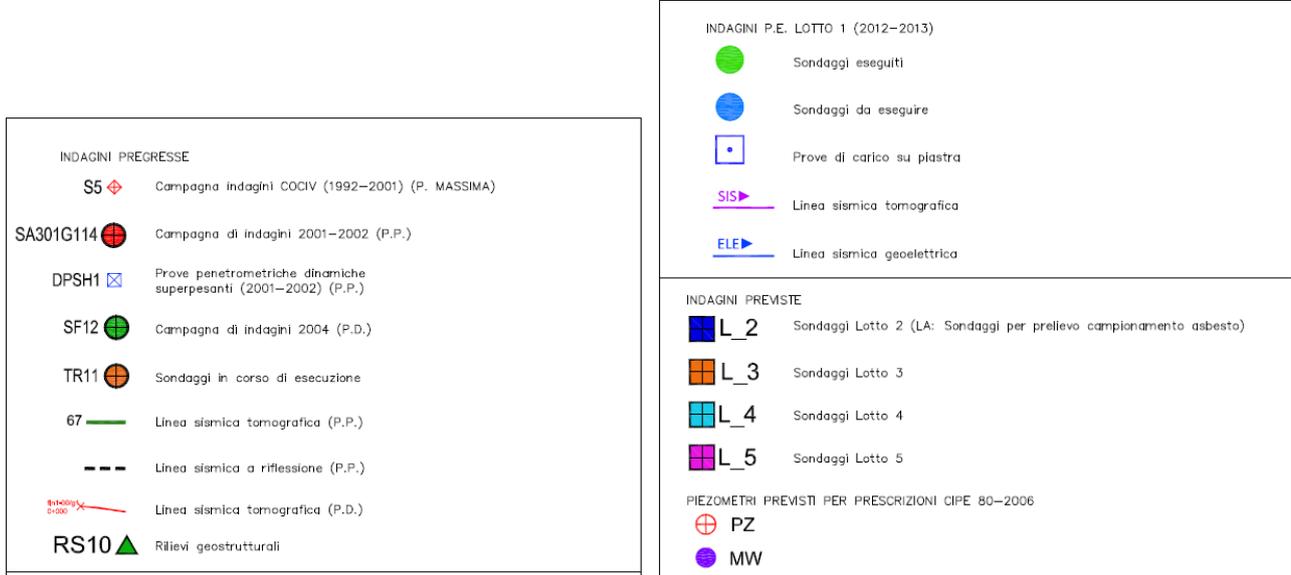
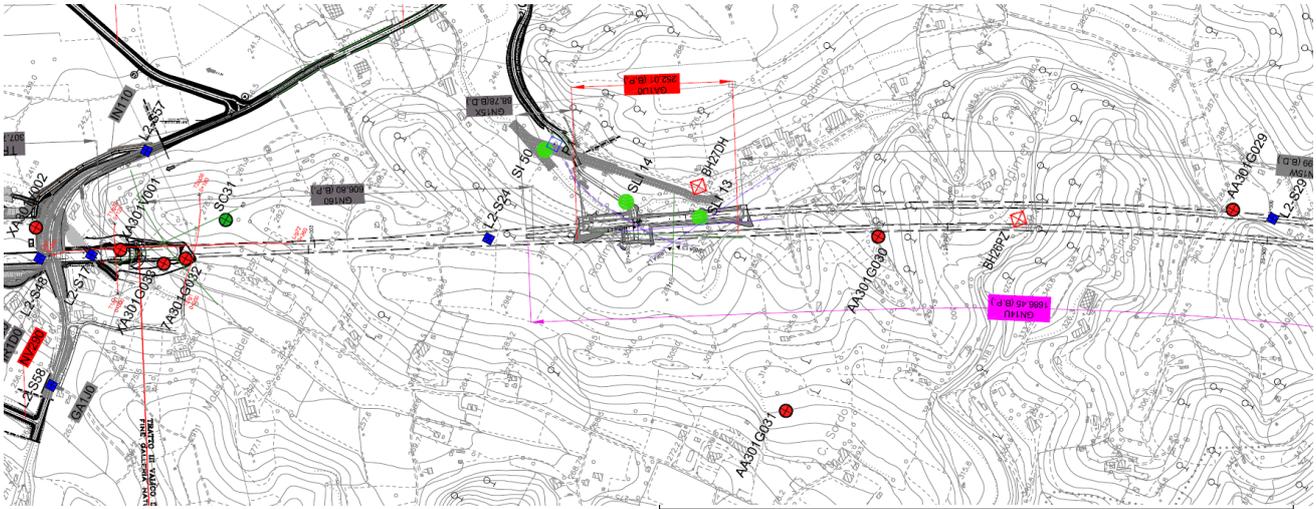


Figura 5-6 – Stralcio planimetria indagini

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

Tabella 5-1 – Indagini eseguite nelle diverse fasi progettuali sulle marne di Costa Aresa



Figura 5-7. Materiale di deposito SLI13



Figura 5-8 – Passaggio di versante depositi-substrato alterato – SLI13



**Figura 5-9 – Substrato marnoso – SLI13**

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

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

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

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

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

### 5.7.2. Marne alterate – Unità FC\_alt

L'evidenza delle cassette stratigrafiche, comprovata dalle velocità più basse nei primi metri di substrato misurate con le indagini geofisiche, mostra la presenza di uno strato alterato della formazione di Costa Areea. Nel passaggio tra deposito e substrato roccioso sono anche disponibili alcuni valori di numero di colpi, che mostrano come si passi da valori relativamente bassi a valori di rifiuto, il che porta a definire la presenza di uno strato di materiale certamente consistente ma che si

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 39 di 78</span>

presenta in generale molto alterato. Non si ritiene però affidabile la caratterizzazione di questo strato attraverso le correlazioni con le prove penetrometriche, oltretutto non proprio in prossimità dell'opera in esame e certamente non in numero consistente; si ritiene più corretto prendere, come valori di progetto per lo strato più alterato del substrato roccioso, i valori minimi negli intervalli riportati nella successiva caratterizzazione delle marne.

### 5.7.3. Formazione di Costa Areama

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

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

- sotto-unità FC1: substrato compatto (fC)
- sotto-unità FC2: substrato moderatamente alterato
- sotto-unità FC3: substrato significativamente alterato

### 5.7.4. Quadro di sintesi caratterizzazione geomeccanica

Si riepilogano nel prospetto che segue le unità di riferimento ai fini della definizione dei parametri fisico meccanici e di deformabilità dell'ammasso roccioso, per ogni litofacies compresa nella Formazione oggetto di caratterizzazione.

Formazione	$\gamma$	$\nu$	UCS	$\sigma_t$	$m_i$	GSI	$E_{RM}$
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]	[MPa]
fC (FC1)	23.50	0.30	7÷25 (14.50)	1.5	5÷9 (7)	45÷55 (51)	310÷2000 (1020)
FC2	22-24	0.31	8 - 12	1	5÷9 (7)	35÷45 (50)	150÷450
FC3	22-24	0.31	2 - 8	0.5	5÷7 (6)	25÷35 (50)	40-130

**Tabella 5-2 – Caratterizzazione geo-meccanica Formazione di Costa Areama**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 40 di 78</span>

### Linearizzazione Mohr-Coulomb

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

In particolare, in funzione delle profondità e delle opere in oggetto, le linearizzazioni per i parametri di resistenza secondo il modello di Mohr-Coulomb sono state effettuate considerando gli intervalli di tensione riportati in Tabella 5-2.

Si riportano in Tabella 5-3 i risultati delle linearizzazioni per le sottounità che interessano lo scavo, in cui gli intervalli sono da ritenere validi in quanto rappresentativi del comportamento "disturbed" (valori minimi) e "undisturbed" (valori massimi).

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

**Tabella 5-3 – Parametri della Formazione di Costa Areasa secondo il modello di Mohr-Coulomb**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 41 di 78</span>

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

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

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

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

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00
	Foglio 42 di 78

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

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

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

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

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

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

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

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

Per ogni singolo gruppo sarà possibile ottenere diverse classi di comportamento allo scavo in funzione delle diverse coperture in esame. Nella successiva fase di terapia, in cui si definiranno gli interventi necessari per l'avanzamento nelle diverse classi di comportamento, ad una stessa classe

di comportamento potranno corrispondere diverse sezioni tipo, adeguate alle caratteristiche geologiche e fisiche di ogni formazione.

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

Nello specifico di questo tratto di galleria per la determinazione del comportamento dell'ammasso allo scavo sono state eseguite solamente analisi di stabilità alla fronte, poiché, come meglio precisato in seguito, le coperture in atto non sono tali da poter ritenere valide analisi effettuate con il metodo delle linee caratteristiche.

### 6.1.1. Stabilità del fronte di scavo

Sono state condotte analisi di stabilità con coperture variabili da 5 m a 20 m in modo da comprendere in comportamento del fronte lungo tutta la tratta in studio. Per ciascuna sezione di calcolo è stata considerata la stratigrafia ritenuta più appropriata sulla base delle informazioni attualmente disponibili: in particolare nella zona iniziale, dove le coperture sono inferiori al diametro della galleria, è stata considerata la presenza della coltre superficiale presente in sito, nella restante parte invece è stato ipotizzato un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche della Formazione di Costa Areasa passando dai terreni classificati come fC3 a quelli rientranti nella fC2 (si faccia riferimento alla caratterizzazione geotecnica). Nel prospetto sottostante sono riportate le stratigrafie adoperate e le coperture assunte per ciascuna analisi:

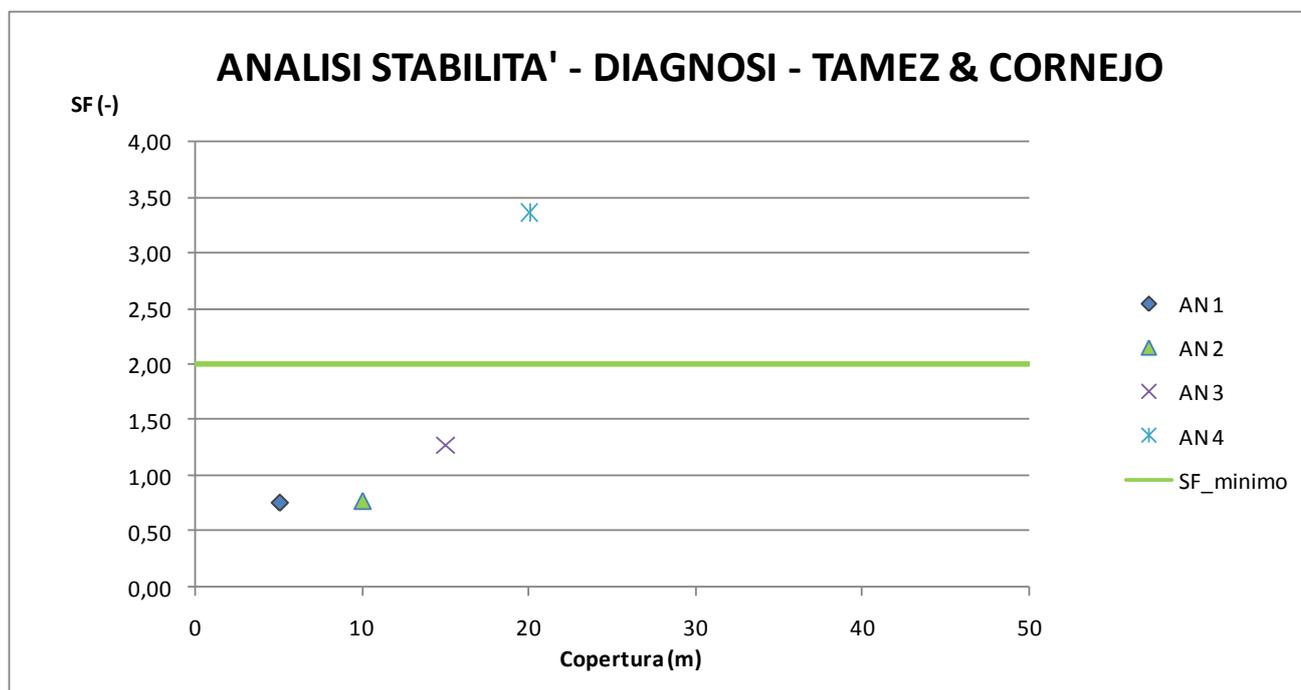
	Copertura in calotta (m)	Stratigrafia	
AN1	5	LC	0-3m
		FC3	>3m
AN2	10	FC3	
AN3	15	FC3	0-20m
		FC2	>20m
AN4	20	FC2	

Si nota che sono stati considerati sfondi di un metro e le dimensioni degli scavi che si prevede di adoperare.

La valutazione della stabilità del fronte è stata effettuata secondo la teoria di Tamez & Cornejo, più adatta ai terreni interessati dallo scavo; nel seguito si riportano i risultati principali; rimandando agli allegati per i particolari delle analisi svolte.

ANALISI STABILITA' DEL FRONTE - FASE DI DIAGNOSI - Tamez & Cornejo							
Analisi	Formazione	Copertura (m)	D <sub>eq</sub> (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	$\varphi$ (°)	SF
AN 1	FC3	5	11,28	23	30	22	0,76
AN 2	FC3	10	11,28	23	30	22	0,78
AN 3	FC3	15	11,28	23	57,5	26	1,27
AN 4	FC2	20	10,70	23	135	29	3,36

**Tabella 6-1. Formazione di Costa Areasa: riepilogo analisi Tamez & Cornejo in fase di diagnosi**



**Figura 6-1 – Risultati analisi di stabilità - Fase di diagnosi - Tamez & Cornejo**

**Esame critico dei risultati e considerazioni conclusive**

L'analisi permette di valutare le condizioni di stabilità del fronte di scavo della galleria nello specifico contesto geotecnico in funzione delle coperture. Sintetizzando si nota come il metodo di Tamez Cornejo indichi un comportamento instabile del fronte quando durante gli scavi si incontrano terreni con caratteristiche meccaniche del tipo fC3. In tali condizioni sarà necessario adottare idonei interventi di preconsolidamento. Un netto miglioramento si ottiene con i terreni della categoria fC2 con i quali le analisi hanno mostrato un comportamento del fronte di tipo stabile.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 45 di 78</span>

### 6.1.2. 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.

Nella tratta oggetto di studio le coperture non raggiungono la profondità necessaria per poter ritenere valido tale metodo di analisi e pertanto non sono state condotte valutazioni con tale metodo.

### 6.1.3. Considerazioni conclusive

Lo scavo a basse coperture in un contesto di questo tipo, almeno nella parte iniziale, non può che essere caratterizzato in fase progettuale da un comportamento “instabile”; la probabilità di scavare in un materiale molto alterato con basse coperture, unita a quella di intercettare in calotta terreni di deposito a permeabilità elevata rende necessario l’avanzamento con 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, nonché dell’utilizzo di appositi dreni in avanzamento.

È atteso invece un comportamento allo scavo stabile, almeno a breve termine, nella seconda tratta, dove migliorano le condizione geomeccaniche con l’aumentare delle coperture, sia per la limitata alterazione d’ammasso, riscontrata peraltro negli stessi sondaggi della zona, sia per le condizioni idrauliche al contorno; l’ammasso ha difatti una permeabilità molto bassa e il contatto con i depositi risulta distante dalla zona interessata dal detensionamento creato dallo scavo.

Nel seguito verranno pertanto presentate e analizzate sezioni con interventi adeguati al caso progettuale.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 46 di 78</span>

## 7. 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.

### 7.1. 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.

Nei paragrafi successivi si passerà ad analizzare le nuove condizioni di stabilità a seguito della messa in opera degli interventi e dell'esecuzione degli effettivi sfondi d'avanzamento. Gli interventi che si potranno adottare saranno scelti tra quelli illustrati nei tre casi descritti nel seguito.

#### **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 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 47 di 78</span>

### **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:

- priverivestimento 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 1<sup>a</sup> fase con spritz-beton e centine metalliche.

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 48 di 78</span>

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 prriverstimenti.

Andrà inoltre prevista la realizzazione dei prriverstimenti 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.

## 7.2. Sezioni tipo di avanzamento

Le sezioni tipo caratteristiche del Progetto Esecutivo relativamente alle sezioni a singolo binario da applicarsi per la tratta in questione sono le seguenti: B0sb-r, B2sb-r e C2sb-r. 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.

In linea di massima si può asserire che fino a quando le coperture si attesteranno su valori di circa un diametro della galleria (o inferiore al diametro) si dovrà ricorrere alla sezione tipo C2sb-r, per coperture maggiori, comprese quindi tra una e due volte il diametro, si passerà alla sezione tipo B2sb-r. Solo nel caso in cui, alle massime coperture, l'ammasso risultasse in condizioni di alterazione tali da poter essere caratterizzato come tipo fC2 (parametri geomeccanici massimi), si potrà passare alla sezione B0sb-r.

PRERIVESTIMENTI					
SEZIONE TIPO	Variabilità	centine	passo	Sfondi	spritz beton
	[-]	[-]	[m]	[m]	[cm]
B0sb-r	Media	2xIPN160	1,4	4,2	20
B2sb-r	Media	2xIPN180	1,2	1,2	25
C2sb-r	Media	2xIPN200	1	1	25

**Tabella 7-1. Fase di terapia: prriverstimenti**

CONSOLIDAMENTI FRONTE					
SEZIONE TIPO	Variabilità	TIPO	N°	L-interventi	L-sovrapp
	[-]	[-]	[-]	[m]	[m]
B0sb-r	Media	-	-	-	-
B2sb-r	Media	VTR - CEM	45	24	6-12
C2sb-r	Media	VTR - CEM	40	24	6-12

**Tabella 7-2. Fase di terapia: consolidamenti al fronte**

INTERVENTI CONTORNO						
SEZIONE TIPO	Variabilità	TIPO	N°	L-interventi	L-sovrapp	Maglia
	[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	
B0sb-r	Media	-	-	-	-	-
B2sb-r	Media	-	-	-	-	-
C2sb-r	Media	VTR - VAL	40	24	6-12	-
		VTR Piede VAL	6+6	24	6-12	-

**Tabella 7-3. Fase di terapia: consolidamenti al contorno**

RIVESTIMENTI							
SEZIONE TIPO	Variabilità	Classe cls Rck	Sp. AR	Sp. CAL	Fronte - murette	Fronte-AR	Fronte-definitivo
	[-]	[MPa]	[cm]	[cm]			
B0sb-r	Media	30	100	80	9D	12D	15D
B2sb-r	Media	30	100	90	3D	5D	9D
C2sb-r	Media	30	100	90	3D	3D	9D

**Tabella 7-4. Fase di terapia: distanze getti**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 50 di 78</p>

## **8. INDIVIDUAZIONE DELLE SEZIONI DI CALCOLO E ANALISI DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO**

### **8.1. 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 consente 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 permette di cogliere approssimativamente l'entità delle sollecitazioni e delle convergenze nel priverivestimento e nel rivestimento definitivo, rappresentando una fase di predimensionamento degli interventi di sostegno e di guidare le scelte circa le sezioni di galleria da sottoporre ad analisi più accurate.

L'analisi agli elementi finiti permette 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.

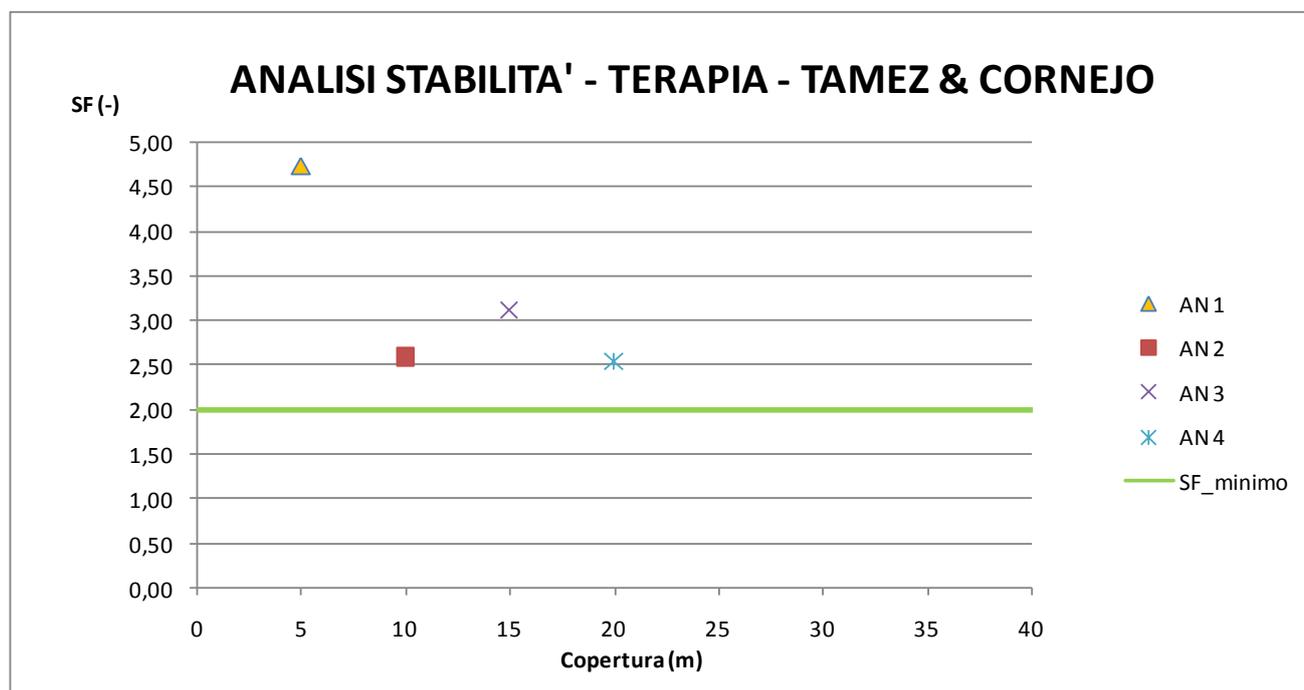
### **8.2. Verifiche di stabilità del fronte con metodi analitici**

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.

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 tale intervento considerando in fase di terapia uno strato di terreno trattato sopra la calotta indicato come "coronella"; i parametri impiegati nel calcolo per tale strato sono coerenti a quelli utilizzati nelle successive analisi numeriche.

ANALISI STABILITA' 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)	$\varphi$ (°)	SF
AN 1	FC3	C2r	5,000	11,3	40	120	23	30	22	4,74
AN 2	FC3	B2r	10,000	11,3	45	120	23	30	22	2,59
AN 3	FC3	B2r	15,000	11,3	45	120	23	57,5	26	3,11
AN 4	FC2	B0r	20,000	10,7	0	0	23	135	29	2,54

**Tabella 8-1. Formazione di Costa Aresaa: riepilogo analisi Tamez & Cornejo in fase di terapia**



**Figura 8-1 –Formazione di Costa Aresaa: Risultati analisi di stabilità - Fase di terapia**

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

### 8.3. Verifiche con il metodo delle curve caratteristiche

Come già discusso precedentemente in fase di diagnosi, le coperture in gioco sono tali da non ritenere affidabile ed idoneo l'utilizzo delle linee caratteristiche per definire il comportamento dell'opera. Gli interventi previsti sono stati pertanto definiti e dimensionati in funzione dei risultati delle analisi di stabilità precedentemente presentate e dalle successive analisi ad elementi finiti.

#### 8.4. 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:

- B2sb-r, C2sb-r

Tutte le analisi verranno effettuate in corrispondenza della condizione più critica presente lungo il tracciato per la quale tali sezioni sono previste, tenendo in conto anche l'effetto dovuto allo scavo della seconda canna mediante sistema meccanizzato, della configurazione del versante e delle condizioni idrauliche presenti in situ. Si rimanda alla descrizione dei singoli modelli per maggiori dettagli.

Essendo le condizioni analizzate ritenute le più critiche lungo il tracciato risultano quindi quelle dimensionanti per la strutture in esame.

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 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 naturale dell'ammasso.

#### Sezioni a singolo binario – doppia canna

ANALISI	SEZIONE TIPO	FORMAZIONE GEOLOGICA PREVALENTE	Copertura [m]
1	B2sb-r	fC2	20
2	C2sb-r	fC3	10

**Tabella 8-2 - Descrizione dei modelli numerici impiegati**

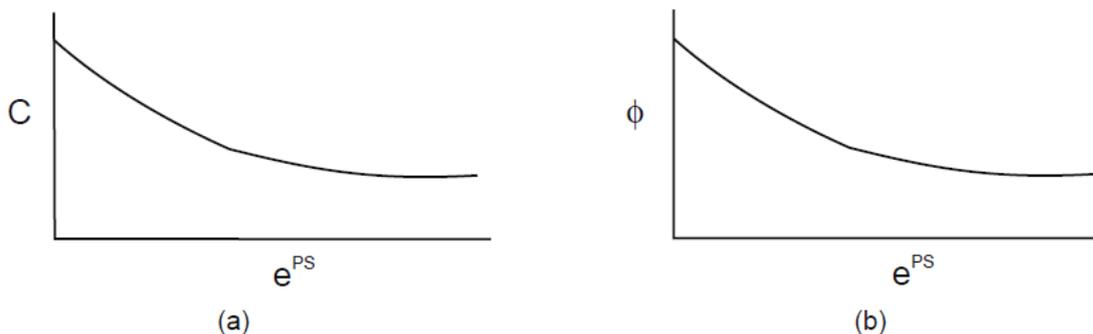
### 8.4.1. Modellazione degli elementi geotecnici e strutturali

#### Parametri Geotecnici

Dall'analisi delle problematiche di scavo, delle condizioni al contorno e delle sezioni tipo previste si è ritenuto opportuno adottare un modello costitutivo di tipo Mohr - Coulomb con un comportamento di tipo strain softening, utilizzando i parametri di picco e residui sotto presentati. I valori di coesione e angolo di attrito sono stati ottenuti linearizzando i parametri di Hoek & Brown in funzione dello stato tensionale medio presente al contorno del cavo

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

Le legge di decadimento dei parametri geotecnici può quindi essere rappresentata come in figura, in funzione della deformazione plastica sviluppata dall'ammasso. Al fine di meglio comprendere il fenomeno, ci si è posti l'obiettivo di definire la deformazione plastica massima, cui corrispondono i parametri residui indicati in tabella pari a  $\epsilon_{pl} = 3.00\%$ .



**Figura 2 – Legge di decadimento dei parametri geotecnici**

Nella seguente tabella vengono mostrati i parametri geotecnici di calcolo in cui vengono riportati anche i parametri residui di resistenza valutati pari all'80% del decadimento del parametro di picco corrispondente.

Unità	Litologia	$\gamma$	$c'_p - c'_r$	$\phi_p - \phi_r$	E
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[Mpa]
FC <sub>3</sub>	Formazione di Costa Areama (strato molto alterato)	23	45-36	24-19	40
FC <sub>2</sub>	Formazione di Costa Areama (strato poco alterato)	23	135-108	29-23	150

**Tabella 3 – Parametri geotecnici di calcolo**

Nella prima fase dell'analisi numerica viene ricostruita in termini di sforzi e di deformazioni la situazione iniziale preesistente allo scavo della galleria. Il carico applicato in direzione verticale

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00</p>	<p>Foglio 54 di 78</p>

corrisponde al carico geostatico alle varie quote del modello. Il carico applicato in direzione orizzontale è stato determinato in funzione del carico verticale, attraverso il coefficiente di spinta a riposo ( $K_0$ ) per le analisi in esame pari a:

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

### 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, ovvero impiegando un criterio di rottura alla Tresca considerando i parametri minimi prescritti per il consolidamento a 48h pari a 1 MPa.

- modulo elastico adottato (E) pari a 3 volte quello del terreno non trattato ( $E_{0p}$ )

### Condizioni idrogeologiche

In base a quanto presentato nel quadro idrogeologico si è supposto unicamente per il contesto maggiormente alterato (FC3) che le permeabilità fossero tali da consentire circolazioni d'acqua. Si è quindi considerato l'influsso drenante dello scavo sulla falda abbassandone il livello fino alla quota dell'arco rovescio in corrispondenza della galleria; lo scavo avviene quindi in condizione "asciutta", mentre in lungo termine si è cautelativamente ripristinata la condizione iniziale di falda.

Per quanto riguarda invece la sezione di calcolo all'interno del materiale meno alterato, laddove le permeabilità sono più ridotte, si è modellato il carico idraulico unicamente nel lungo tempo come pressione agente sui rivestimenti definitivi.

### 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 rigidezza elastici, che sono il modulo di Young E, ed il coefficiente di Poisson  $\nu$ , pari a  $E=31220$  MPa e  $\nu=0.2$ .

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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 55 di 78</span>

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

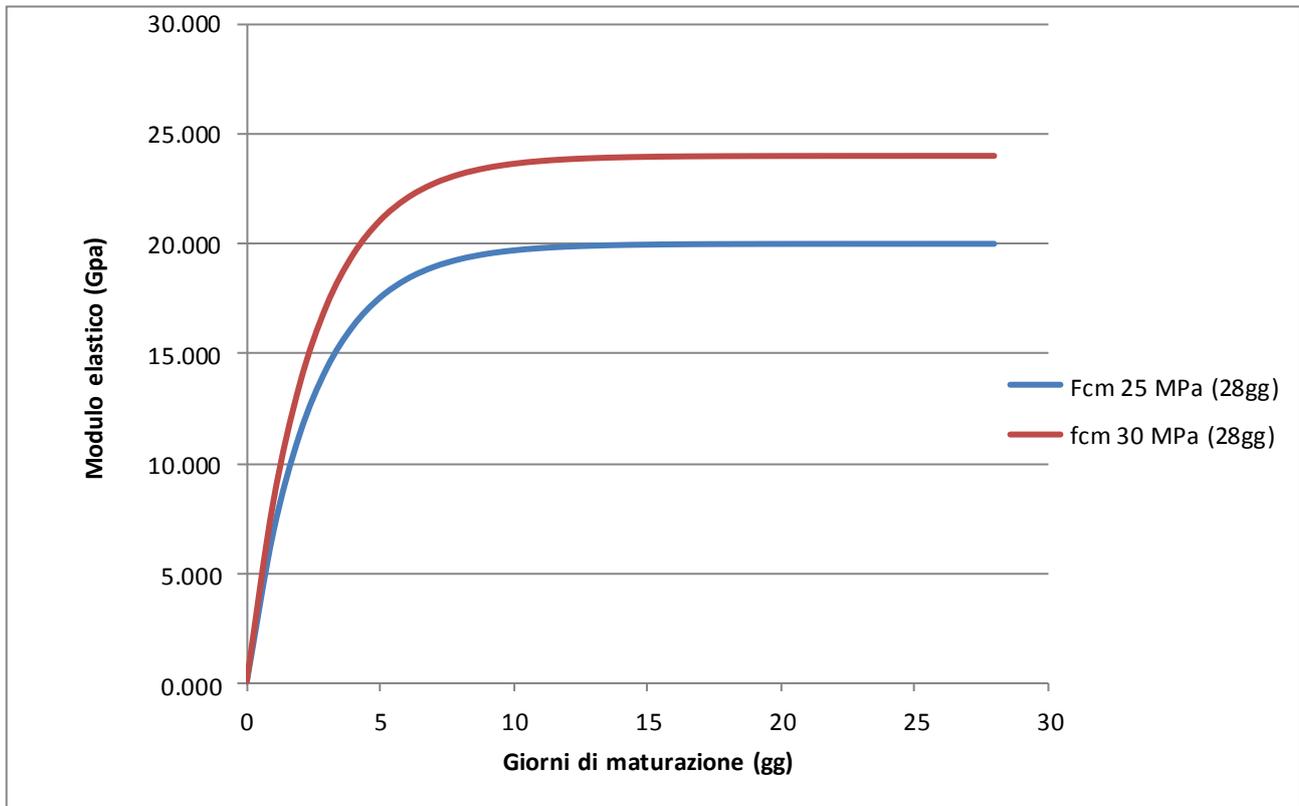
Dove:

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

Spritz beton fcm = 25 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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 57 di 78</span>

Spritz beton fcm = 30 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

#### 8.4.2. 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.

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

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

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

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:

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

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.

Tuttavia, date le basse coperture che rendono poco rappresentativi i risultati delle linee caratteristiche, si è ritenuto cautelativamente opportuno effettuare la taratura dei modelli a partire

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00	Foglio 58 di 78

dalla curva elastica di Panet  $ns=1$ , non effettuando quindi alcuna riduzione delle azioni agenti sui rivestimenti.

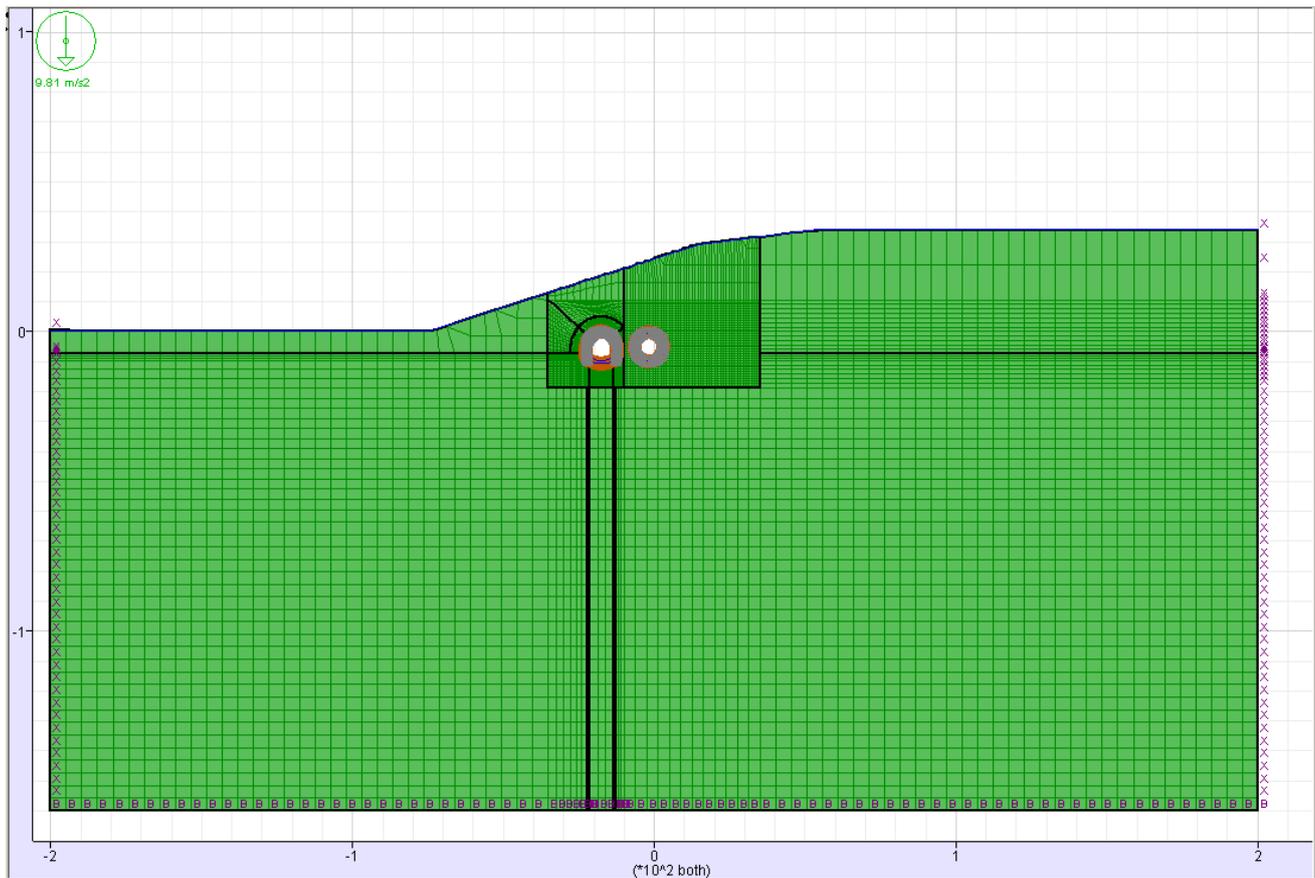
I valori adottati nelle varie time per ogni sezione tipo sono riportati nelle descrizione dei singoli modelli a cui si rimanda.

### 8.5. Modello 1: Sezione tipo B2-r Copertura 20m

Il terreno è stato modellato attraverso un unico strato con una copertura in chiave calotta, relativamente alla canna realizzata in tradizionale, di circa 20m, massima copertura presente lungo la tratta, avente le caratteristiche della Formazione di Costa Aresia (strato poco alterato- FC2) precedentemente riportate. Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un criterio di rottura del terreno di tipo Mohr Coulomb con un decadimento delle proprietà resistenti di tipo "Strain Softening", precedentemente descritto.

Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* a maglia rettangolare avente larghezza 200m, modellando il terreno in base alla conformazione naturale del versante. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per la galleria naturale, costituita da n° 13155 zone.

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.



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	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00	Foglio 60 di 78
--	--	---------------------------------	--------------------

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

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento variabile fra 1.2/g e 1.6m/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.

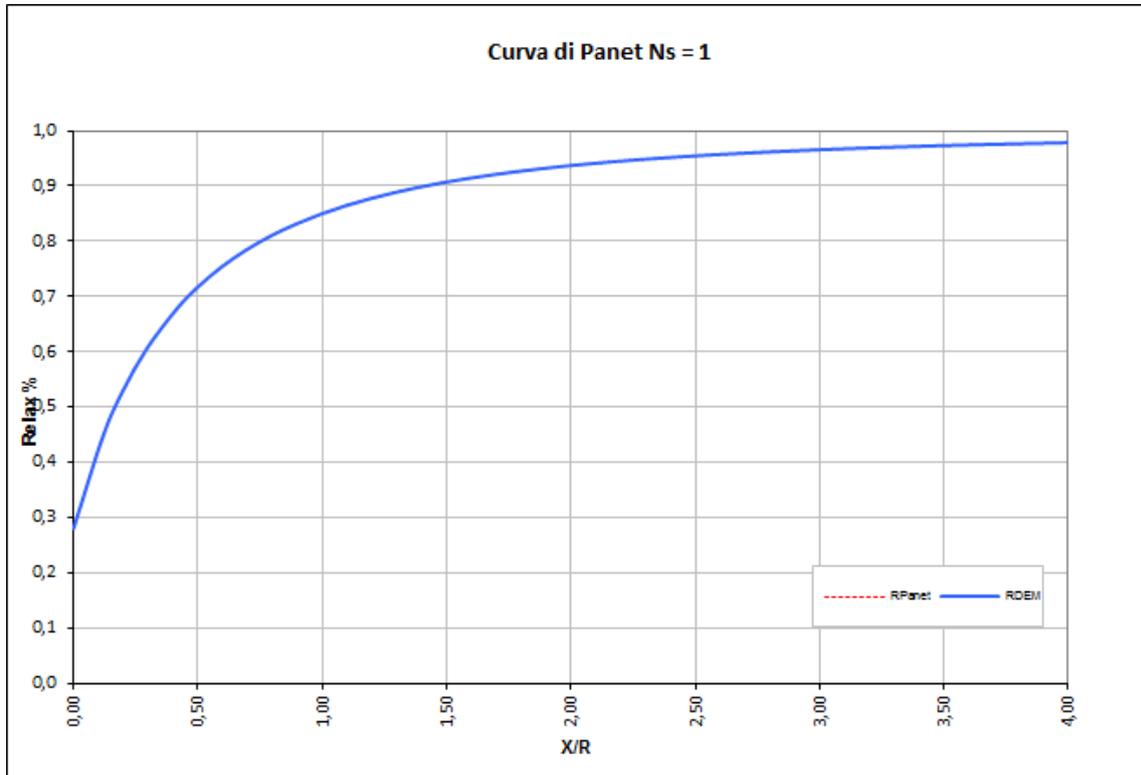
Centina	IPN 180
n°	2,0
Passo [m]	1,2
E [Gpa]	210,0

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	7,628	0,2499	1905963	9916
3	17,970	0,2499	4491610	23384
28	23,538	0,2500	5883462	30633

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. Una volta terminato lo scavo, all’interno della fase “Falda” si è supposto cautelativamente che sui rivestimenti definitivi potesse agire un carico idraulico, nonostante la presenza del sistema di drenaggio. Tale carico è stato simulato imponendo dei carichi di superficie ad esso equivalenti al contorno della galleria, considerando la presenza di 10m d’acqua al di sopra di chiave calotta.

LAVORO		COCIV - TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI								
Sezione		B2r- 20m								
TIME	DESCRIZIONE	RIFERIMENTO PRIMA CANNA					RIFERIMENTO SECONDA CANNA			
		INIZIO STAGE		FINE STAGE		MATURAZIONE SPRITZ BETON	INIZIO STAGE		FINE STAGE	
		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	28.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 2	Avanzamento mezzo sfondo	0	28.0%	0.6	45.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 3	Installazione prerivestimento e avanzamento	0.6	45.0%	2.5	71.0%	0.5 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 4	Maturazione sb e avanzamento	2.5	71.0%	12	90.0%	3gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 5	Maturazione sb e avanzamento	12	90.0%	≈ 3 diametri	96.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 6	Getto arco rovescio prima canna	≈ 3 diametri	96.0%	≈ 5 diametri	98.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 7	Getto calotta	≈ 5 diametri	98.0%	> 9 diametri	100.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	100.0%
Time 8	Fronte di scavo seconda canna						-∞	0.0%	0	28.0%
Time 9	Avanzamento scavo						0	28.0%	≈ 10	48.0%
Time 10	installazione conci						≈ 10	48.0%	>10	100.0%
Time 11	Falda						>10	100.0%	+++	100.0%
Time 12	Lungo termine						+++	100.0%	+++	100.0%



## 8.6. Modello 2: Sezione tipo C2sb-r Copertura 10m

Il terreno è stato modellato attraverso due differenti strati aventi le caratteristiche della Formazione di Costa Aresca (strato molto alterato- FC3 in superficie e FC2 come substrato) precedentemente riportate. Lo scavo avviene interamente nella formazione più alterata con una copertura in chiave calotta, relativamente alla canna realizzata in tradizionale, di circa 10m. Le analisi sono state eseguite in campo elasto-plastico utilizzando un criterio di rottura del terreno di tipo Mohr Coulomb con un decadimento delle proprietà resistenti di tipo "Strain Softening" precedentemente descritto.

Si è utilizzato un modello di tipo *Plane strain* a maglia rettangolare avente larghezza 200m, modellando il terreno in base alla conformazione naturale del versante. Nel seguito si riporta quindi la mesh di calcolo utilizzata per la galleria naturale, costituita da n° 11517 zone.

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.



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
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 63 di 78</span>

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; nella successiva fase si è proceduto ad abbassare il livello della falda, in corrispondenza della galleria, a livello dell'arco rovescio. 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.

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

La simulazione delle fasi fa riferimento ad una velocità di avanzamento variabile fra 0.8 m/g e 1.4m/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 200
n°	2.0
Passo [m]	1.0
E [Gpa]	210.0

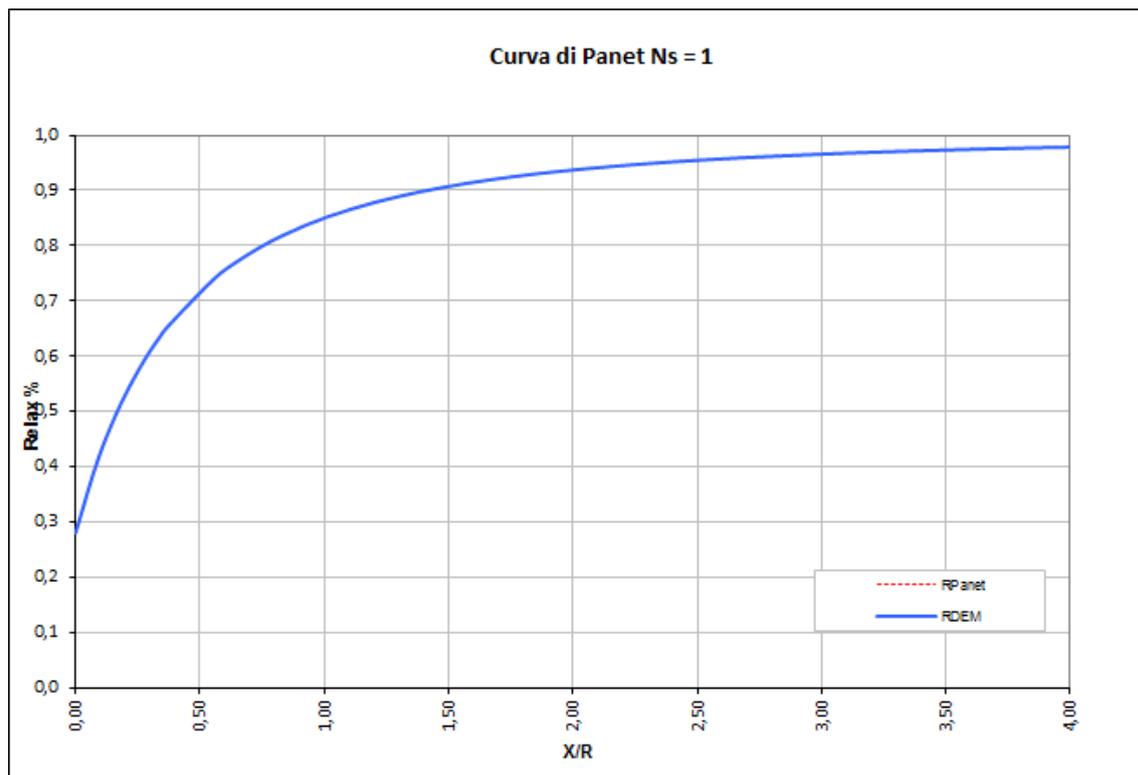
Spritz - Beton	
$E_{28gg}$ [Gpa]	24
Spessore [m]	0.25

Maturazione	$E_{om}$	$S_{om}$	EA	EI
[gg]	[Gpa]	[m]	[KN]	[KN*m <sup>2</sup> ]
0.5	9.458	0.2653	2508927	14713
3	21.774	0.2565	5586031	30638
28	28.414	0.2549	7242434	39211
28	28.414	0.2549	7242434	39211

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. Una volta terminato lo scavo, all'interno della fase "Falda", si è supposto cautelativamente che la falda potesse risalire fino al livello imposto

precedentemente allo scavo (ovvero a quota -3m da piano campagna circa), nonostante la presenza del sistema di drenaggio.

LAVORO		COCIV - TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI								
Sezione		C2sb-r								
		RIFERIMENTO PRIMA CANNA					RIFERIMENTO SECONDA CANNA			
		INIZIO STAGE		FINE STAGE			INIZIO STAGE		FINE STAGE	
TIME	DESCRIZIONE	Xfronte [m]	R(FEM)	Xfronte [m]	R(FEM)	MATURAZIONE SPRITZ BETON	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	28.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 2	Avanzamento mezzo sfondo	0	28.0%	0.5	42.0%	-	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 3	Installazione prerivestimento e avanzamento	0.5	42.0%	1.5	60.0%	0.5 gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 4	Maturazione sb e avanzamento	1.5	60.0%	5	84.0%	3gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 5	Maturazione sb e avanzamento	5	84.0%	≈ 3 diametri	93.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 6	Getto arco rovescio prima canna	≈ 3 diametri	93.0%	≈ 3 diametri	96.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 7	Getto calotta	≈ 3 diametri	96.0%	> 9 diametri	100.0%	28gg	-∞	0.0%	-∞	0.0%
Time 8	Fronte di scavo seconda canna						-∞	0.0%	0	28.0%
Time 9	Avanzamento scavo						0	28.0%	≈ 10	48.0%
Time 10	installazione conci						≈ 10	48.0%	>10	100.0%
Time 11	Falda						>10	100.0%	12	100.0%
Time 12	Lungo termine						12	100.0%	+∞	100.0%



## 9. RISULTATI ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE

### 9.1. Rivestimenti di prima fase

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

Acciaio S 275	$\sigma_{amm}=190 \text{ MPa}$ $\tau_{amm}=109.7 \text{ MPa}$
Calcestruzzo proiettato (fcm $\geq$ 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	$\sigma_{amm} = 3.1 \text{ MPa a } 0.5\text{gg}$ $\sigma_{amm} = 10 \text{ MPa a } 2\text{gg}$ $\sigma_{amm} = 12.3 \text{ MPa a } 5\text{gg}$ $\sigma_{amm} = 19.2 \text{ MPa a } 28\text{gg}$
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	$\sigma_{amm} = 3.1 \text{ MPa a } 0.5\text{gg}$ $\sigma_{amm} = 10 \text{ MPa a } 2\text{gg}$ $\sigma_{amm} = 13.8 \text{ MPa a } 5\text{gg}$ $\sigma_{amm} = 23.1 \text{ MPa a } 28\text{gg}$

(\*) 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
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 66 di 78</span>

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

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

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.

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

## 9.2. Verifiche Rivestimento definitivo in Calcestruzzo Armato

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

Acciaio B450 C	$\sigma_{amm}=160$ MPa (*)
Calcestruzzo strutturale armato Rck 30 MPa	$\sigma_{amm}=9.75$ MPa $\tau_{c0} = 0.60$ MPa $\tau_{c1} = 1.80$ MPa
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>IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00</p>	<p>Foglio 67 di 78</p>

dove

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

L'apertura delle fessure vale:

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

dove:

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

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

per la sezione in esame si ha:

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

Le verifiche 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;

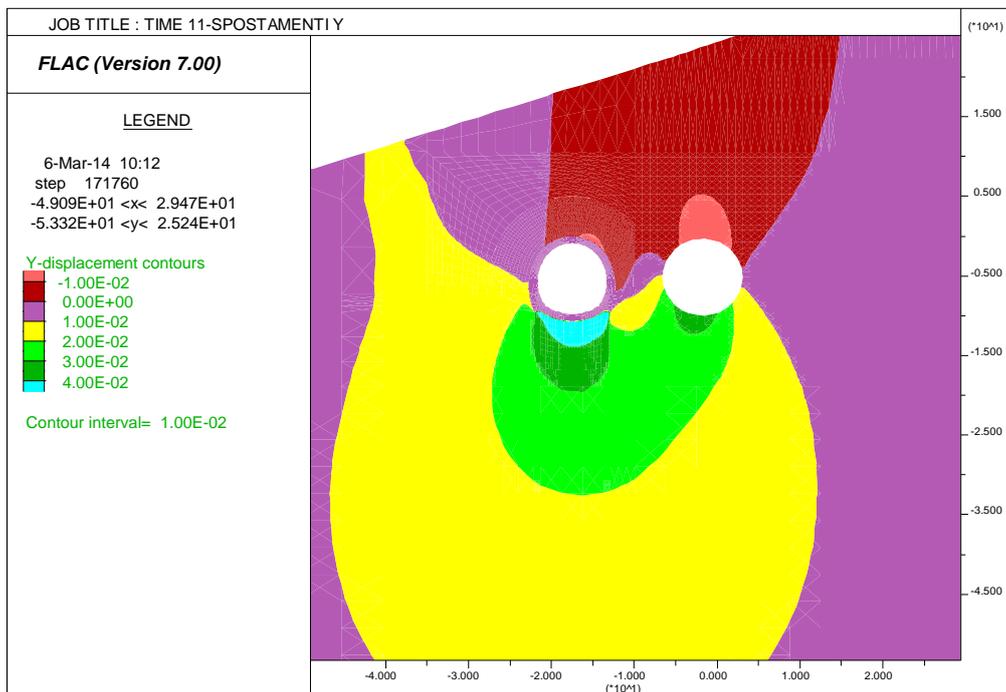
b = larghezza della sezione (1 m)

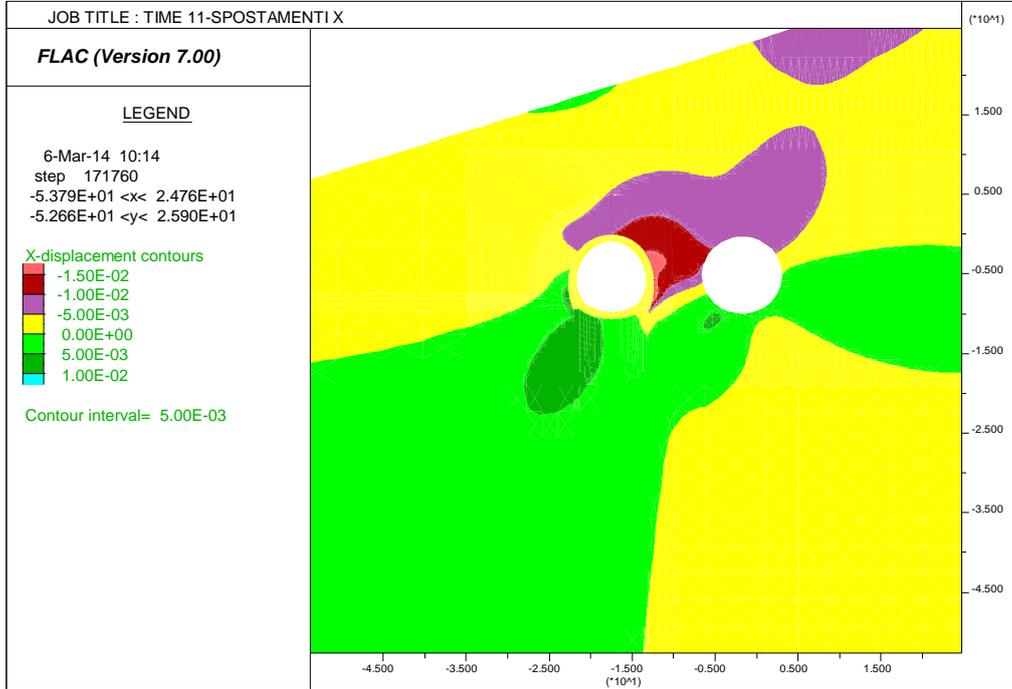
d = altezza utile della sezione

### 9.3. Modello 1: Sezione Tipo B2sb-r

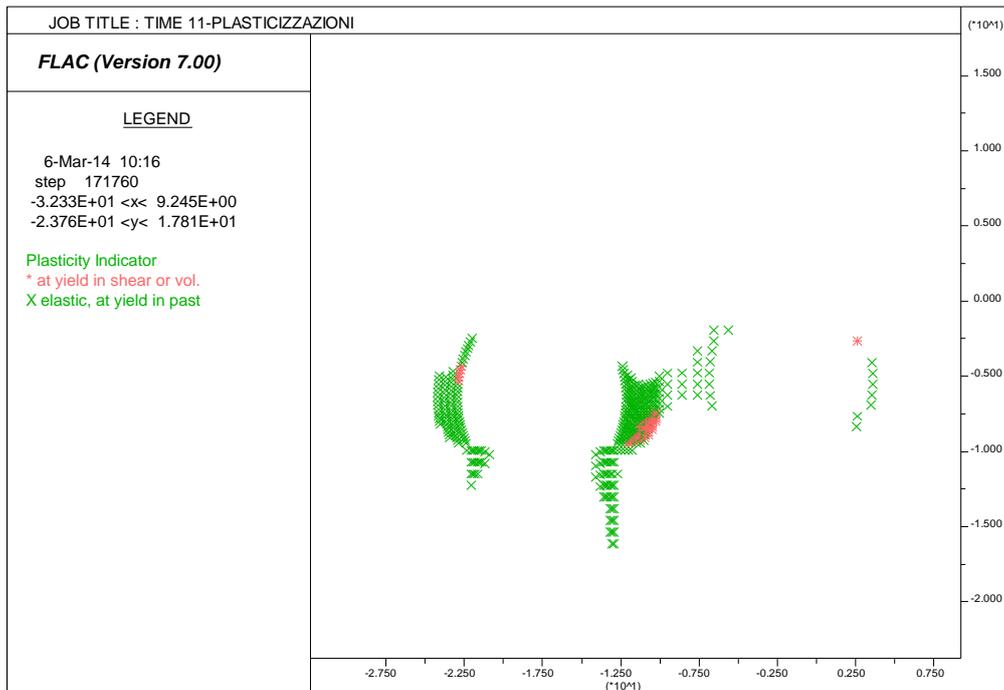
#### 9.3.1. Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato deformazioni massime del cavo (canna sinistra) in lungo termine dell'ordine del centimetro con spostamenti di circa 1 cm in calotta, circa 4.5 cm in arco rovescio e circa 2 cm in corrispondenza del piedritto.





Nel corso della simulazione delle fasi esecutive della galleria naturale i fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno della cavità risultano contenuti in una fascia di circa 2m.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00		Foglio 70 di 78

Il prerivestimento è caratterizzato da valori di spostamento di circa 1cm. Il rivestimento definitivo è caratterizzato da spostamenti massimi nell'ordine del millimetro.

SEZIONE	Preconvergenza (phase 2)	$\Delta$ spostamento prerivestimenti (phase 10-2)	$\Delta$ spostamento rivestimento definitivo (phase 11-6)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	0.55	1.0	<0.1
Piano centri Orizzontale/verticale	0.5	1.2	<0.1
Chiave arco rovescio Verticale	2.5	-	<0.1

### 9.3.2. *Analisi Tensionale*

I rivestimenti di prima fase utilizzati sono descritti nella seguente tabella

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.25	IPN 180	2	1.0

Lo stato di sollecitazione nel prerivestimento raggiunge momenti flettenti che raggiungono i 20 KN\*m/m con azioni assiali molto elevate prossime ai 1100 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	0.25	-407.9	17.2	-1.884	3.08	-88.7	190.0	25.2	11.7	109.7
3gg	0.25	-988.7	-14.3	-4.509	10.77	-60.8	190.0	38.3	17.8	109.7
28gg	0.25	-1090.0	17.5	-5.341	19.23	-51.2	190.0	53.2	24.7	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 prossima a 90 MPa. La tensione massima tangenziale valutata durante le fasi di calcolo è pari a 25 MPa. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte, anche nelle condizioni limite sopra indicate.

Il rivestimento definitivo presenta azioni flettenti massime di circa 500 KNm/m in arco rovescio e di 200 kNm/m in calotta. Le azioni assiali massime valgono rispettivamente 1400 kN/m e 1750 kN/m.

Le barre utilizzate per l'armatura principale sono mostrate in tabella.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 71 di 78</span>

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

In sintesi vengono indicate le verifiche più gravose in base a quanto valutato nei vari step di calcolo per le diverse parti strutturali (arco rovescio, calotta e piedritto). In particolare le condizioni più sfavorevoli si presentano nella fase (time) di applicazione della falda. 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	-1386,21	506,4	-4,6276181	-61,3	-352,498	-0,4
PIEDRITTO	-1668,42	-281,8	-3,3273225	-46,3	180,345	0,2
CALOTTA	-1756,43	204,5	-3,124111	-43,9	-84,919	-0,1

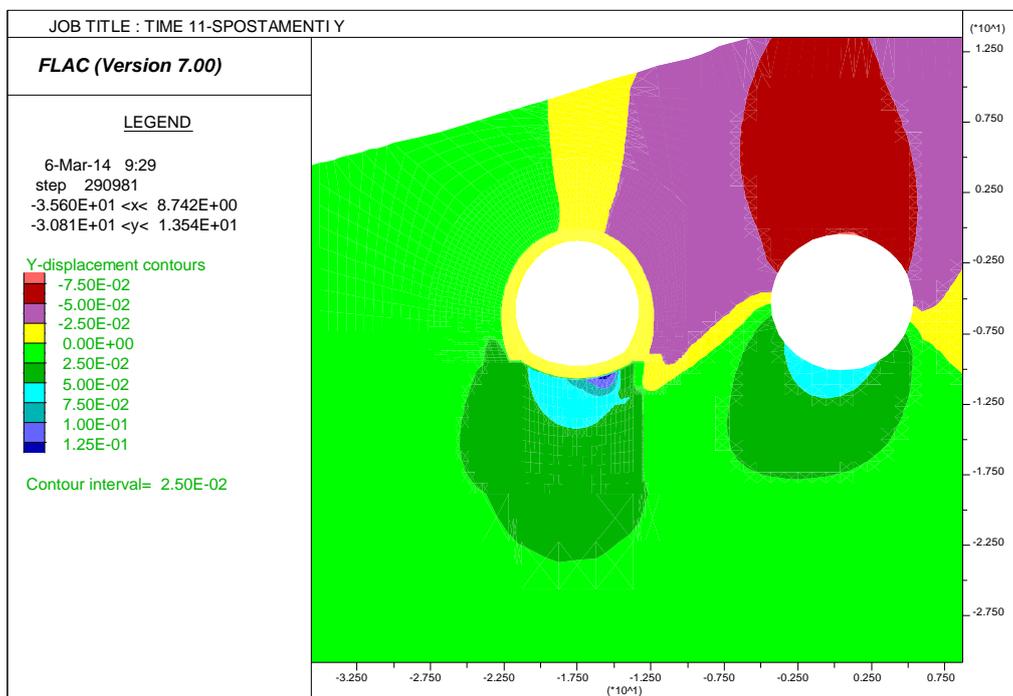
Come si nota, tutte le verifiche risultano soddisfatte. Poiché si verifica ovunque  $\tau < \tau_{c0}$  non è necessario disporre armatura specifica a taglio; l'armatura sarà quella minima prescritta da normativa.

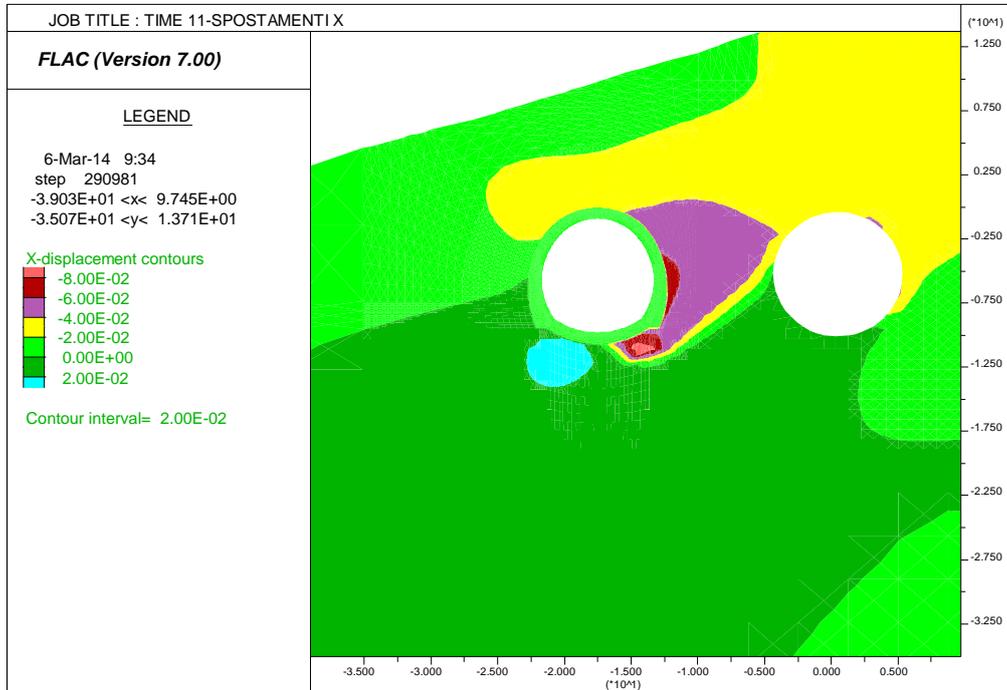
In allegato verranno mostrate le verifiche di tutte le sezioni del rivestimento per la time di calcolo di lungo termine (time 11) e per quella relativa all'applicazione del carico idraulico.

## 9.4. Modello 2: Sezione Tipo C2sb-r

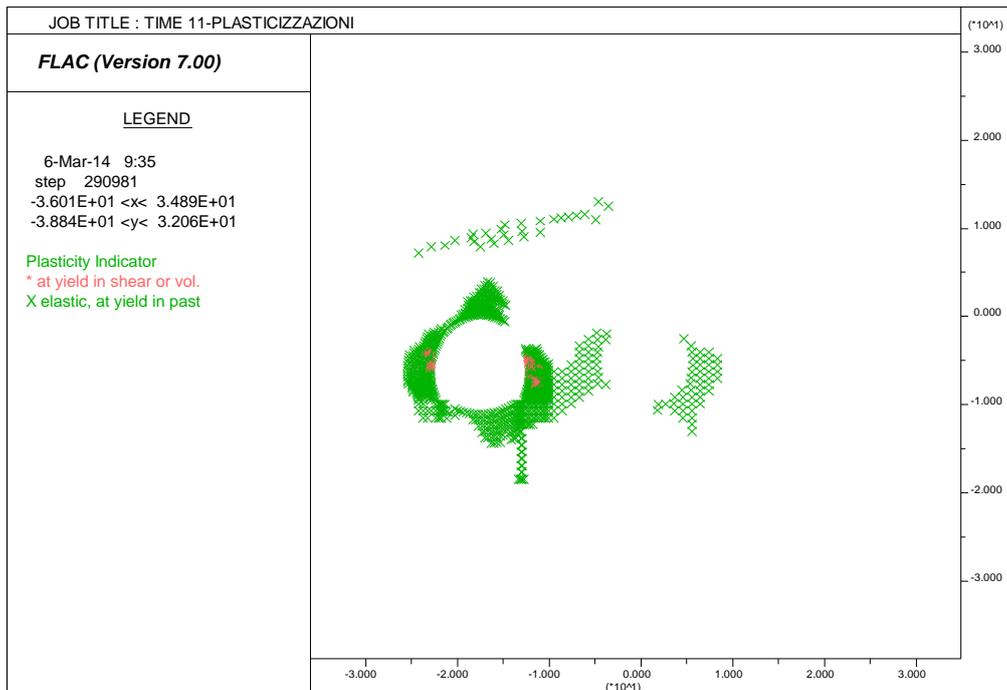
### 9.4.1. Analisi deformativa

I risultati più significativi ottenuti dalla presente analisi sono riassunti nelle tabelle contenute nel presente paragrafo. Il modello ha indicato deformazioni massime del cavo (canna sinistra) in lungo termine dell'ordine del centimetro con spostamenti compresi tra 2 e 4 cm in calotta, circa 12 cm in arco rovescio e circa 7 cm in corrispondenza del piedritto.





Nel corso della simulazione delle fasi esecutive della galleria naturale i fenomeni di plasticizzazione nel terreno al contorno della cavità risultano contenuti in una fascia di circa 2-3m.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00 <span style="float: right;">Foglio 74 di 78</span>

Il prerivestimento è caratterizzato da valori massimi di spostamento di circa 6 cm. Il rivestimento definitivo è caratterizzato da spostamenti massimi nell'ordine del millimetro.

In realtà la forte asimmetria del problema fa sì che si abbia una deformazione negativa dal lato di valle, con valori in termini assoluti comunque minori rispetto a quelli massimi riferiti al lato di monte del cavo. La convergenza attesa del cavo sarà quindi intorno ai 6 cm. In tabella si riportano solamente i valori massimi.

SEZIONE	Preconvergenza (phase 2)	$\Delta$ spostamento prerivestimenti (phase 10-2)	$\Delta$ spostamento rivestimento definitivo (phase 11-6)
	[cm]	[cm]	[cm]
Chiave calotta Verticale	1.0	2.5	<0.1
Piano centri Orizzontale/verticale	1.5	6.5	<0.1
Chiave arco rovescio Verticale	3.2	-	<0.1

#### 9.4.2. Analisi Tensionale

I rivestimenti di prima fase utilizzati sono descritti nella seguente tabella

Spessore spritz beton (m)	Centine (-)	Numero (-)	Passo (m)
0.25	IPN 200	2	1.0

Lo stato di sollecitazione nel prerivestimento raggiunge momenti flettenti che raggiungono i 70 KN\*m/m con azioni assiali prossime ai 1300 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	0.25	-362.0	-9.0	-1.206	3.08	-51.4	190.0	-11.6	-3.7	109.7
3gg	0.25	-950.3	-39.2	-5.981	12.31	-64.6	190.0	-36.0	-11.5	109.7
28gg	0.25	-1235.0	66.0	-9.474	23.08	-71.8	190.0	-50.3	-16.1	109.7

Lo spritz-beton è caratterizzato da una tensione massima di compressione di circa 9.5 MPa, mentre l'acciaio si carica con una tensione massima prossima a 72 MPa. La tensione massima tangenziale valutata durante le fasi di calcolo è pari a 16 MPa. Come si nota tutte le verifiche risultano soddisfatte, anche nelle condizioni limite sopra indicate.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00	Foglio 75 di 78

Il rivestimento definitivo presenta azioni flettenti massime di circa 480 KNm/m in arco rovescio e di 150 kNm/m in calotta. Le azioni assiali massime sono di circa 1500 kN in entrambe gli elementi.

Le barre utilizzate per l'armatura principale sono mostrate in tabella.

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

In sintesi vengono indicate le verifiche più gravose in base a quanto valutato nei vari step di calcolo per le diverse parti strutturali (arco rovescio, calotta e piedritto). In particolare le condizioni più sfavorevoli si presentano nella fase (time) di applicazione della falda. 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	-1439,44	480,5	-4,3655319	-58,4	-242,334	-0,3
PIEDRITTO	-1533,28	228,0	-2,7020982	-38,0	231,182	0,3
CALOTTA	-1495,59	259,3	-2,9610799	-41,2	-166,053	-0,2

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

In allegato verranno mostrate le verifiche di tutte le sezioni del rivestimento per la time di calcolo di lungo termine (time 11) e per quella relativa all'applicazione del carico idraulico.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00</p>	<p>Foglio 76 di 78</p>

## 10. INTERFERENZE CON LO SCAVO

Per quanto riguarda il tratto di galleria analizzato, in base ai dati disponibili non risultano presenti interferenze superficiali con lo scavo della galleria in esame.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00
	Foglio 77 di 78

## 11. CONCLUSIONI

Oggetto del presente elaborato è la descrizione delle principali problematiche legate allo scavo in naturale della Galleria Naturale di Valico – Tratta 6, relativa allo sviluppo del binario dispari dal pozzo fresa di Cascina Radimero al Camerone Tipo “D” (tratto 6, da pk 27+579 a pk 27+668 circa) dove le due gallerie di linea confluiscono in un’unica galleria, prima di uscire in corrispondenza dell’imbocco nord di valico.

Tale tratta, denominata WBS GN15X, si sviluppa per una lunghezza di circa 76 m, con coperture che variano da 6 m a 23 m, ed è realizzata mediante scavo tradizionale impiegando una canna a singolo binario di sezione policentrica.

L’opera in oggetto fa 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.

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-04-E-CV-CL-GN00-00-001-A00

Foglio  
78 di 78

## 12. ALLEGATI DI CALCOLO

**Tamez & Cornejo (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]	$\phi'$ [°]
LS	3,0	19,0	5	26,0	FC3	9,8	23,0	30	22,0
FC3	2,0	23,0	30	22,0					

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )	
Total Overburden	Z [m]	5,0	Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]
Depth of water table	W [m]	1000,0	Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]
Excavated height	h [m]	9,8	Depth coefficient	$k_A$ [-]
Tunnel's width	b [m]	11,00	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]
Free span length	a [m]	1,0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]

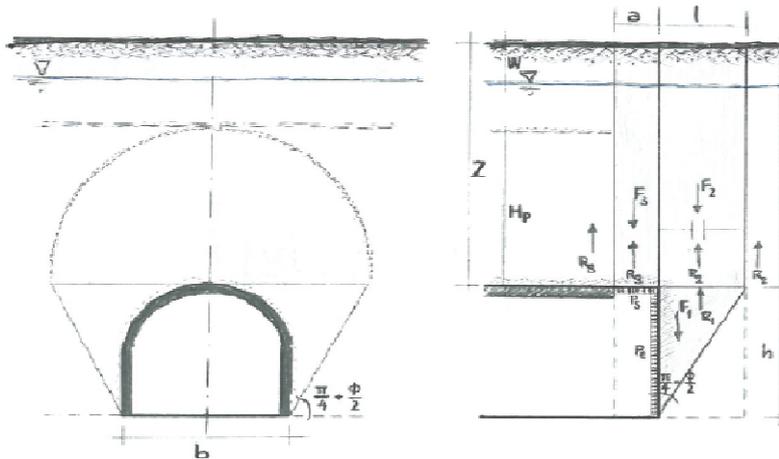
**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	20,6	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	15,0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	30,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	24,4	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	22,0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	103	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	15	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	1,59
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	37	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	0,76
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	0,5	Obtained safety factor	SF	0,76
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	96	Requested safety factor	$SF_R$	2,00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	64			

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



Adeguamento Chiaravagna - AEXCAV. [m2] = 100

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione C2r

Parametro non influente al fine del calcolo

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
LS	3	19	5	26
FC3	0,5	23	30	22
CORONELLA	1,5	23	500	1

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
FC3	9,8	23	30	22

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	5,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	9,8
Tunnel's width	b [m]	11,0
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11,3
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	5,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,6

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25,0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1,0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1,6
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	0,2
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20,0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	15,6

Face bolt properties		
Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600,0
Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600,0
Shear resistance of bar	$\sigma_t$ [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> ]	0,40
Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	135,7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	100,6
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	130,6

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	20,6
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	156,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	18,1

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	30,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	22,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	103
--------------------------------	-------------------	-----

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	219
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	250

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	23,18
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	4,74

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	-24,6
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	4
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	4,74
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Cornejo (1985)**

**Geotechnical properties**

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
FC3	10,0	23,0	30	22,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
FC3	9,8	23,0	30	22,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	10,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	9,8
Tunnel's width	b [m]	11,0
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11,3
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	10,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,6

**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	30,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	22,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	30,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	22,0

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

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

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

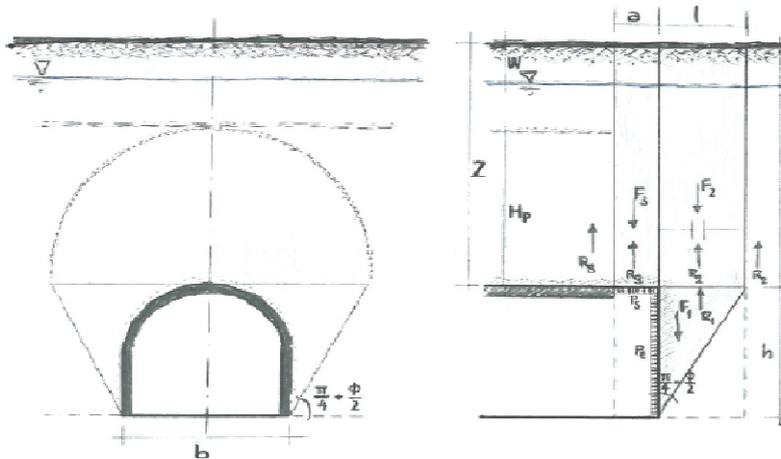
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	30
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	52

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	2,85
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	0,78

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	1,0
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	203
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	140

Obtained safety factor	SF	0,78
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

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



Adeguamento Chiaravagna - AEXCAV. [m2] = 100

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione B2r

Parametro non influente al fine del calcolo

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
FC3	10	23	30	22

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
FC3	9,8	23	30	22

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	10,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	9,8
Tunnel's width	b [m]	11,0
Free span length	a [m]	1,2

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11,3
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	10,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,6

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25,0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1,0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1,6
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	0,2
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20,0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	15,6

Face bolt properties		
Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600,0
Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600,0
Shear resistance of bar	$\sigma_t$ [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]	8,0
Joint step	$i_{joint}$ [m]	18,0
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]	301,6
Max. resistance offered by bars	$T_{max}$ [kN]	301,6

Adopted number of bars	$N_b$ [-]	45,0
N° of bars for unit of area	$n_b$ [m <sup>-2</sup> ]	0,45
Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	135,7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	100,6
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	130,6

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	30,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	22,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	30,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	22,0

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

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	89
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	124

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	7,15
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,59

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	4,8
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	149
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,59
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

Tamez & Cornejo (1985)

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
FC3	15,0	23,0	45	24,0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
FC3	4,9	23,0	45	24,0
FC2	4,9	23,0	70	28,0

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	15,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	9,8
Tunnel's width	b [m]	11,00
Free span length	a [m]	1,0

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11,3
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	15,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,1

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	45,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	24,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	57,5
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	26,0

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

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

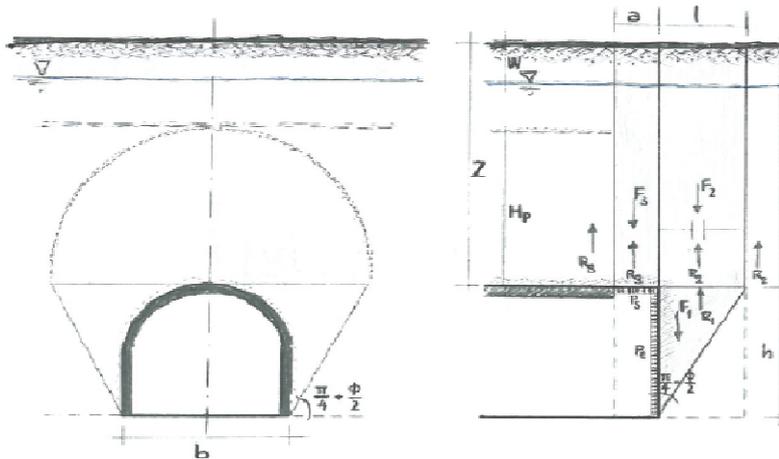
Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	45
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	86

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	4,27
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	1,27

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	1,7
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	284
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	126

Obtained safety factor	SF	1,27
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

Prismatic volume gravitating over the crown system of forces



Adeguamento Chiaravagna - AEXCAV. [m2] = 100

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione B2r

Parametro non influente al fine del calcolo

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
FC3	15	23	45	24
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
FC3	4,9	23	45	24
FC2	4,9	23	70	28

Tunnel geometry

Type of ground	CF/F	CF
Total Overburden	Z [m]	15,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	9,8
Tunnel's width	b [m]	11,0
Free span length	a [m]	1,2

Shallow tunnel (Z<3D)		
Equivalent tunnel diameter	$D_{eq}$ [m]	11,3
Earth coefficient at rest	$k_0$ [-]	0,3
Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	15,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	6,1

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25,0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1,0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1,6
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	0,2
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20,0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	120,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	15,6

Face bolt properties		
Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600,0
Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600,0
Shear resistance of bar	$\sigma_t$ [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> ]	0,45
Confining pressure	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	152,7
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	122,2
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	179,7

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	45,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	24,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	57,5
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	26,0

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

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	104
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	175

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	8,35
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,11

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	6,7
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	203
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	3,11
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

**Tamez & Cornejo (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]	$\phi'$ [°]
FC2	20,0	23,0	135	29,0	FC2	9,7	23,0	135	29,0

**Tunnel geometry**

Type of ground	CF/F	CF	Shallow tunnel ( $Z < 3D$ )		
Total Overburden	Z [m]	20,0	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]	9,7	Depth coefficient	$k_A$ [-]	0,5
Tunnel's width	b [m]	10,7	Height of mass load at crown	$H_p$ [m]	20,0
Free span length	a [m]	1,0	Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,7

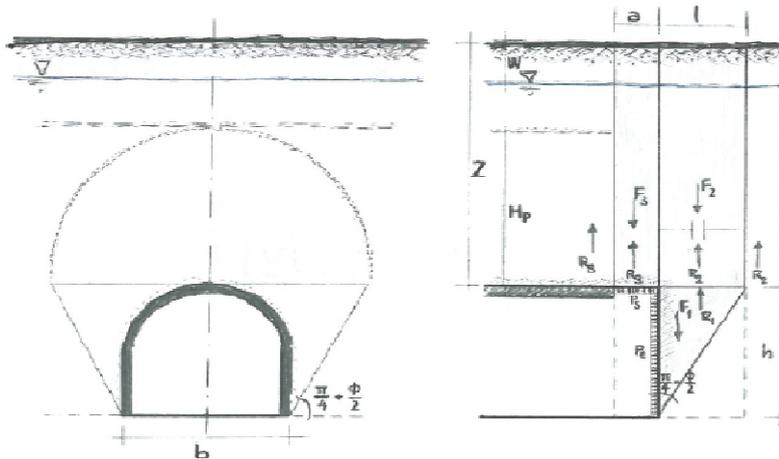
**Prismatic volume properties**

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23,0	Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [ $\text{kNm}^{-3}$ ]	23,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	135,0	Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	135,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	29,0	Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29,0
Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	460	hydraulic press. at crown	u [kPa]	0

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

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	135	Safety factor (prism 3)	$FS_3$	12,84
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	232	Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	3,36
Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	14,6	Obtained safety factor	SF	3,36
Pressure on primary supports	$P_s$ [kPa]	208	Requested safety factor	$SF_R$	2,00
Required pressure at face	$P_E$ [kPa]	0			

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



Adeguamento Chiaravagna - AEXCAV. [m2] = 90

FACE STABILITY ANALYSIS - TAMEZ-CONEJO

THERAPY PHASE

sezione B0r

Parametro non influente al fine del calcolo

Geotechnical properties

Overburden layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
FC2	20	23	135	29
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Excavated layers	$\Delta H$ [m]	$\gamma_n$ [kNm <sup>-3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]
FC2	9,7	23	135	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]	20,0
Depth of water table	W [m]	1000,0
Excavated height	h [m]	9,7
Tunnel's width	b [m]	10,7
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]	20,0
Length of prisms in advance	$L_p$ [m]	5,7

Injection modality

Grout injection properties		
Cubic compression resistance	$R_{ck}$ [MPa]	25,0
Injection influence ratio	$i_i$ [-]	1
Curing factor	$\gamma_c$ [-]	1,0
Material's safety factor	$\gamma_f$ [-]	1,6
Mortar's position ratio	$v_c$ [-]	0,2
Elastic module of mortar	$E_c$ [GPa]	20,0
Grout-soil bond	$\tau_a$ [kPa]	0,0
Injection penetrability coeff.	$\alpha_i$ [-]	1,0
ULS resistance of mortar	$\sigma_c$ [-]	15,6

Face bolt properties		
Tensile resistance of bar	$\sigma_b$ [MPa]	600,0
Tensile resistance at joint	$\sigma_j$ [MPa]	600,0
Shear resistance of bar	$\sigma_t$ [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]	8,0
Joint step	$i_{joint}$ [m]	18,0
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	$\Delta\sigma_3$ [kPa]	0,0
Increment of cohesion	$\Delta c'$ [kPa]	0,0
Improved cohesion at face	$c'_{eq}$ [kPa]	135,0

Prismatic volume properties

Aver. weight of load mass	$\gamma_p$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23,0
Aver. cohesion of load mass	$c'_p$ [kPa]	135,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_p$ [°]	29,0

Aver. weight of Excav. layers	$\gamma_E$ [kNm <sup>-3</sup> ]	23,0
Aver. cohesion of Excav. layers	$c'_E$ [kPa]	135,0
Aver. friction of load mass	$\phi'_E$ [°]	29,0

Effective soil press. at crown	$\sigma'_v$ [kPa]	460
--------------------------------	-------------------	-----

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

Shear resistance and Safety factor at Diagnosis phase

Shear resistance (prism 3)	$\tau_{m3}$ [kPa]	135
Shear resistance (prisms 1-2)	$\tau_{m2}$ [kPa]	232

Safety factor (prism 3)	$FS_3$	3,89
Safety factor (MΣFR/MSFA)	$FS_F$	2,54

Permitted free span length	$a_{max}$ [m]	14,6
Pressure on primary supports	$P_S$ [kPa]	208
Requered pressure at face	$P_E$ [kPa]	0

Obtained safety factor	SF	2,54
Requested safety factor	$SF_R$	2,00

## CENTINE 2 IPN 180 - 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	0,25	-338,900	-13,230	-16,620	14,21	14,21	-1,7	-78,2	-14,0	-6,1	OK	OK	OK	OK	7,4	41,1
117	1001	beam	0,25	-362,000	5,168	16,620	14,21	14,21	-1,7413	-17,2	-81,3	2,4	OK	OK	OK	OK	42,8	9,0
116	1001	beam	0,25	-381,900	-7,411	-17,050	14,21	14,21	-1,8122	-84,9	-19,0	-3,4	OK	OK	OK	OK	10,0	44,7
115	1001	beam	0,25	-396,100	-0,791	-17,200	14,21	14,21	-1,8547	-87,1	-20,7	-0,4	OK	OK	OK	OK	10,9	45,8
114	1001	beam	0,25	-407,900	12,630	17,200	14,21	14,21	-1,8837	-22,3	-88,7	5,9	OK	OK	OK	OK	46,7	11,7
113	1001	beam	0,25	-418,500	25,240	14,810	14,21	14,21	-1,7870	-28,3	-85,5	11,7	OK	OK	OK	OK	45,0	14,9
112	1001	beam	0,25	-428,800	11,890	10,020	14,21	14,21	-1,6664	-39,0	-77,7	5,5	OK	OK	OK	OK	40,9	20,5
111	1001	beam	0,25	-434,900	4,730	7,769	14,21	14,21	-1,4658	-44,2	-74,1	2,2	OK	OK	OK	OK	39,0	23,2
110	1001	beam	0,25	-438,300	14,150	6,876	14,21	14,21	-1,4283	-46,3	-72,9	6,6	OK	OK	OK	OK	38,4	24,4
109	1001	beam	0,25	-440,700	23,070	4,198	14,21	14,21	-1,2967	-51,8	-68,0	10,7	OK	OK	OK	OK	35,8	27,3
108	1001	beam	0,25	-442,300	10,010	2,566	14,21	14,21	-1,2169	-55,2	-65,1	4,6	OK	OK	OK	OK	34,3	29,1
107	1001	beam	0,25	-439,200	-1,022	-2,574	14,21	14,21	-1,2097	-64,7	-54,8	-0,5	OK	OK	OK	OK	28,8	34,1
106	1001	beam	0,25	-433,100	8,035	4,255	14,21	14,21	-1,2810	-50,7	-67,1	3,7	OK	OK	OK	OK	35,3	26,7
105	1001	beam	0,25	-426,300	8,609	6,313	14,21	14,21	-1,3700	-45,8	-70,2	4,0	OK	OK	OK	OK	36,9	24,1
104	1001	beam	0,25	-418,000	-14,950	-6,317	14,21	14,21	-1,3498	-69,0	-44,7	-6,9	OK	OK	OK	OK	23,5	36,3
103	1001	beam	0,25	-410,900	-3,453	-2,742	14,21	14,21	-1,1489	-61,2	-50,6	-1,6	OK	OK	OK	OK	26,6	32,2
102	1001	beam	0,25	-406,300	8,598	3,973	14,21	14,21	-1,2008	-47,6	-62,9	4,0	OK	OK	OK	OK	33,1	25,0
101	1001	beam	0,25	-402,000	-12,860	-3,972	14,21	14,21	-1,1902	-62,3	-47,0	-6,0	OK	OK	OK	OK	24,7	32,8
100	1001	beam	0,25	-396,800	-5,617	-0,899	14,21	14,21	-1,0197	-55,7	-52,2	-2,6	OK	OK	OK	OK	27,5	29,3
99	1001	beam	0,25	-393,100	6,212	1,041	14,21	14,21	-1,0179	-51,5	-55,5	2,9	OK	OK	OK	OK	29,2	27,1
98	1001	beam	0,25	-389,700	-2,373	-1,048	14,21	14,21	-1,0099	-55,0	-51,0	-1,1	OK	OK	OK	OK	26,8	29,0
97	1001	beam	0,25	-385,200	-8,235	-1,489	14,21	14,21	-1,0215	-55,3	-49,5	-3,8	OK	OK	OK	OK	26,1	29,1
96	1001	beam	0,25	-380,600	2,991	1,488	14,21	14,21	-1,0102	-48,9	-54,6	1,4	OK	OK	OK	OK	28,8	25,7
95	1001	beam	0,25	-376,500	6,414	0,771	14,21	14,21	-0,9633	-49,7	-52,7	3,0	OK	OK	OK	OK	27,7	26,2
94	1001	beam	0,25	-371,900	-11,520	-1,997	14,21	14,21	-1,0150	-54,4	-46,7	-5,4	OK	OK	OK	OK	24,6	28,7
93	1001	beam	0,25	-366,600	-0,516	-2,119	14,21	14,21	-1,0082	-54,0	-45,8	-0,2	OK	OK	OK	OK	24,1	28,4
92	1001	beam	0,25	-361,800	10,210	2,117	14,21	14,21	-0,9963	-45,1	-53,3	4,7	OK	OK	OK	OK	28,0	23,7
91	1001	beam	0,25	-357,500	-9,693	-1,988	14,21	14,21	-0,9792	-52,5	-44,8	-4,5	OK	OK	OK	OK	23,6	27,6
90	1001	beam	0,25	-352,300	-2,449	-2,572	14,21	14,21	-0,9964	-52,9	-43,0	-1,1	OK	OK	OK	OK	22,6	27,8
89	1001	beam	0,25	-347,600	9,190	2,566	14,21	14,21	-0,9846	-42,3	-52,2	4,3	OK	OK	OK	OK	27,5	22,3
88	1001	beam	0,25	-344,100	3,757	0,534	14,21	14,21	-0,8717	-45,8	-47,8	1,7	OK	OK	OK	OK	25,2	24,1
87	1001	beam	0,25	-340,000	3,237	1,308	14,21	14,21	-0,9013	-43,7	-48,8	1,5	OK	OK	OK	OK	25,7	23,0
86	1001	beam	0,25	-335,800	-3,294	-1,309	14,21	14,21	-0,8911	-48,2	-43,1	-1,5	OK	OK	OK	OK	22,7	25,4
85	1001	beam	0,25	-331,300	3,224	1,296	14,21	14,21	-0,8794	-42,6	-47,6	1,5	OK	OK	OK	OK	25,0	22,4
84	1001	beam	0,25	-327,500	-6,904	-1,296	14,21	14,21	-0,8700	-47,0	-42,0	-3,2	OK	OK	OK	OK	22,1	24,8
83	1001	beam	0,25	-323,900	-0,193	-0,024	14,21	14,21	-0,7959	-44,1	-44,0	-0,1	OK	OK	OK	OK	23,2	23,2
82	1001	beam	0,25	-320,600	-0,465	-0,097	14,21	14,21	-0,7916	-43,8	-43,4	-0,2	OK	OK	OK	OK	22,9	23,0
81	1001	beam	0,25	-317,300	-4,771	-0,970	14,21	14,21	-0,8283	-45,0	-41,3	-2,2	OK	OK	OK	OK	21,7	23,7
80	1001	beam	0,25	-314,300	6,284	0,974	14,21	14,21	-0,8211	-40,9	-44,6	2,9	OK	OK	OK	OK	23,5	21,5

79	1001	beam	0,25	-311,700	-9,007	-1,482	14,21	14,21	-0,8408	-45,3	-39,5	-4,2	OK	OK	OK	OK	20,8	23,8
78	1001	beam	0,25	-309,200	3,277	1,477	14,21	14,21	-0,8344	-39,2	-44,9	1,5	OK	OK	OK	OK	23,6	20,6
77	1001	beam	0,25	-307,200	-3,709	-1,543	14,21	14,21	-0,8329	-44,8	-38,8	-1,7	OK	OK	OK	OK	20,4	23,6
76	1001	beam	0,25	-305,600	-0,994	-1,722	14,21	14,21	-0,8382	-44,9	-38,2	-0,5	OK	OK	OK	OK	20,1	23,6
75	1001	beam	0,25	-304,500	2,847	1,712	14,21	14,21	-0,8350	-38,1	-44,7	1,3	OK	OK	OK	OK	23,5	20,1
74	1001	beam	0,25	-303,900	-5,260	-2,163	14,21	14,21	-0,8566	-45,5	-37,2	-2,4	OK	OK	OK	OK	19,6	24,0
73	1001	beam	0,25	-303,300	6,650	2,151	14,21	14,21	-0,8546	-37,1	-45,4	3,1	OK	OK	OK	OK	23,9	19,5
72	1001	beam	0,25	-304,000	-6,825	-2,188	14,21	14,21	-0,8582	-45,6	-37,1	-3,2	OK	OK	OK	OK	19,5	24,0
71	1001	beam	0,25	-304,700	2,562	2,189	14,21	14,21	-0,8599	-37,2	-45,7	1,2	OK	OK	OK	OK	24,0	19,6
70	1001	beam	0,25	-306,300	-0,594	-1,811	14,21	14,21	-0,8445	-45,2	-38,2	-0,3	OK	OK	OK	OK	20,1	23,8
69	1001	beam	0,25	-308,200	-1,914	-2,150	14,21	14,21	-0,8665	-46,1	-37,8	-0,9	OK	OK	OK	OK	19,9	24,2
68	1001	beam	0,25	-310,500	5,881	2,142	14,21	14,21	-0,8718	-38,1	-46,4	2,7	OK	OK	OK	OK	24,4	20,1
67	1001	beam	0,25	-313,800	-6,355	-2,231	14,21	14,21	-0,8844	-47,0	-38,4	-3,0	OK	OK	OK	OK	20,2	24,7
66	1001	beam	0,25	-317,000	6,052	2,224	14,21	14,21	-0,8919	-38,8	-47,4	2,8	OK	OK	OK	OK	25,0	20,4
65	1001	beam	0,25	-321,300	-4,267	-1,891	14,21	14,21	-0,8854	-47,3	-40,0	-2,0	OK	OK	OK	OK	21,1	24,9
64	1001	beam	0,25	-325,800	1,479	1,888	14,21	14,21	-0,8963	-40,7	-48,0	0,7	OK	OK	OK	OK	25,2	21,4
63	1001	beam	0,25	-330,900	2,387	1,612	14,21	14,21	-0,8946	-41,9	-48,1	1,1	OK	OK	OK	OK	25,3	22,0
62	1001	beam	0,25	-336,500	-3,331	-1,786	14,21	14,21	-0,9173	-49,2	-42,3	-1,5	OK	OK	OK	OK	22,3	25,9
61	1001	beam	0,25	-342,200	9,534	1,785	14,21	14,21	-0,9312	-43,1	-50,0	4,4	OK	OK	OK	OK	26,3	22,7
60	1001	beam	0,25	-349,100	-8,313	-1,557	14,21	14,21	-0,9364	-50,5	-44,5	-3,9	OK	OK	OK	OK	23,4	26,6
59	1001	beam	0,25	-355,600	5,324	1,556	14,21	14,21	-0,9523	-45,4	-51,4	2,5	OK	OK	OK	OK	27,0	23,9
58	1001	beam	0,25	-363,100	-1,722	-0,883	14,21	14,21	-0,9362	-51,1	-47,7	-0,8	OK	OK	OK	OK	25,1	26,9
57	1001	beam	0,25	-370,400	0,121	0,881	14,21	14,21	-0,9540	-48,7	-52,1	0,1	OK	OK	OK	OK	27,4	25,6
56	1001	beam	0,25	-378,200	5,825	0,859	14,21	14,21	-0,9720	-49,8	-53,1	2,7	OK	OK	OK	OK	27,9	26,2
55	1001	beam	0,25	-386,400	-5,464	-0,795	14,21	14,21	-0,9888	-54,1	-51,0	-2,5	OK	OK	OK	OK	26,9	28,5
54	1001	beam	0,25	-394,400	9,662	1,002	14,21	14,21	-1,0191	-51,7	-55,6	4,5	OK	OK	OK	OK	29,3	27,2
53	1001	beam	0,25	-403,300	-6,984	-1,005	14,21	14,21	-1,0411	-56,8	-52,9	-3,2	OK	OK	OK	OK	27,8	29,9
52	1001	beam	0,25	-411,600	4,100	0,470	14,21	14,21	-1,0340	-55,1	-56,9	1,9	OK	OK	OK	OK	29,9	29,0
51	1001	beam	0,25	-420,400	1,134	0,681	14,21	14,21	-1,0664	-55,9	-58,5	0,5	OK	OK	OK	OK	30,8	29,4
50	1001	beam	0,25	-429,000	-2,127	-0,680	14,21	14,21	-1,0874	-59,7	-57,0	-1,0	OK	OK	OK	OK	30,0	31,4
49	1001	beam	0,25	-437,400	9,906	2,129	14,21	14,21	-1,1824	-55,4	-63,6	4,6	OK	OK	OK	OK	33,5	29,1
48	1001	beam	0,25	-446,100	-8,543	-2,120	14,21	14,21	-1,2033	-64,8	-56,6	-4,0	OK	OK	OK	OK	29,8	34,1
47	1001	beam	0,25	-454,200	8,714	2,141	14,21	14,21	-1,2243	-57,6	-65,9	4,0	OK	OK	OK	OK	34,7	30,3
46	1001	beam	0,25	-462,700	-4,558	-2,138	14,21	14,21	-1,2450	-67,1	-58,8	-2,1	OK	OK	OK	OK	30,9	35,3
45	1001	beam	0,25	-470,400	2,242	1,709	14,21	14,21	-1,2419	-60,7	-67,3	1,0	OK	OK	OK	OK	35,4	31,9
44	1001	beam	0,25	-478,200	4,828	2,606	14,21	14,21	-1,3070	-60,0	-70,1	2,2	OK	OK	OK	OK	36,9	31,6
43	1001	beam	0,25	-485,700	-4,700	-2,605	14,21	14,21	-1,3254	-71,1	-61,0	-2,2	OK	OK	OK	OK	32,1	37,4
42	1001	beam	0,25	-492,600	14,230	4,373	14,21	14,21	-1,4331	-58,6	-75,4	6,6	OK	OK	OK	OK	39,7	30,8
41	1001	beam	0,25	-499,500	-10,890	-4,374	14,21	14,21	-1,4500	-76,4	-59,5	-5,1	OK	OK	OK	OK	31,3	40,2
40	1001	beam	0,25	-505,400	7,550	3,751	14,21	14,21	-1,4325	-61,5	-76,0	3,5	OK	OK	OK	OK	40,0	32,4
39	1001	beam	0,25	-511,200	-0,892	-3,744	14,21	14,21	-1,4464	-76,8	-62,3	-0,4	OK	OK	OK	OK	32,8	40,4
38	1001	beam	0,25	-516,100	0,133	3,603	14,21	14,21	-1,4512	-63,2	-77,1	0,1	OK	OK	OK	OK	40,6	33,3
37	1001	beam	0,25	-520,600	9,136	5,299	14,21	14,21	-1,5493	-60,6	-81,0	4,2	OK	OK	OK	OK	42,6	31,9
36	1001	beam	0,25	-524,300	-5,373	-5,293	14,21	14,21	-1,5581	-81,5	-61,1	-2,5	OK	OK	OK	OK	32,2	42,9

35	1001	beam	0,25	-527,600	3,630	4,871	14,21	14,21	-1,5445	-62,4	-81,2	1,7	OK	OK	OK	OK	42,7	32,8
34	1001	beam	0,25	-529,400	-5,617	-4,863	14,21	14,21	-1,5485	-81,4	-62,6	-2,6	OK	OK	OK	OK	33,0	42,8
33	1001	beam	0,25	-530,200	-7,279	-3,513	14,21	14,21	-1,4812	-78,9	-65,3	-3,4	OK	OK	OK	OK	34,4	41,5
32	1001	beam	0,25	-529,800	-14,230	-1,776	14,21	14,21	-1,3910	-75,5	-68,6	-6,6	OK	OK	OK	OK	36,1	39,7
31	1001	beam	0,25	-529,900	3,255	1,622	14,21	14,21	-1,3834	-68,9	-75,2	1,5	OK	OK	OK	OK	39,6	36,3
30	1001	beam	0,25	-530,900	13,080	2,278	14,21	14,21	-1,4195	-67,8	-76,6	6,1	OK	OK	OK	OK	40,3	35,7
29	1001	beam	0,25	-529,300	-15,000	-2,279	14,21	14,21	-1,4156	-76,4	-67,6	-7,0	OK	OK	OK	OK	35,6	40,2
28	1001	beam	0,25	-527,300	0,499	1,301	14,21	14,21	-1,3605	-69,2	-74,2	0,2	OK	OK	OK	OK	39,1	36,4
27	1001	beam	0,25	-526,600	15,660	2,566	14,21	14,21	-1,4237	-66,7	-76,6	7,3	OK	OK	OK	OK	40,3	35,1
26	1001	beam	0,25	-524,300	-10,110	-2,566	14,21	14,21	-1,4181	-76,3	-66,4	-4,7	OK	OK	OK	OK	34,9	40,1
25	1001	beam	0,25	-520,200	-4,718	-0,975	14,21	14,21	-1,3264	-72,6	-68,9	-2,2	OK	OK	OK	OK	36,2	38,2
24	1001	beam	0,25	-516,800	10,100	1,445	14,21	14,21	-1,3421	-67,5	-73,1	4,7	OK	OK	OK	OK	38,5	35,5
23	1001	beam	0,25	-512,900	1,043	1,694	14,21	14,21	-1,3454	-66,5	-73,0	0,5	OK	OK	OK	OK	38,4	35,0
22	1001	beam	0,25	-506,600	-10,090	-1,710	14,21	14,21	-1,3307	-72,2	-65,6	-4,7	OK	OK	OK	OK	34,5	38,0
21	1001	beam	0,25	-500,300	4,486	0,701	14,21	14,21	-1,2635	-66,7	-69,4	2,1	OK	OK	OK	OK	36,5	35,1
20	1001	beam	0,25	-494,400	11,850	3,207	14,21	14,21	-1,3776	-61,1	-73,4	5,5	OK	OK	OK	OK	38,6	32,1
19	1001	beam	0,25	-485,000	-14,360	-3,209	14,21	14,21	-1,3547	-72,2	-59,8	-6,7	OK	OK	OK	OK	31,5	38,0
18	1001	beam	0,25	-475,200	-0,186	-0,264	14,21	14,21	-1,1795	-65,1	-64,1	-0,1	OK	OK	OK	OK	33,7	34,3
17	1001	beam	0,25	-466,200	13,080	2,859	14,21	14,21	-1,2906	-57,9	-68,9	6,1	OK	OK	OK	OK	36,3	30,5
16	1001	beam	0,25	-455,300	-10,020	-2,866	14,21	14,21	-1,2642	-67,5	-56,4	-4,7	OK	OK	OK	OK	29,7	35,5
15	1001	beam	0,25	-443,100	-5,011	-0,724	14,21	14,21	-1,1243	-61,7	-58,9	-2,3	OK	OK	OK	OK	31,0	32,5
14	1001	beam	0,25	-432,100	6,952	0,937	14,21	14,21	-1,1083	-57,0	-60,6	3,2	OK	OK	OK	OK	31,9	30,0
13	1001	beam	0,25	-420,200	-1,630	-0,943	14,21	14,21	-1,0794	-59,0	-55,3	-0,8	OK	OK	OK	OK	29,1	31,0
12	1001	beam	0,25	-407,000	-12,050	-1,725	14,21	14,21	-1,0871	-58,7	-52,0	-5,6	OK	OK	OK	OK	27,4	30,9
11	1001	beam	0,25	-395,000	-2,857	-2,266	14,21	14,21	-1,0854	-58,1	-49,3	-1,3	OK	OK	OK	OK	26,0	30,6
10	1001	beam	0,25	-383,600	5,495	2,266	14,21	14,21	-1,0575	-47,8	-56,5	2,6	OK	OK	OK	OK	29,8	25,2
9	1001	beam	0,25	-370,700	-1,290	-1,471	14,21	14,21	-0,9850	-53,3	-47,6	-0,6	OK	OK	OK	OK	25,0	28,0
8	1001	beam	0,25	-354,300	-13,870	-4,101	14,21	14,21	-1,0798	-56,1	-40,3	-6,4	OK	OK	OK	OK	21,2	29,5
7	1001	beam	0,25	-338,000	-5,572	-5,156	14,21	14,21	-1,0939	-55,9	-36,0	-2,6	OK	OK	OK	OK	19,0	29,4
6	1001	beam	0,25	-321,900	1,687	5,156	14,21	14,21	-1,0544	-33,8	-53,7	0,8	OK	OK	OK	OK	28,3	17,8
5	1001	beam	0,25	-304,400	2,556	4,836	14,21	14,21	-0,9951	-32,1	-50,7	1,2	OK	OK	OK	OK	26,7	16,9
4	1001	beam	0,25	-283,000	-11,610	-6,555	14,21	14,21	-1,0308	-51,1	-25,8	-5,4	OK	OK	OK	OK	13,6	26,9
3	1001	beam	0,25	-262,800	-0,797	-6,702	14,21	14,21	-0,9888	-48,7	-22,8	-0,4	OK	OK	OK	OK	12,0	25,6

## CENTINE 2 IPN 180 - 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
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2										
118	1001	beam	0,25	-402,600	-35,170	-30,760	14,21	14,21	-4,1	-45,9	12,2	-16,3	OK	OK	OK	OK	6,4	24,2
117	1001	beam	0,25	-431,600	-7,172	-32,100	14,21	14,21	-4,3	-48,4	11,3	-3,3	OK	OK	OK	OK	5,9	25,5
116	1001	beam	0,25	-456,500	-18,100	-35,530	14,21	14,21	-4,7	-52,7	15,3	-8,4	OK	OK	OK	OK	8,0	27,8
115	1001	beam	0,25	-475,700	-6,983	-36,850	14,21	14,21	-4,9	-54,8	15,5	-3,2	OK	OK	OK	OK	8,2	28,8
114	1001	beam	0,25	-494,400	12,040	36,840	14,21	14,21	-4,9	13,1	-55,5	5,6	OK	OK	OK	OK	29,2	6,9
113	1001	beam	0,25	-513,700	30,300	34,580	14,21	14,21	-4,7	6,5	-54,0	14,1	OK	OK	OK	OK	28,4	3,4
112	1001	beam	0,25	-533,700	16,490	28,850	14,21	14,21	-4,1	-3,5	-49,5	7,7	OK	OK	OK	OK	26,0	1,8
111	1001	beam	0,25	-549,200	10,050	25,740	14,21	14,21	-3,9	-7,5	-47,6	4,7	OK	OK	OK	OK	25,1	4,0
110	1001	beam	0,25	-561,600	24,340	23,850	14,21	14,21	-3,8	-9,7	-46,7	11,3	OK	OK	OK	OK	24,6	5,1
109	1001	beam	0,25	-573,300	38,320	19,250	14,21	14,21	-3,5	-13,9	-43,7	17,8	OK	OK	OK	OK	23,0	7,3
108	1001	beam	0,25	-586,900	23,810	11,990	14,21	14,21	-2,9	-20,2	-38,8	11,1	OK	OK	OK	OK	20,4	10,6
107	1001	beam	0,25	-596,400	11,590	6,303	14,21	14,21	-2,5	-25,1	-34,9	5,4	OK	OK	OK	OK	18,3	13,2
106	1001	beam	0,25	-602,000	26,670	3,539	14,21	14,21	-2,3	-27,5	-33,0	12,4	OK	OK	OK	OK	17,4	14,5
105	1001	beam	0,25	-607,000	29,900	9,984	14,21	14,21	-2,9	-22,8	-38,3	13,9	OK	OK	OK	OK	20,1	12,0
104	1001	beam	0,25	-608,400	-4,289	-9,974	14,21	14,21	-2,9	-38,3	-22,8	-2,0	OK	OK	OK	OK	12,0	20,2
103	1001	beam	0,25	-604,100	9,284	11,150	14,21	14,21	-2,9	-21,7	-39,0	4,3	OK	OK	OK	OK	20,5	11,4
102	1001	beam	0,25	-598,600	21,590	16,310	14,21	14,21	-3,3	-17,4	-42,7	10,0	OK	OK	OK	OK	22,5	9,2
101	1001	beam	0,25	-589,700	-16,240	-16,310	14,21	14,21	-3,3	-42,3	-17,0	-7,5	OK	OK	OK	OK	8,9	22,3
100	1001	beam	0,25	-577,400	-10,860	-12,410	14,21	14,21	-2,9	-38,6	-19,4	-5,0	OK	OK	OK	OK	10,2	20,3
99	1001	beam	0,25	-567,300	2,789	10,480	14,21	14,21	-2,8	-20,4	-36,6	1,3	OK	OK	OK	OK	19,3	10,7
98	1001	beam	0,25	-560,200	-11,540	-10,470	14,21	14,21	-2,7	-36,3	-20,0	-5,4	OK	OK	OK	OK	10,5	19,1
97	1001	beam	0,25	-554,100	-20,250	-7,702	14,21	14,21	-2,5	-33,8	-21,9	-9,4	OK	OK	OK	OK	11,5	17,8
96	1001	beam	0,25	-549,900	-3,247	-2,840	14,21	14,21	-2,1	-29,8	-25,4	-1,5	OK	OK	OK	OK	13,4	15,7
95	1001	beam	0,25	-547,100	3,031	2,787	14,21	14,21	-2,1	-25,3	-29,7	1,4	OK	OK	OK	OK	15,6	13,3
94	1001	beam	0,25	-544,000	-21,710	-2,787	14,21	14,21	-2,1	-29,5	-25,2	-10,1	OK	OK	OK	OK	13,3	15,5
93	1001	beam	0,25	-540,100	-4,344	-3,447	14,21	14,21	-2,1	-29,8	-24,5	-2,0	OK	OK	OK	OK	12,9	15,7
92	1001	beam	0,25	-537,300	12,760	3,446	14,21	14,21	-2,1	-24,3	-29,7	5,9	OK	OK	OK	OK	15,6	12,8
91	1001	beam	0,25	-535,800	-15,950	-4,202	14,21	14,21	-2,2	-30,2	-23,7	-7,4	OK	OK	OK	OK	12,5	15,9
90	1001	beam	0,25	-532,500	-4,373	-5,247	14,21	14,21	-2,2	-30,8	-22,7	-2,0	OK	OK	OK	OK	11,9	16,2
89	1001	beam	0,25	-529,900	14,080	5,243	14,21	14,21	-2,2	-22,6	-30,7	6,5	OK	OK	OK	OK	16,2	11,9
88	1001	beam	0,25	-529,500	6,403	1,868	14,21	14,21	-2,0	-25,2	-28,1	3,0	OK	OK	OK	OK	14,8	13,2
87	1001	beam	0,25	-528,700	5,773	1,046	14,21	14,21	-1,9	-25,8	-27,4	2,7	OK	OK	OK	OK	14,4	13,6
86	1001	beam	0,25	-527,900	-4,543	-1,050	14,21	14,21	-1,9	-27,3	-25,7	-2,1	OK	OK	OK	OK	13,5	14,4
85	1001	beam	0,25	-526,200	5,594	1,308	14,21	14,21	-1,9	-25,4	-27,5	2,6	OK	OK	OK	OK	14,5	13,4
84	1001	beam	0,25	-525,900	-10,680	-1,305	14,21	14,21	-1,9	-27,4	-25,4	-5,0	OK	OK	OK	OK	13,4	14,4
83	1001	beam	0,25	-524,500	-0,164	-0,713	14,21	14,21	-1,9	-26,9	-25,8	-0,1	OK	OK	OK	OK	13,6	14,2
82	1001	beam	0,25	-523,800	-0,466	-0,801	14,21	14,21	-1,9	-26,9	-25,7	-0,2	OK	OK	OK	OK	13,5	14,2
81	1001	beam	0,25	-523,500	-7,925	-2,275	14,21	14,21	-2,0	-28,1	-24,5	-3,7	OK	OK	OK	OK	12,9	14,8
80	1001	beam	0,25	-522,800	10,310	2,280	14,21	14,21	-2,0	-24,5	-28,0	4,8	OK	OK	OK	OK	14,8	12,9

79	1001	beam	0,25	-523,900	-15,160	-3,191	14,21	14,21	-2,0	-28,8	-23,9	-7,0	OK	OK	OK	OK	12,6	15,2
78	1001	beam	0,25	-523,800	5,386	3,191	14,21	14,21	-2,0	-23,8	-28,8	2,5	OK	OK	OK	OK	15,2	12,6
77	1001	beam	0,25	-525,600	-6,352	-3,371	14,21	14,21	-2,1	-29,0	-23,8	-3,0	OK	OK	OK	OK	12,5	15,3
76	1001	beam	0,25	-527,400	-1,858	-3,728	14,21	14,21	-2,1	-29,4	-23,6	-0,9	OK	OK	OK	OK	12,4	15,5
75	1001	beam	0,25	-529,700	4,831	3,732	14,21	14,21	-2,1	-23,7	-29,5	2,2	OK	OK	OK	OK	15,5	12,5
74	1001	beam	0,25	-533,400	-9,165	-4,545	14,21	14,21	-2,2	-30,3	-23,3	-4,3	OK	OK	OK	OK	12,3	16,0
73	1001	beam	0,25	-536,700	11,850	4,548	14,21	14,21	-2,2	-23,4	-30,5	5,5	OK	OK	OK	OK	16,1	12,3
72	1001	beam	0,25	-542,500	-12,170	-4,609	14,21	14,21	-2,2	-30,8	-23,7	-5,7	OK	OK	OK	OK	12,5	16,2
71	1001	beam	0,25	-547,600	4,663	4,618	14,21	14,21	-2,2	-23,9	-31,1	2,2	OK	OK	OK	OK	16,4	12,6
70	1001	beam	0,25	-554,500	-0,653	-3,871	14,21	14,21	-2,2	-30,9	-24,9	-0,3	OK	OK	OK	OK	13,1	16,2
69	1001	beam	0,25	-561,800	-3,061	-4,448	14,21	14,21	-2,3	-31,7	-24,8	-1,4	OK	OK	OK	OK	13,0	16,7
68	1001	beam	0,25	-569,500	11,230	4,459	14,21	14,21	-2,3	-25,2	-32,1	5,2	OK	OK	OK	OK	16,9	13,2
67	1001	beam	0,25	-579,300	-11,120	-4,443	14,21	14,21	-2,3	-32,6	-25,7	-5,2	OK	OK	OK	OK	13,5	17,1
66	1001	beam	0,25	-588,300	11,620	4,458	14,21	14,21	-2,4	-26,1	-33,0	5,4	OK	OK	OK	OK	17,4	13,7
65	1001	beam	0,25	-599,600	-7,408	-3,686	14,21	14,21	-2,3	-33,0	-27,3	-3,4	OK	OK	OK	OK	14,4	17,4
64	1001	beam	0,25	-610,600	3,430	3,700	14,21	14,21	-2,4	-27,8	-33,6	1,6	OK	OK	OK	OK	17,7	14,6
63	1001	beam	0,25	-622,700	5,167	3,075	14,21	14,21	-2,4	-28,9	-33,7	2,4	OK	OK	OK	OK	17,7	15,2
62	1001	beam	0,25	-635,900	-5,519	-3,150	14,21	14,21	-2,4	-34,4	-29,5	-2,6	OK	OK	OK	OK	15,5	18,1
61	1001	beam	0,25	-648,500	18,810	3,166	14,21	14,21	-2,5	-30,1	-35,0	8,7	OK	OK	OK	OK	18,4	15,9
60	1001	beam	0,25	-663,800	-15,010	-2,480	14,21	14,21	-2,5	-35,3	-31,4	-7,0	OK	OK	OK	OK	16,5	18,6
59	1001	beam	0,25	-677,600	10,860	2,489	14,21	14,21	-2,5	-32,1	-36,0	5,0	OK	OK	OK	OK	18,9	16,9
58	1001	beam	0,25	-693,300	-2,526	-0,932	14,21	14,21	-2,4	-35,6	-34,1	-1,2	OK	OK	OK	OK	18,0	18,7
57	1001	beam	0,25	-708,600	0,968	0,942	14,21	14,21	-2,5	-34,9	-36,3	0,4	OK	OK	OK	OK	19,1	18,4
56	1001	beam	0,25	-724,200	11,800	1,454	14,21	14,21	-2,6	-35,3	-37,5	5,5	OK	OK	OK	OK	19,7	18,6
55	1001	beam	0,25	-740,900	-9,679	-1,460	14,21	14,21	-2,7	-38,4	-36,1	-4,5	OK	OK	OK	OK	19,0	20,2
54	1001	beam	0,25	-756,400	19,140	3,223	14,21	14,21	-2,8	-35,5	-40,5	8,9	OK	OK	OK	OK	21,3	18,7
53	1001	beam	0,25	-773,800	-12,500	-3,259	14,21	14,21	-2,9	-41,4	-36,4	-5,8	OK	OK	OK	OK	19,1	21,8
52	1001	beam	0,25	-789,900	8,924	2,618	14,21	14,21	-2,9	-37,7	-41,7	4,1	OK	OK	OK	OK	22,0	19,8
51	1001	beam	0,25	-806,800	3,490	3,304	14,21	14,21	-3,0	-38,0	-43,1	1,6	OK	OK	OK	OK	22,7	20,0
50	1001	beam	0,25	-823,300	-2,602	-3,303	14,21	14,21	-3,1	-43,9	-38,8	-1,2	OK	OK	OK	OK	20,4	23,1
49	1001	beam	0,25	-839,100	20,270	6,605	14,21	14,21	-3,4	-37,0	-47,3	9,4	OK	OK	OK	OK	24,9	19,5
48	1001	beam	0,25	-855,500	-15,220	-6,614	14,21	14,21	-3,4	-48,1	-37,9	-7,1	OK	OK	OK	OK	19,9	25,3
47	1001	beam	0,25	-870,400	17,770	7,088	14,21	14,21	-3,5	-38,2	-49,2	8,3	OK	OK	OK	OK	25,9	20,1
46	1001	beam	0,25	-886,000	-7,687	-7,092	14,21	14,21	-3,6	-50,0	-39,0	-3,6	OK	OK	OK	OK	20,5	26,3
45	1001	beam	0,25	-900,100	5,283	6,658	14,21	14,21	-3,6	-40,1	-50,4	2,5	OK	OK	OK	OK	26,5	21,1
44	1001	beam	0,25	-913,900	10,270	8,575	14,21	14,21	-3,8	-39,3	-52,6	4,8	OK	OK	OK	OK	27,7	20,7
43	1001	beam	0,25	-927,100	-7,911	-8,589	14,21	14,21	-3,8	-53,3	-39,9	-3,7	OK	OK	OK	OK	21,0	28,0
42	1001	beam	0,25	-939,000	27,960	12,340	14,21	14,21	-4,2	-37,6	-56,8	13,0	OK	OK	OK	OK	29,9	19,8
41	1001	beam	0,25	-950,600	-19,880	-12,360	14,21	14,21	-4,2	-57,4	-38,2	-9,2	OK	OK	OK	OK	20,1	30,2
40	1001	beam	0,25	-960,400	15,040	11,470	14,21	14,21	-4,2	-39,4	-57,2	7,0	OK	OK	OK	OK	30,1	20,7
39	1001	beam	0,25	-969,600	-1,371	-11,470	14,21	14,21	-4,2	-57,6	-39,8	-0,6	OK	OK	OK	OK	21,0	30,3
38	1001	beam	0,25	-977,000	0,131	11,240	14,21	14,21	-4,2	-40,4	-57,8	0,1	OK	OK	OK	OK	30,4	21,3
37	1001	beam	0,25	-983,700	16,710	14,350	14,21	14,21	-4,5	-38,3	-60,6	7,8	OK	OK	OK	OK	31,9	20,2
36	1001	beam	0,25	-988,700	-11,400	-14,340	14,21	14,21	-4,5	-60,8	-38,6	-5,3	OK	OK	OK	OK	20,3	32,0

35	1001	beam	0,25	-992,300	4,749	12,750	14,21	14,21	-4,4	-40,0	-59,8	2,2	OK	OK	OK	OK	31,5	21,0
34	1001	beam	0,25	-992,900	-13,200	-12,750	14,21	14,21	-4,4	-59,8	-40,0	-6,1	OK	OK	OK	OK	21,1	31,5
33	1001	beam	0,25	-991,500	-16,540	-9,587	14,21	14,21	-4,1	-57,3	-42,4	-7,7	OK	OK	OK	OK	22,3	30,1
32	1001	beam	0,25	-987,400	-29,090	-5,642	14,21	14,21	-3,8	-54,0	-45,2	-13,5	OK	OK	OK	OK	23,8	28,4
31	1001	beam	0,25	-984,500	4,332	1,316	14,21	14,21	-3,5	-48,5	-50,5	2,0	OK	OK	OK	OK	26,6	25,5
30	1001	beam	0,25	-982,100	23,040	5,223	14,21	14,21	-3,8	-45,3	-53,4	10,7	OK	OK	OK	OK	28,1	23,8
29	1001	beam	0,25	-975,200	-28,090	-5,220	14,21	14,21	-3,8	-53,1	-45,0	-13,0	OK	OK	OK	OK	23,7	27,9
28	1001	beam	0,25	-968,300	1,292	1,490	14,21	14,21	-3,4	-47,5	-49,8	0,6	OK	OK	OK	OK	26,2	25,0
27	1001	beam	0,25	-962,500	29,560	5,882	14,21	14,21	-3,8	-43,8	-52,9	13,7	OK	OK	OK	OK	27,9	23,1
26	1001	beam	0,25	-954,000	-17,260	-5,881	14,21	14,21	-3,7	-52,5	-43,4	-8,0	OK	OK	OK	OK	22,8	27,6
25	1001	beam	0,25	-943,600	-7,301	-1,756	14,21	14,21	-3,4	-48,8	-46,1	-3,4	OK	OK	OK	OK	24,2	25,7
24	1001	beam	0,25	-934,300	19,930	4,773	14,21	14,21	-3,6	-43,2	-50,7	9,3	OK	OK	OK	OK	26,7	22,8
23	1001	beam	0,25	-924,000	4,309	5,801	14,21	14,21	-3,6	-41,9	-50,9	2,0	OK	OK	OK	OK	26,8	22,1
22	1001	beam	0,25	-909,900	-14,850	-5,787	14,21	14,21	-3,6	-50,2	-41,2	-6,9	OK	OK	OK	OK	21,7	26,4
21	1001	beam	0,25	-895,900	12,310	5,177	14,21	14,21	-3,5	-41,0	-49,0	5,7	OK	OK	OK	OK	25,8	21,6
20	1001	beam	0,25	-882,200	25,820	11,350	14,21	14,21	-3,9	-35,5	-53,1	12,0	OK	OK	OK	OK	28,0	18,7
19	1001	beam	0,25	-865,800	-22,330	-11,340	14,21	14,21	-3,9	-52,3	-34,7	-10,4	OK	OK	OK	OK	18,3	27,5
18	1001	beam	0,25	-849,800	0,579	6,146	14,21	14,21	-3,4	-37,9	-47,5	0,3	OK	OK	OK	OK	25,0	20,0
17	1001	beam	0,25	-835,100	21,660	11,320	14,21	14,21	-3,7	-33,2	-50,8	10,1	OK	OK	OK	OK	26,7	17,5
16	1001	beam	0,25	-816,500	-23,200	-11,320	14,21	14,21	-3,7	-49,8	-32,2	-10,8	OK	OK	OK	OK	17,0	26,2
15	1001	beam	0,25	-795,300	-16,810	-5,766	14,21	14,21	-3,2	-44,4	-35,5	-7,8	OK	OK	OK	OK	18,7	23,4
14	1001	beam	0,25	-774,900	3,427	2,567	14,21	14,21	-2,9	-37,0	-40,9	1,6	OK	OK	OK	OK	21,5	19,4
13	1001	beam	0,25	-752,100	-12,820	-2,565	14,21	14,21	-2,8	-39,8	-35,8	-6,0	OK	OK	OK	OK	18,8	20,9
12	1001	beam	0,25	-727,900	-32,090	-6,578	14,21	14,21	-3,0	-41,7	-31,5	-14,9	OK	OK	OK	OK	16,6	21,9
11	1001	beam	0,25	-707,000	-15,750	-9,572	14,21	14,21	-3,2	-43,0	-28,1	-7,3	OK	OK	OK	OK	14,8	22,6
10	1001	beam	0,25	-686,600	-0,241	-9,616	14,21	14,21	-3,1	-42,0	-27,0	-0,1	OK	OK	OK	OK	14,2	22,1
9	1001	beam	0,25	-663,800	-11,640	-11,820	14,21	14,21	-3,2	-42,5	-24,2	-5,4	OK	OK	OK	OK	12,7	22,4
8	1001	beam	0,25	-636,000	-33,000	-18,070	14,21	14,21	-3,6	-46,0	-17,9	-15,3	OK	OK	OK	OK	9,4	24,2
7	1001	beam	0,25	-609,500	-15,370	-20,980	14,21	14,21	-3,7	-46,9	-14,3	-7,1	OK	OK	OK	OK	7,6	24,7
6	1001	beam	0,25	-583,000	1,950	20,980	14,21	14,21	-3,6	-13,0	-45,6	0,9	OK	OK	OK	OK	24,0	6,9
5	1001	beam	0,25	-554,200	8,284	20,610	14,21	14,21	-3,5	-11,9	-43,8	3,8	OK	OK	OK	OK	23,1	6,2
4	1001	beam	0,25	-516,000	-12,930	-21,480	14,21	14,21	-3,4	-42,6	-9,3	-6,0	OK	OK	OK	OK	4,9	22,4
3	1001	beam	0,25	-477,700	11,100	21,470	14,21	14,21	-3,3	-7,3	-40,7	5,2	OK	OK	OK	OK	21,4	3,9

## CENTINE 2 IPN 180 - 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
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2										
118	1001	beam	0,25	-426,100	-33,470	-30,600	14,21	14,21	-4,3	-35,3	8,0	-15,5	OK	OK	OK	OK	4,2	18,6
117	1001	beam	0,25	-437,700	-7,714	-32,060	14,21	14,21	-4,5	-36,8	9,3	-3,6	OK	OK	OK	OK	4,9	19,4
116	1001	beam	0,25	-451,300	-19,150	-35,690	14,21	14,21	-5,0	-40,0	14,5	-8,9	OK	OK	OK	OK	7,7	21,1
115	1001	beam	0,25	-459,800	-8,310	-37,260	14,21	14,21	-5,3	-41,5	16,7	-3,9	OK	OK	OK	OK	8,8	21,8
114	1001	beam	0,25	-472,600	11,180	37,260	14,21	14,21	-5,3	15,0	-41,8	5,2	OK	OK	OK	OK	22,0	7,9
113	1001	beam	0,25	-492,100	29,890	35,150	14,21	14,21	-5,0	8,9	-40,6	13,9	OK	OK	OK	OK	21,4	4,7
112	1001	beam	0,25	-514,500	16,810	29,480	14,21	14,21	-4,4	-0,5	-37,0	7,8	OK	OK	OK	OK	19,5	0,2
111	1001	beam	0,25	-533,000	11,570	26,300	14,21	14,21	-4,1	-4,3	-35,5	5,4	OK	OK	OK	OK	18,7	2,3
110	1001	beam	0,25	-550,300	32,010	24,110	14,21	14,21	-4,0	-6,5	-34,8	14,9	OK	OK	OK	OK	18,3	3,4
109	1001	beam	0,25	-570,400	53,220	18,050	14,21	14,21	-3,5	-10,8	-32,0	24,7	OK	OK	OK	OK	16,8	5,7
108	1001	beam	0,25	-602,000	15,890	7,968	14,21	14,21	-2,8	-17,9	-27,3	7,4	OK	OK	OK	OK	14,4	9,4
107	1001	beam	0,25	-628,600	4,706	4,172	14,21	14,21	-2,6	-21,1	-26,0	2,2	OK	OK	OK	OK	13,7	11,1
106	1001	beam	0,25	-653,200	22,770	3,045	14,21	14,21	-2,6	-22,7	-26,3	10,6	OK	OK	OK	OK	13,8	12,0
105	1001	beam	0,25	-678,200	29,050	9,347	14,21	14,21	-3,2	-20,0	-30,9	13,5	OK	OK	OK	OK	16,3	10,5
104	1001	beam	0,25	-699,900	-7,486	-9,348	14,21	14,21	-3,3	-31,7	-20,8	-3,5	OK	OK	OK	OK	10,9	16,7
103	1001	beam	0,25	-718,500	9,173	9,751	14,21	14,21	-3,4	-21,2	-32,7	4,3	OK	OK	OK	OK	17,2	11,2
102	1001	beam	0,25	-735,900	26,960	16,200	14,21	14,21	-4,0	-18,1	-37,1	12,5	OK	OK	OK	OK	19,5	9,5
101	1001	beam	0,25	-749,400	-16,520	-16,200	14,21	14,21	-4,0	-37,6	-18,6	-7,7	OK	OK	OK	OK	9,8	19,8
100	1001	beam	0,25	-760,500	-8,985	-12,250	14,21	14,21	-3,7	-35,7	-21,3	-4,2	OK	OK	OK	OK	11,2	18,8
99	1001	beam	0,25	-769,200	8,747	12,190	14,21	14,21	-3,8	-21,7	-36,0	4,1	OK	OK	OK	OK	19,0	11,4
98	1001	beam	0,25	-775,500	-10,800	-12,190	14,21	14,21	-3,8	-36,3	-21,9	-5,0	OK	OK	OK	OK	11,5	19,1
97	1001	beam	0,25	-782,000	-24,400	-9,615	14,21	14,21	-3,6	-35,0	-23,7	-11,3	OK	OK	OK	OK	12,5	18,4
96	1001	beam	0,25	-789,100	-3,613	-3,780	14,21	14,21	-3,1	-31,8	-27,4	-1,7	OK	OK	OK	OK	14,4	16,8
95	1001	beam	0,25	-794,600	4,508	3,994	14,21	14,21	-3,2	-27,5	-32,2	2,1	OK	OK	OK	OK	16,9	14,5
94	1001	beam	0,25	-800,900	-30,800	-3,995	14,21	14,21	-3,2	-32,4	-27,7	-14,3	OK	OK	OK	OK	14,6	17,1
93	1001	beam	0,25	-805,500	-7,010	-5,049	14,21	14,21	-3,3	-33,2	-27,3	-3,3	OK	OK	OK	OK	14,3	17,5
92	1001	beam	0,25	-804,000	17,750	5,048	14,21	14,21	-3,3	-27,2	-33,1	8,2	OK	OK	OK	OK	17,4	14,3
91	1001	beam	0,25	-804,300	-23,250	-6,361	14,21	14,21	-3,4	-33,9	-26,4	-10,8	OK	OK	OK	OK	13,9	17,8
90	1001	beam	0,25	-802,500	-6,141	-7,829	14,21	14,21	-3,5	-34,7	-25,5	-2,9	OK	OK	OK	OK	13,4	18,3
89	1001	beam	0,25	-795,300	19,160	7,827	14,21	14,21	-3,5	-25,2	-34,4	8,9	OK	OK	OK	OK	18,1	13,3
88	1001	beam	0,25	-788,600	7,451	3,245	14,21	14,21	-3,1	-27,7	-31,5	3,5	OK	OK	OK	OK	16,6	14,6
87	1001	beam	0,25	-781,300	8,094	1,466	14,21	14,21	-2,9	-28,5	-30,2	3,8	OK	OK	OK	OK	15,9	15,0
86	1001	beam	0,25	-775,100	-6,263	-1,029	14,21	14,21	-2,9	-29,7	-28,5	-2,9	OK	OK	OK	OK	15,0	15,6
85	1001	beam	0,25	-766,800	9,328	1,205	14,21	14,21	-2,8	-28,1	-29,5	4,3	OK	OK	OK	OK	15,5	14,8
84	1001	beam	0,25	-762,800	-14,940	-1,576	14,21	14,21	-2,9	-29,5	-27,7	-6,9	OK	OK	OK	OK	14,6	15,6
83	1001	beam	0,25	-756,800	1,003	1,574	14,21	14,21	-2,8	-27,5	-29,3	0,5	OK	OK	OK	OK	15,4	14,5
82	1001	beam	0,25	-750,900	0,229	1,393	14,21	14,21	-2,8	-27,4	-29,0	0,1	OK	OK	OK	OK	15,3	14,4
81	1001	beam	0,25	-745,900	-10,790	-3,360	14,21	14,21	-2,9	-30,0	-26,0	-5,0	OK	OK	OK	OK	13,7	15,8
80	1001	beam	0,25	-739,600	15,250	3,361	14,21	14,21	-2,9	-25,8	-29,7	7,1	OK	OK	OK	OK	15,6	13,6

79	1001	beam	0,25	-735,800	-20,790	-4,393	14,21	14,21	-3,0	-30,2	-25,0	-9,7	OK	OK	OK	OK	13,2	15,9
78	1001	beam	0,25	-731,400	8,458	4,394	14,21	14,21	-3,0	-24,9	-30,0	3,9	OK	OK	OK	OK	15,8	13,1
77	1001	beam	0,25	-728,300	-8,199	-4,346	14,21	14,21	-3,0	-29,9	-24,8	-3,8	OK	OK	OK	OK	13,0	15,7
76	1001	beam	0,25	-725,600	-2,109	-4,738	14,21	14,21	-3,0	-30,0	-24,4	-1,0	OK	OK	OK	OK	12,9	15,8
75	1001	beam	0,25	-723,300	6,971	4,740	14,21	14,21	-3,0	-24,4	-29,9	3,2	OK	OK	OK	OK	15,7	12,8
74	1001	beam	0,25	-722,700	-12,310	-5,738	14,21	14,21	-3,1	-30,5	-23,7	-5,7	OK	OK	OK	OK	12,5	16,0
73	1001	beam	0,25	-721,800	16,350	5,737	14,21	14,21	-3,1	-23,7	-30,5	7,6	OK	OK	OK	OK	16,0	12,5
72	1001	beam	0,25	-723,400	-15,980	-5,667	14,21	14,21	-3,1	-30,5	-23,8	-7,4	OK	OK	OK	OK	12,5	16,0
71	1001	beam	0,25	-725,300	6,551	5,667	14,21	14,21	-3,1	-23,9	-30,5	3,0	OK	OK	OK	OK	16,1	12,6
70	1001	beam	0,25	-728,300	-0,762	-4,589	14,21	14,21	-3,0	-30,0	-24,6	-0,4	OK	OK	OK	OK	13,0	15,8
69	1001	beam	0,25	-732,500	-3,975	-5,332	14,21	14,21	-3,1	-30,6	-24,4	-1,8	OK	OK	OK	OK	12,8	16,1
68	1001	beam	0,25	-737,100	14,610	5,332	14,21	14,21	-3,1	-24,5	-30,8	6,8	OK	OK	OK	OK	16,2	12,9
67	1001	beam	0,25	-743,800	-14,310	-5,279	14,21	14,21	-3,1	-31,0	-24,8	-6,6	OK	OK	OK	OK	13,1	16,3
66	1001	beam	0,25	-750,500	15,020	5,277	14,21	14,21	-3,1	-25,1	-31,3	7,0	OK	OK	OK	OK	16,5	13,2
65	1001	beam	0,25	-759,100	-9,166	-4,186	14,21	14,21	-3,1	-30,9	-26,0	-4,3	OK	OK	OK	OK	13,7	16,3
64	1001	beam	0,25	-768,200	4,514	4,185	14,21	14,21	-3,1	-26,4	-31,3	2,1	OK	OK	OK	OK	16,5	13,9
63	1001	beam	0,25	-778,100	6,620	3,347	14,21	14,21	-3,1	-27,2	-31,2	3,1	OK	OK	OK	OK	16,4	14,3
62	1001	beam	0,25	-789,200	-6,654	-3,355	14,21	14,21	-3,1	-31,6	-27,6	-3,1	OK	OK	OK	OK	14,5	16,6
61	1001	beam	0,25	-800,000	23,390	3,354	14,21	14,21	-3,1	-28,0	-32,0	10,9	OK	OK	OK	OK	16,8	14,8
60	1001	beam	0,25	-813,200	-17,980	-2,349	14,21	14,21	-3,1	-31,9	-29,1	-8,4	OK	OK	OK	OK	15,3	16,8
59	1001	beam	0,25	-825,900	13,740	2,351	14,21	14,21	-3,1	-29,6	-32,4	6,4	OK	OK	OK	OK	17,0	15,6
58	1001	beam	0,25	-839,800	-2,523	-0,265	14,21	14,21	-3,0	-31,7	-31,4	-1,2	OK	OK	OK	OK	16,5	16,7
57	1001	beam	0,25	-853,800	1,741	0,270	14,21	14,21	-3,1	-31,9	-32,2	0,8	OK	OK	OK	OK	16,9	16,8
56	1001	beam	0,25	-868,000	14,870	2,821	14,21	14,21	-3,3	-30,9	-34,2	6,9	OK	OK	OK	OK	18,0	16,3
55	1001	beam	0,25	-883,100	-10,870	-2,818	14,21	14,21	-3,4	-34,8	-31,5	-5,0	OK	OK	OK	OK	16,6	18,3
54	1001	beam	0,25	-897,700	23,550	5,172	14,21	14,21	-3,6	-30,6	-36,7	10,9	OK	OK	OK	OK	19,3	16,1
53	1001	beam	0,25	-913,400	-14,040	-5,172	14,21	14,21	-3,7	-37,3	-31,2	-6,5	OK	OK	OK	OK	16,4	19,6
52	1001	beam	0,25	-928,300	10,880	4,583	14,21	14,21	-3,7	-32,1	-37,5	5,1	OK	OK	OK	OK	19,7	16,9
51	1001	beam	0,25	-943,700	4,317	5,384	14,21	14,21	-3,8	-32,2	-38,6	2,0	OK	OK	OK	OK	20,3	17,0
50	1001	beam	0,25	-958,500	-2,812	-5,381	14,21	14,21	-3,9	-39,1	-32,8	-1,3	OK	OK	OK	OK	17,3	20,6
49	1001	beam	0,25	-973,100	23,820	9,291	14,21	14,21	-4,2	-31,1	-42,0	11,1	OK	OK	OK	OK	22,1	16,3
48	1001	beam	0,25	-987,500	-17,000	-9,288	14,21	14,21	-4,3	-42,5	-31,6	-7,9	OK	OK	OK	OK	16,6	22,4
47	1001	beam	0,25	-1001,000	20,900	10,010	14,21	14,21	-4,4	-31,7	-43,4	9,7	OK	OK	OK	OK	22,9	16,7
46	1001	beam	0,25	-1015,000	-8,265	-10,010	14,21	14,21	-4,5	-44,0	-32,2	-3,8	OK	OK	OK	OK	17,0	23,1
45	1001	beam	0,25	-1027,000	6,441	9,670	14,21	14,21	-4,5	-32,9	-44,2	3,0	OK	OK	OK	OK	23,3	17,3
44	1001	beam	0,25	-1039,000	11,950	11,890	14,21	14,21	-4,7	-32,0	-46,0	5,6	OK	OK	OK	OK	24,2	16,8
43	1001	beam	0,25	-1050,000	-8,836	-11,890	14,21	14,21	-4,7	-46,4	-32,4	-4,1	OK	OK	OK	OK	17,1	24,4
42	1001	beam	0,25	-1060,000	31,410	16,100	14,21	14,21	-5,1	-30,3	-49,2	14,6	OK	OK	OK	OK	25,9	16,0
41	1001	beam	0,25	-1069,000	-22,720	-16,100	14,21	14,21	-5,1	-49,6	-30,7	-10,6	OK	OK	OK	OK	16,1	26,1
40	1001	beam	0,25	-1076,000	16,030	14,850	14,21	14,21	-5,1	-31,7	-49,1	7,4	OK	OK	OK	OK	25,8	16,7
39	1001	beam	0,25	-1082,000	-2,298	-14,850	14,21	14,21	-5,1	-49,3	-31,9	-1,1	OK	OK	OK	OK	16,8	26,0
38	1001	beam	0,25	-1086,000	-0,763	-14,420	14,21	14,21	-5,1	-49,2	-32,3	-0,4	OK	OK	OK	OK	17,0	25,9
37	1001	beam	0,25	-1090,000	17,560	17,540	14,21	14,21	-5,3	-30,6	-51,2	8,2	OK	OK	OK	OK	26,9	16,1
36	1001	beam	0,25	-1090,000	-14,040	-17,540	14,21	14,21	-5,3	-51,2	-30,6	-6,5	OK	OK	OK	OK	16,1	26,9

35	1001	beam	0,25	-1089,000	3,896	15,120	14,21	14,21	-5,1	-32,0	-49,7	1,8	OK	OK	OK	OK	26,2	16,8
34	1001	beam	0,25	-1084,000	-15,540	-15,110	14,21	14,21	-5,1	-49,5	-31,8	-7,2	OK	OK	OK	OK	16,7	26,1
33	1001	beam	0,25	-1076,000	-18,910	-11,400	14,21	14,21	-4,8	-47,1	-33,7	-8,8	OK	OK	OK	OK	17,7	24,8
32	1001	beam	0,25	-1066,000	-31,720	-6,885	14,21	14,21	-4,4	-44,0	-36,0	-14,7	OK	OK	OK	OK	18,9	23,2
31	1001	beam	0,25	-1058,000	5,285	0,696	14,21	14,21	-3,8	-39,3	-40,1	2,5	OK	OK	OK	OK	21,1	20,7
30	1001	beam	0,25	-1050,000	26,060	6,792	14,21	14,21	-4,3	-35,4	-43,4	12,1	OK	OK	OK	OK	22,8	18,6
29	1001	beam	0,25	-1036,000	-27,470	-6,791	14,21	14,21	-4,3	-42,9	-34,9	-12,8	OK	OK	OK	OK	18,4	22,6
28	1001	beam	0,25	-1024,000	4,930	1,405	14,21	14,21	-3,8	-37,6	-39,2	2,3	OK	OK	OK	OK	20,7	19,8
27	1001	beam	0,25	-1014,000	36,030	10,020	14,21	14,21	-4,4	-32,2	-43,9	16,7	OK	OK	OK	OK	23,1	16,9
26	1001	beam	0,25	-1001,000	-12,170	-10,020	14,21	14,21	-4,4	-43,4	-31,7	-5,7	OK	OK	OK	OK	16,7	22,9
25	1001	beam	0,25	-987,700	-0,904	-7,113	14,21	14,21	-4,1	-41,2	-32,9	-0,4	OK	OK	OK	OK	17,3	21,7
24	1001	beam	0,25	-978,100	27,530	13,480	14,21	14,21	-4,6	-28,8	-44,6	12,8	OK	OK	OK	OK	23,5	15,2
23	1001	beam	0,25	-970,200	9,164	15,660	14,21	14,21	-4,8	-27,2	-45,6	4,3	OK	OK	OK	OK	24,0	14,3
22	1001	beam	0,25	-959,000	-14,810	-15,660	14,21	14,21	-4,7	-45,2	-26,8	-6,9	OK	OK	OK	OK	14,1	23,8
21	1001	beam	0,25	-948,500	9,438	14,380	14,21	14,21	-4,6	-27,1	-44,0	4,4	OK	OK	OK	OK	23,2	14,3
20	1001	beam	0,25	-937,800	19,920	19,140	14,21	14,21	-4,9	-24,0	-46,4	9,3	OK	OK	OK	OK	24,4	12,6
19	1001	beam	0,25	-920,000	-33,770	-19,140	14,21	14,21	-4,9	-45,8	-23,3	-15,7	OK	OK	OK	OK	12,3	24,1
18	1001	beam	0,25	-902,200	-9,659	-11,070	14,21	14,21	-4,1	-40,3	-27,4	-4,5	OK	OK	OK	OK	14,4	21,2
17	1001	beam	0,25	-885,200	13,770	12,050	14,21	14,21	-4,2	-26,1	-40,3	6,4	OK	OK	OK	OK	21,2	13,8
16	1001	beam	0,25	-862,400	-32,180	-12,050	14,21	14,21	-4,1	-39,4	-25,3	-14,9	OK	OK	OK	OK	13,3	20,8
15	1001	beam	0,25	-839,000	-23,620	-4,364	14,21	14,21	-3,4	-34,0	-28,9	-11,0	OK	OK	OK	OK	15,2	17,9
14	1001	beam	0,25	-817,300	0,023	1,281	14,21	14,21	-3,0	-29,9	-31,4	0,0	OK	OK	OK	OK	16,5	15,7
13	1001	beam	0,25	-792,700	-13,830	-4,577	14,21	14,21	-3,2	-32,4	-27,1	-6,4	OK	OK	OK	OK	14,2	17,1
12	1001	beam	0,25	-770,200	-35,960	-11,390	14,21	14,21	-3,7	-35,6	-22,2	-16,7	OK	OK	OK	OK	11,7	18,7
11	1001	beam	0,25	-750,700	-18,780	-14,940	14,21	14,21	-3,9	-36,9	-19,4	-8,7	OK	OK	OK	OK	10,2	19,4
10	1001	beam	0,25	-731,500	0,522	14,940	14,21	14,21	-3,8	-18,7	-36,2	0,2	OK	OK	OK	OK	19,1	9,8
9	1001	beam	0,25	-709,100	-8,657	-16,480	14,21	14,21	-3,9	-36,3	-16,9	-4,0	OK	OK	OK	OK	8,9	19,1
8	1001	beam	0,25	-681,400	-28,760	-21,930	14,21	14,21	-4,2	-38,4	-12,7	-13,4	OK	OK	OK	OK	6,7	20,2
7	1001	beam	0,25	-656,800	-7,905	-23,430	14,21	14,21	-4,3	-38,4	-10,9	-3,7	OK	OK	OK	OK	5,7	20,2
6	1001	beam	0,25	-633,000	11,650	23,430	14,21	14,21	-4,2	-10,0	-37,5	5,4	OK	OK	OK	OK	19,7	5,3
5	1001	beam	0,25	-607,500	17,890	21,230	14,21	14,21	-3,9	-10,3	-35,3	8,3	OK	OK	OK	OK	18,6	5,4
4	1001	beam	0,25	-572,000	-7,214	-19,210	14,21	14,21	-3,6	-32,7	-10,2	-3,4	OK	OK	OK	OK	5,4	17,2
3	1001	beam	0,25	-538,400	15,000	19,210	14,21	14,21	-3,5	-8,9	-31,5	7,0	OK	OK	OK	OK	16,6	4,7

B2r - TIME - LT

INPUT PLAXIS		Intradoso		Estradoso		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 fless	$\sigma_{sr}$ [Mpa]	Ac eff [cm2]	pas. [cm]	Srm [cm]	$\epsilon_{sm}$	Wk [mm]	T	CLS	As	As'	Fessurazione	%estra	%intra
AR	149	1.00	-111,027	81,896	28,968	22,62	22,62	-0,3	0,7	-3,6	101,5	518,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,4	0,3
AR	150	0.99	-100,770	71,445	11,027	22,62	22,62	-0,2	-0,7	-2,2	88,8	513,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,9	0,3
AR	151	1.00	-95,559	58,906	-4,478	22,62	22,62	-0,1	-1,6	-1,0	72,8	517,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,4	0,6
AR	152	1.00	-90,797	46,110	-17,500	22,62	22,62	-0,2	-2,5	-0,1	56,8	519,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,0	1,0
AR	153	1.01	-89,043	31,647	-27,659	22,62	22,62	-0,2	-3,3	1,3	38,8	524,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,5	1,3
AR	154	0.99	-87,705	17,725	-32,783	22,62	22,62	-0,3	-4,0	2,8	22,0	511,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,1	1,6
AR	155	1.00	-88,070	2,766	-36,783	22,62	22,62	-0,3	-4,4	4,0	3,4	516,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,6	1,7
AR	156	1.00	-91,430	-11,824	-36,941	22,62	22,62	-0,3	-4,4	3,7	-14,6	519,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,5	1,7
AR	157	0.99	-96,374	-27,315	-32,342	22,62	22,62	-0,3	-3,9	2,1	-34,0	509,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,8	1,5
AR	158	1.00	-106,319	-44,361	-26,216	22,62	22,62	-0,2	-3,3	0,5	-54,6	523,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	1,3
AR	159	1.00	-116,220	-59,585	-15,740	22,62	22,62	-0,2	-2,7	-0,6	-73,9	518,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	1,1
AR	160	0.99	-128,116	-75,784	-1,758	22,62	22,62	-0,1	-1,9	-1,7	-94,4	516,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,7	0,8
AR	161	1.00	-145,470	-92,300	14,999	22,62	22,62	-0,2	-1,0	-3,1	-114,0	528,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,2	0,4
AR	162	0.99	-162,607	-108,012	34,686	22,62	22,62	-0,3	0,2	-4,7	-134,5	523,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,8	0,1
AR	163	1.00	-184,262	-123,804	58,380	22,62	22,62	-0,5	3,1	-7,1	-153,6	531,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,8	1,2
AR	164	1.00	-210,528	-138,665	85,829	22,62	22,62	-0,8	8,8	-10,2	-170,7	543,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,0	3,5
AR	165	0.99	-236,907	-152,149	111,884	22,62	22,62	-1,1	16,2	-13,5	-189,7	536,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,3	6,3
AR	166	1.00	-274,612	-166,306	146,528	22,62	22,62	-1,4	25,0	-17,4	-205,0	564,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,8	9,8
AR	167	1.00	-309,498	-174,943	179,991	22,62	22,62	-1,7	34,9	-21,4	-216,1	559,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,4	13,7
AR	168	0.99	-338,233	-186,004	209,625	22,62	22,62	-2,0	44,6	-25,0	-231,1	559,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,8	17,5
AR	169	1.01	-393,934	-192,180	255,387	22,62	22,62	-2,4	55,4	-29,8	-235,6	583,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,7	21,7
AR	170	1.00	-420,858	-202,025	287,946	22,62	22,62	-2,8	67,0	-33,7	-249,0	583,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,2	26,3
AR	171	1.00	-468,103	-204,460	321,853	22,62	22,62	-3,1	75,8	-37,8	-252,8	588,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,8	29,7
AR	172	0.99	-498,056	-208,635	352,603	22,62	22,62	-3,5	86,5	-41,7	-259,3	589,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,3	33,9
PIEDRITTO	24	0.88	-1349,156	-74,099	32,215	22,62	22,62	-1,5	-17,1	-21,6	-93,5	734,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,5	6,7
PIEDRITTO	23	0.97	-1341,416	-77,018	31,153	22,62	22,62	-1,5	-17,1	-21,5	-97,7	727,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,4	6,7
PIEDRITTO	22	0.97	-1329,233	-70,997	31,558	22,62	22,62	-1,5	-17,0	-21,5	-90,7	716,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,4	6,7
PIEDRITTO	21	0.96	-1325,922	-60,253	33,582	22,62	22,62	-1,5	-16,9	-21,8	-77,4	709,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,5	6,6
PIEDRITTO	20	0.95	-1308,954	-49,934	32,308	22,62	22,62	-1,5	-16,9	-21,7	-65,0	691,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,5	6,6
PIEDRITTO	19	0.95	-1308,109	-29,565	33,294	22,62	22,62	-1,5	-16,9	-21,8	-38,6	688,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,6	6,6
PIEDRITTO	18	0.94	-1289,682	-19,238	34,701	22,62	22,62	-1,5	-16,6	-21,8	-25,3	678,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,6	6,5
PIEDRITTO	17	0.93	-1265,772	0,422	34,569	22,62	22,62	-1,5	-16,4	-21,6	0,6	665,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,5	6,4
PIEDRITTO	16	0.94	-1259,587	24,603	33,294	22,62	22,62	-1,5	-16,3	-21,4	32,5	668,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,4	6,4
PIEDRITTO	15	0.95	-1260,015	48,180	33,090	22,62	22,62	-1,4	-16,1	-21,0	62,4	687,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,2	6,3
PIEDRITTO	14	0.94	-1222,314	66,242	30,505	22,62	22,62	-1,4	-15,9	-20,5	86,9	667,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,0	6,2
PIEDRITTO	13	0.96	-1227,211	92,177	25,165	22,62	22,62	-1,3	-16,1	-19,7	118,4	691,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,7	6,3
PIEDRITTO	12	0.97	-1211,702	115,203	16,760	22,62	22,62	-1,3	-16,3	-18,6	146,1	702,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,3	6,4
PIEDRITTO	11	0.98	-1187,507	134,538	7,969	22,62	22,62	-1,2	-16,5	-17,6	169,9	702,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,9	6,5
PIEDRITTO	10	1.00	-1184,274	160,421	-3,825	22,62	22,62	-1,1	-16,8	-16,3	197,4	731,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,4	6,6
PIEDRITTO	9	1.01	-1159,636	179,481	-16,371	22,62	22,62	-1,2	-17,2	-15,0	219,2	735,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,9	6,7
PIEDRITTO	8	1.04	-1147,904	197,499	-29,768	22,62	22,62	-1,2	-17,4	-13,7	234,4	767,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,4	6,8
PIEDRITTO	7	1.05	-1109,321	212,694	-44,351	22,62	22,62	-1,2	-17,6	-12,1	249,9	773,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,8	6,9
PIEDRITTO	6	1.07	-1087,555	226,402	-61,769	22,62	22,62	-1,2	-18,0	-10,6	260,4	795,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,2	7,0
PIEDRITTO	5	1.11	-1067,476	238,462	-79,322	22,62	22,62	-1,2	-18,1	-9,2	265,9	832,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,6	7,1
PIEDRITTO	4	1.13	-1039,081	246,821	-96,718	22,62	22,62	-1,3	-18,2	-7,7	269,0	858,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,0	7,1
PIEDRITTO	3	1.15	-999,465	254,164	-114,116	22,62	22,62	-1,3	-18,3	-6,3	272,7	872,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,5	7,2
PIEDRITTO	2	1.19	-981,320	258,684	-137,234	22,62	22,62	-1,3	-18,5	-4,9	268,6	917,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,9	7,3
PIEDRITTO	1	1.23	-954,921	260,034	-159,192	22,62	22,62	-1,3	-18,5	-3,6	261,2	963,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,4	7,3
PIEDRITTO	24	0.98	-1031,078	0,921	-109,070	22,62	22,62	-1,6	-22,4	-7,1	1,2	675,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,8	8,8
PIEDRITTO	23	0.97	-1037,067	9,924	-120,116	22,62	22,62	-1,7	-23,4	-6,4	12,6	671,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,5	9,2
PIEDRITTO	22	0.97	-1025,655	12,062	-131,580	22,62	22,62	-1,7	-24,3	-5,4	15,4	661,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,1	9,5
PIEDRITTO	21	0.95	-1021,224	18,426	-139,171	22,62	22,62	-1,8	-25,2	-4,8	23,9	644,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,9	9,9

PIEDRITTO	20	0,95	-1016,492	16,725	-150,919	22,62	22,62	-1,9	-26,2	-3,8	21,8	639,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,5	10,3
PIEDRITTO	19	0,95	-1039,639	15,749	-159,688	22,62	22,62	-1,9	-27,2	-3,5	20,5	640,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,4	10,7
PIEDRITTO	18	0,95	-1037,020	19,623	-163,167	22,62	22,62	-2,0	-27,4	-3,2	25,5	643,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,3	10,7
PIEDRITTO	17	0,93	-1026,594	24,926	-157,502	22,62	22,62	-2,0	-27,4	-3,4	33,0	622,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,3	10,8
PIEDRITTO	16	0,94	-1043,565	25,561	-161,379	22,62	22,62	-2,0	-27,8	-3,4	33,7	629,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,3	10,9
PIEDRITTO	15	0,95	-1061,650	27,980	-161,831	22,62	22,62	-2,0	-27,5	-3,7	36,2	651,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,5	10,8
PIEDRITTO	14	0,94	-1055,555	34,052	-147,378	22,62	22,62	-1,9	-26,7	-4,6	44,7	637,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,8	10,5
PIEDRITTO	13	0,96	-1081,415	34,935	-147,541	22,62	22,62	-1,9	-26,4	-5,1	44,9	664,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,0	10,4
PIEDRITTO	12	0,97	-1109,792	37,747	-139,219	22,62	22,62	-1,8	-25,8	-6,1	47,9	683,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,4	10,1
PIEDRITTO	11	0,98	-1116,291	39,084	-124,127	22,62	22,62	-1,7	-24,7	-7,3	49,3	689,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,9	9,7
PIEDRITTO	10	1,00	-1146,161	35,993	-118,917	22,62	22,62	-1,7	-24,0	-8,1	44,3	724,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,2	9,4
PIEDRITTO	9	1,01	-1171,616	32,883	-103,980	22,62	22,62	-1,6	-23,2	-9,4	40,2	738,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,7	9,1
PIEDRITTO	8	1,04	-1200,185	27,579	-90,640	22,62	22,62	-1,5	-22,0	-10,5	32,7	778,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,1	8,6
PIEDRITTO	7	1,05	-1209,104	20,626	-74,377	22,62	22,62	-1,4	-20,8	-11,6	24,2	793,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,6	8,2
PIEDRITTO	6	1,07	-1232,020	11,401	-58,996	22,62	22,62	-1,3	-19,7	-12,7	13,1	825,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,0	7,7
PIEDRITTO	5	1,11	-1256,286	4,229	-40,835	22,62	22,62	-1,2	-18,3	-13,7	4,7	872,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,4	7,2
PIEDRITTO	4	1,13	-1269,549	-5,546	-20,686	22,62	22,62	-1,1	-17,0	-14,7	-6,0	908,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,8	6,7
PIEDRITTO	3	1,15	-1269,260	-16,770	-1,819	22,62	22,62	-1,0	-15,7	-15,5	-18,0	930,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,1	6,2
PIEDRITTO	2	1,19	-1282,084	-27,128	17,142	22,62	22,62	-1,1	-14,4	-16,2	-28,2	984,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,3	5,7
PIEDRITTO	1	1,23	-1293,819	-35,887	39,085	22,62	22,62	-1,1	-13,1	-16,8	-36,0	1042,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,6	5,1
CALOTTA	439	0,98	-1346,921	-85,463	31,600	22,62	22,62	-1,5	-17,1	-21,5	-107,6	736,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,4	6,7
CALOTTA	440	0,98	-1352,145	-80,022	34,381	22,62	22,62	-1,5	-16,9	-21,7	-100,7	737,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,5	6,6
CALOTTA	441	0,97	-1339,479	-79,668	36,548	22,62	22,62	-1,5	-16,7	-21,9	-101,1	726,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,6	6,6
CALOTTA	442	0,98	-1353,033	-66,069	39,608	22,62	22,62	-1,5	-16,6	-22,1	-82,9	740,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,7	6,5
CALOTTA	443	0,97	-1337,411	-72,750	45,585	22,62	22,62	-1,5	-16,1	-22,6	-92,7	721,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,9	6,3
CALOTTA	444	0,97	-1342,439	-61,773	52,298	22,62	22,62	-1,6	-15,7	-23,1	-78,7	721,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,1	6,2
CALOTTA	445	0,95	-1323,208	-66,431	56,613	22,62	22,62	-1,6	-15,3	-23,6	-85,9	701,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,2	6,0
CALOTTA	446	0,95	-1312,066	-62,977	61,158	22,62	22,62	-1,6	-14,8	-23,9	-82,0	691,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,4	5,8
CALOTTA	447	0,95	-1314,658	-51,932	67,457	22,62	22,62	-1,7	-14,4	-24,4	-67,5	694,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,6	5,6
CALOTTA	448	0,94	-1291,120	-56,792	70,678	22,62	22,62	-1,7	-13,9	-24,6	-74,9	675,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,7	5,5
CALOTTA	449	0,94	-1288,333	-45,325	75,948	22,62	22,62	-1,7	-13,5	-24,9	-59,5	678,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,8	5,3
CALOTTA	450	0,93	-1266,297	-49,654	78,106	22,62	22,62	-1,7	-13,1	-25,1	-66,2	659,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,9	5,1
CALOTTA	451	0,93	-1252,976	-48,295	82,013	22,62	22,62	-1,8	-12,6	-25,2	-64,4	657,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,9	4,9
CALOTTA	452	0,92	-1237,417	-41,999	84,535	22,62	22,62	-1,8	-12,2	-25,4	-56,5	645,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,0	4,8
CALOTTA	453	0,92	-1227,202	-39,336	89,075	22,62	22,62	-1,8	-11,7	-25,7	-53,0	641,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,1	4,6
CALOTTA	454	0,91	-1211,310	-35,376	90,812	22,62	22,62	-1,8	-11,3	-25,7	-47,8	635,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,1	4,4
CALOTTA	455	0,91	-1193,880	-30,362	93,063	22,62	22,62	-1,8	-10,9	-25,8	-41,3	626,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,1	4,3
CALOTTA	456	0,91	-1181,150	-38,934	95,812	22,62	22,62	-1,8	-10,5	-25,8	-53,0	623,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,1	4,1
CALOTTA	457	0,90	-1162,744	-32,980	95,594	22,62	22,62	-1,8	-10,3	-25,8	-45,2	612,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,1	4,0
CALOTTA	458	0,90	-1154,837	-30,166	97,986	22,62	22,62	-1,8	-9,9	-25,7	-41,2	614,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,1	3,9
CALOTTA	459	0,90	-1133,019	-35,905	96,813	22,62	22,62	-1,8	-9,7	-25,5	-49,5	602,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,0	3,8
CALOTTA	460	0,90	-1126,394	-20,942	98,591	22,62	22,62	-1,8	-9,5	-25,5	-28,8	604,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,0	3,7
CALOTTA	461	0,90	-1109,615	-27,505	96,308	22,62	22,62	-1,8	-9,4	-25,1	-37,9	598,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,9	3,7
CALOTTA	462	0,90	-1092,839	-22,923	94,617	22,62	22,62	-1,7	-9,3	-24,8	-31,6	595,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,7	3,6
CALOTTA	463	0,90	-1079,596	-18,749	93,553	22,62	22,62	-1,7	-9,2	-24,4	-25,8	594,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,6	3,6
CALOTTA	464	0,90	-1073,677	-13,831	91,798	22,62	22,62	-1,7	-9,2	-24,2	-19,0	592,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,5	3,6
CALOTTA	465	0,90	-1060,931	-9,678	88,862	22,62	22,62	-1,7	-9,3	-23,8	-13,3	589,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,3	3,6
CALOTTA	466	0,90	-1056,867	-5,153	86,797	22,62	22,62	-1,6	-9,3	-23,5	-7,1	592,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,2	3,7
CALOTTA	467	0,90	-1047,641	-11,597	83,965	22,62	22,62	-1,6	-9,4	-23,1	-16,0	589,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,1	3,7
CALOTTA	468	0,90	-1043,183	-7,133	80,349	22,62	22,62	-1,6	-9,6	-22,6	-9,7	594,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,9	3,8
CALOTTA	469	0,90	-1027,615	6,107	73,487	22,62	22,62	-1,5	-10,0	-21,9	8,4	586,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,6	3,9
CALOTTA	470	0,91	-1030,632	-8,967	70,471	22,62	22,62	-1,5	-10,2	-21,4	-12,2	600,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,4	4,0
CALOTTA	471	0,91	-1021,444	3,565	62,957	22,62	22,62	-1,4	-10,7	-20,8	4,9	594,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,1	4,2
CALOTTA	472	0,91	-1017,532	7,136	56,506	22,62	22,62	-1,4	-11,1	-20,1	9,7	597,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,9	4,4
CALOTTA	473	0,91	-1012,416	10,025	48,271	22,62	22,62	-1,3	-11,7	-19,3	13,6	599,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,6	4,6
CALOTTA	474	0,92	-1010,863	12,986	40,848	22,62	22,62	-1,3	-12,2	-18,6	17,5	601,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,3	4,8

CALOTTA	475	0,93	-1015,733	8,052	33,356	22,62	22,62	-1,2	-12,7	-17,9	10,7	615,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,0	5,0
CALOTTA	476	0,93	-1010,004	8,929	22,148	22,62	22,62	-1,1	-13,5	-16,9	11,9	613,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,6	5,3
CALOTTA	477	0,94	-1012,462	12,982	12,543	22,62	22,62	-1,1	-14,2	-16,1	17,1	623,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,3	5,6
CALOTTA	478	0,94	-1011,333	14,111	1,248	22,62	22,62	-1,0	-15,0	-15,2	18,6	625,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,0	5,9
CALOTTA	479	0,95	-1015,596	17,912	-9,490	22,62	22,62	-1,1	-15,7	-14,3	23,4	634,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,6	6,2
CALOTTA	480	0,96	-1021,797	11,476	-22,097	22,62	22,62	-1,1	-16,6	-13,4	14,8	646,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,2	6,5
CALOTTA	481	0,96	-1016,357	21,685	-34,577	22,62	22,62	-1,2	-17,4	-12,4	28,0	646,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,8	6,8
CALOTTA	482	0,97	-1025,602	17,142	-48,706	22,62	22,62	-1,3	-18,3	-11,4	21,8	663,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,5	7,2
CALOTTA	483	0,97	-1019,785	26,426	-62,954	22,62	22,62	-1,3	-19,2	-10,3	33,6	662,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,0	7,5
CALOTTA	484	0,98	-1026,369	29,184	-74,907	22,62	22,62	-1,4	-20,0	-9,5	36,8	673,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,7	7,8
CALOTTA	485	0,98	-1028,847	27,494	-87,812	22,62	22,62	-1,5	-20,8	-8,6	34,6	677,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,4	8,2
CALOTTA	486	0,98	-1027,162	35,123	-99,038	22,62	22,62	-1,5	-21,6	-7,8	44,2	676,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,0	8,5

B2r - TIME - FALDA

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 fless	σsr [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																		
AR	149	1.00	-1017,514	181,095	183,495	22,62	22,62	-1,9	-1,9	-26,8	224,4	691,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,5	0,7
AR	150	0.99	-992,977	165,101	129,606	22,62	22,62	-1,6	-5,2	-22,9	205,2	683,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,0	2,0
AR	151	1.00	-993,946	140,335	85,873	22,62	22,62	-1,4	-8,2	-19,8	173,5	689,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,8	3,2
AR	152	1.00	-987,959	121,649	44,984	22,62	22,62	-1,2	-10,8	-16,9	149,9	692,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,6	4,2
AR	153	1.01	-993,292	83,683	12,454	22,62	22,62	-1,0	-13,0	-14,7	102,6	699,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,8	5,1
AR	154	0.99	-976,258	65,308	-15,343	22,62	22,62	-1,0	-14,8	-12,7	81,1	680,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,0	5,8
AR	155	1.00	-981,194	33,466	-36,821	22,62	22,62	-1,1	-16,3	-11,3	41,3	698,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,4	6,4
AR	156	1.00	-983,330	17,541	-52,123	22,62	22,62	-1,2	-17,3	-10,3	21,6	691,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,0	6,8
AR	157	0.99	-978,515	-10,374	-59,574	22,62	22,62	-1,2	-18,0	-9,8	-12,9	677,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,8	7,0
AR	158	1.00	-1001,080	-44,939	-62,059	22,62	22,62	-1,3	-18,2	-9,9	-55,3	695,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,9	7,1
AR	159	1.00	-1002,757	-64,064	-57,200	22,62	22,62	-1,2	-18,0	-10,3	-79,5	687,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,0	7,1
AR	160	0.99	-1010,235	-91,796	-44,183	22,62	22,62	-1,2	-17,3	-11,3	-114,3	684,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,4	6,8
AR	161	1.00	-1033,900	-119,660	-28,488	22,62	22,62	-1,1	-16,4	-12,6	-147,7	699,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,9	6,4
AR	162	0.99	-1044,703	-146,665	-5,523	22,62	22,62	-1,0	-15,2	-14,4	-182,7	691,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,7	6,0
AR	163	1.00	-1069,851	-173,690	24,351	22,62	22,62	-1,1	-13,4	-16,8	-215,5	700,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,6	5,3
AR	164	1.00	-1105,111	-192,846	59,909	22,62	22,62	-1,3	-11,5	-19,5	-237,4	715,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,6	4,5
AR	165	0.99	-1117,767	-222,926	99,278	22,62	22,62	-1,6	-9,0	-22,7	-277,9	704,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,9	3,5
AR	166	1.00	-1165,828	-250,078	148,792	22,62	22,62	-1,9	-6,3	-26,4	-308,2	726,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,3	2,5
AR	167	1.00	-1202,682	-259,865	200,875	22,62	22,62	-2,2	-3,3	-30,5	-321,0	730,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,0	1,3
AR	168	0.99	-1225,034	-286,796	251,160	22,62	22,62	-2,5	0,2	-34,6	-356,3	728,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,6	0,1
AR	169	1.01	-1298,575	-297,744	322,638	22,62	22,62	-2,9	5,8	-40,5	-364,9	758,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,9	2,3
AR	170	1.00	-1314,805	-330,040	381,840	22,62	22,62	-3,4	14,7	-46,6	-406,7	755,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	18,3	5,8
AR	171	1.00	-1364,350	-337,425	445,334	22,62	22,62	-4,0	25,9	-53,8	-417,2	760,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	21,1	10,2
AR	172	0.99	-1386,205	-352,498	506,442	22,62	22,62	-4,6	41,4	-61,3	-438,2	758,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	24,0	16,2
PIEDRITTO	24	0.98	-1971,253	-44,230	3,868	22,62	22,62	-1,9	-28,0	-28,5	-55,8	851,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,2	11,0
PIEDRITTO	23	0.97	-1960,432	-51,665	-11,278	22,62	22,62	-1,9	-29,0	-27,4	-65,5	843,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,8	11,4
PIEDRITTO	22	0.97	-1942,787	-47,523	-25,479	22,62	22,62	-2,0	-30,0	-26,3	-60,7	830,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,3	11,8
PIEDRITTO	21	0.96	-1944,177	-38,251	-37,626	22,62	22,62	-2,1	-31,1	-25,6	-49,1	823,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,0	12,2
PIEDRITTO	20	0.95	-1926,122	-31,166	-51,352	22,62	22,62	-2,2	-32,2	-24,6	-40,6	804,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,7	12,6
PIEDRITTO	19	0.95	-1926,946	-11,217	-63,753	22,62	22,62	-2,3	-33,3	-23,8	-14,6	801,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,3	13,0
PIEDRITTO	18	0.94	-1906,993	-6,546	-68,195	22,62	22,62	-2,3	-33,5	-23,3	-8,6	790,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,1	13,1
PIEDRITTO	17	0.93	-1877,636	11,250	-75,069	22,62	22,62	-2,3	-33,9	-22,4	14,9	775,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,8	13,3
PIEDRITTO	16	0.94	-1882,485	34,636	-85,274	22,62	22,62	-2,4	-34,6	-21,7	45,7	781,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,5	13,6
PIEDRITTO	15	0.95	-1893,373	56,348	-93,484	22,62	22,62	-2,4	-34,7	-21,0	73,0	804,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,2	13,6
PIEDRITTO	14	0.94	-1853,568	70,289	-93,338	22,62	22,62	-2,4	-34,6	-20,6	92,2	782,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,1	13,6
PIEDRITTO	13	0.96	-1870,473	94,049	-106,089	22,62	22,62	-2,4	-34,9	-19,6	120,8	810,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,7	13,7
PIEDRITTO	12	0.97	-1869,969	112,226	-113,828	22,62	22,62	-2,4	-35,0	-18,9	142,3	825,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,4	13,7
PIEDRITTO	11	0.98	-1846,023	124,836	-115,983	22,62	22,62	-2,4	-34,6	-18,3	157,6	826,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,2	13,6
PIEDRITTO	10	1.00	-1851,428	146,273	-127,131	22,62	22,62	-2,4	-34,5	-17,4	180,0	860,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,8	13,5
PIEDRITTO	9	1.01	-1839,874	157,977	-129,356	22,62	22,62	-2,4	-34,2	-17,0	192,9	867,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,7	13,4
PIEDRITTO	8	1.04	-1837,814	167,461	-133,405	22,62	22,62	-2,3	-33,3	-16,5	198,8	905,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,5	13,1
PIEDRITTO	7	1.05	-1802,050	175,553	-133,837	22,62	22,62	-2,2	-32,4	-15,9	206,2	912,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,2	12,7
PIEDRITTO	6	1.07	-1795,052	180,345	-137,880	22,62	22,62	-2,2	-31,8	-15,4	207,4	940,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,0	12,5
PIEDRITTO	5	1.11	-1790,792	181,169	-137,188	22,62	22,62	-2,1	-30,6	-15,1	202,0	985,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,9	12,0
PIEDRITTO	4	1.13	-1776,493	179,639	-133,787	22,62	22,62	-2,0	-29,4	-14,9	195,8	1017,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,9	11,5
PIEDRITTO	3	1.15	-1746,770	177,026	-128,737	22,62	22,62	-1,9	-28,3	-14,7	190,0	1035,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,8	11,1
PIEDRITTO	2	1.19	-1746,920	168,442	-126,604	22,62	22,62	-1,9	-27,1	-14,6	174,9	1089,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,7	10,6
PIEDRITTO	1	1.23	-1741,549	155,743	-118,582	22,62	22,62	-1,8	-25,7	-14,6	156,4	1146,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,7	10,1
PIEDRITTO	24	0.98	-1650,123	-27,990	-142,526	22,62	22,62	-2,3	-33,6	-13,7	-35,3	792,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,4	13,2
PIEDRITTO	23	0.97	-1655,608	-13,104	-166,958	22,62	22,62	-2,5	-35,6	-12,0	-16,6	787,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,7	14,0
PIEDRITTO	22	0.97	-1637,715	-8,931	-192,745	22,62	22,62	-2,7	-37,5	-9,9	-11,4	775,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,9	14,7
PIEDRITTO	21	0.95	-1630,050	1,873	-212,530	22,62	22,62	-2,8	-39,5	-8,3	2,4	756,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,3	15,5

PIEDRITTO	20	0,95	-1623,345	0,738	-239,034	22,62	22,62	-3,0	-41,6	-6,3	1,0	750,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,5	16,3
PIEDRITTO	19	0,95	-1659,774	1,317	-259,870	22,62	22,62	-3,1	-43,8	-5,2	1,7	754,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,1	17,2
PIEDRITTO	18	0,95	-1654,354	8,624	-271,880	22,62	22,62	-3,2	-44,5	-4,3	11,2	756,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,7	17,4
PIEDRITTO	17	0,93	-1640,138	18,741	-269,170	22,62	22,62	-3,2	-45,2	-4,1	24,8	732,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,6	17,7
PIEDRITTO	16	0,94	-1668,418	21,153	-281,828	22,62	22,62	-3,3	-46,3	-3,6	27,9	742,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,4	18,1
PIEDRITTO	15	0,95	-1695,604	26,099	-288,607	22,62	22,62	-3,3	-46,1	-3,7	33,8	768,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,5	18,1
PIEDRITTO	14	0,94	-1687,754	37,199	-269,772	22,62	22,62	-3,2	-45,3	-4,8	48,8	752,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,9	17,8
PIEDRITTO	13	0,96	-1727,230	40,120	-276,441	22,62	22,62	-3,2	-45,2	-5,2	51,5	784,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,0	17,7
PIEDRITTO	12	0,97	-1772,577	48,226	-266,212	22,62	22,62	-3,2	-44,3	-6,7	61,1	808,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,6	17,4
PIEDRITTO	11	0,98	-1776,526	54,160	-242,747	22,62	22,62	-3,0	-42,5	-8,4	68,4	813,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,3	16,7
PIEDRITTO	10	1,00	-1816,890	55,777	-236,851	22,62	22,62	-2,9	-41,3	-9,5	68,6	853,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,7	16,2
PIEDRITTO	9	1,01	-1856,451	58,832	-211,382	22,62	22,62	-2,8	-39,8	-11,8	71,9	870,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,6	15,6
PIEDRITTO	8	1,04	-1895,401	60,924	-188,395	22,62	22,62	-2,6	-37,5	-13,8	72,3	916,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,4	14,7
PIEDRITTO	7	1,05	-1908,879	60,845	-158,310	22,62	22,62	-2,5	-35,4	-15,8	71,5	933,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,2	13,9
PIEDRITTO	6	1,07	-1946,951	59,091	-129,607	22,62	22,62	-2,3	-33,3	-17,9	68,0	971,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,0	13,1
PIEDRITTO	5	1,11	-1988,460	61,753	-93,749	22,62	22,62	-2,1	-30,7	-20,1	68,9	1027,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,9	12,0
PIEDRITTO	4	1,13	-2015,959	60,975	-53,470	22,62	22,62	-1,9	-28,1	-22,3	66,5	1068,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,7	11,0
PIEDRITTO	3	1,15	-2026,359	59,617	-12,871	22,62	22,62	-1,7	-25,6	-24,3	64,0	1095,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,5	10,1
PIEDRITTO	2	1,19	-2057,985	64,475	30,972	22,62	22,62	-1,8	-23,0	-26,1	63,8	1159,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,2	9,0
PIEDRITTO	1	1,23	-2090,719	66,543	82,343	22,62	22,62	-1,9	-20,3	-28,0	66,8	1226,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,0	8,0
CALOTTA	439	0,98	-1969,566	-84,919	15,425	22,62	22,62	-2,0	-27,1	-29,2	-106,9	853,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,5	10,8
CALOTTA	440	0,98	-1976,773	-76,472	26,698	22,62	22,62	-2,0	-26,4	-30,1	-96,3	855,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,8	10,4
CALOTTA	441	0,97	-1960,231	-76,039	37,774	22,62	22,62	-2,1	-25,6	-30,9	-96,4	842,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,1	10,0
CALOTTA	442	0,98	-1981,838	-55,717	48,922	22,62	22,62	-2,1	-24,9	-31,7	-69,9	859,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,4	9,8
CALOTTA	443	0,97	-1962,687	-65,910	64,555	22,62	22,62	-2,2	-23,8	-33,0	-84,0	837,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,9	9,3
CALOTTA	444	0,97	-1972,574	-50,356	80,988	22,62	22,62	-2,4	-22,8	-34,3	-64,2	839,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,5	8,9
CALOTTA	445	0,95	-1949,691	-58,433	93,142	22,62	22,62	-2,4	-21,8	-35,4	-75,6	816,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,9	8,5
CALOTTA	446	0,95	-1937,670	-53,685	105,377	22,62	22,62	-2,5	-20,8	-36,4	-69,9	806,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,3	8,2
CALOTTA	447	0,95	-1946,780	-38,408	120,325	22,62	22,62	-2,6	-19,8	-37,6	-49,9	810,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,7	7,8
CALOTTA	448	0,94	-1919,188	-46,971	129,416	22,62	22,62	-2,7	-18,9	-38,5	-61,9	788,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,1	7,4
CALOTTA	449	0,94	-1918,969	-30,441	142,334	22,62	22,62	-2,7	-17,9	-39,3	-40,0	792,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,4	7,0
CALOTTA	450	0,93	-1894,930	-38,606	148,991	22,62	22,62	-2,8	-17,1	-40,1	-51,4	772,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,7	6,7
CALOTTA	451	0,93	-1879,642	-37,401	158,994	22,62	22,62	-2,8	-16,1	-40,6	-49,8	769,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,9	6,3
CALOTTA	452	0,92	-1865,577	-39,587	165,961	22,62	22,62	-2,9	-15,4	-41,4	-39,8	756,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,2	6,0
CALOTTA	453	0,92	-1856,753	-26,867	176,341	22,62	22,62	-3,0	-14,4	-42,1	-36,2	753,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,5	5,7
CALOTTA	454	0,91	-1840,060	-22,154	181,804	22,62	22,62	-3,0	-13,8	-42,5	-29,9	746,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,7	5,4
CALOTTA	455	0,91	-1821,731	-16,292	187,508	22,62	22,62	-3,0	-13,0	-43,0	-22,2	736,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,9	5,1
CALOTTA	456	0,91	-1810,089	-30,638	194,027	22,62	22,62	-3,1	-12,3	-43,4	-41,7	733,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,0	4,8
CALOTTA	457	0,90	-1790,234	-23,899	195,289	22,62	22,62	-3,1	-11,9	-43,6	-32,8	721,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,1	4,7
CALOTTA	458	0,90	-1785,009	-20,999	201,147	22,62	22,62	-3,1	-11,4	-43,8	-28,7	724,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,2	4,5
CALOTTA	459	0,90	-1759,947	-31,861	199,995	22,62	22,62	-3,1	-11,0	-43,7	-43,9	711,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,1	4,3
CALOTTA	460	0,90	-1756,427	-10,299	204,541	22,62	22,62	-3,1	-10,6	-43,9	-14,1	714,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,2	4,2
CALOTTA	461	0,90	-1737,629	-22,548	201,544	22,62	22,62	-3,1	-10,6	-43,5	-31,1	707,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,1	4,1
CALOTTA	462	0,90	-1717,045	-17,207	199,373	22,62	22,62	-3,1	-10,4	-43,0	-23,7	703,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,9	4,1
CALOTTA	463	0,90	-1702,874	-12,486	198,252	22,62	22,62	-3,0	-10,3	-42,6	-17,2	702,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,7	4,0
CALOTTA	464	0,90	-1700,133	-7,017	196,077	22,62	22,62	-3,0	-10,4	-42,5	-9,7	701,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,6	4,1
CALOTTA	465	0,90	-1685,637	-2,231	191,187	22,62	22,62	-3,0	-10,6	-41,9	-3,1	697,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,4	4,2
CALOTTA	466	0,90	-1684,469	3,065	188,293	22,62	22,62	-2,9	-10,8	-41,5	4,2	701,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,3	4,2
CALOTTA	467	0,90	-1675,768	-9,051	183,398	22,62	22,62	-2,9	-11,1	-41,0	-12,5	698,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,1	4,4
CALOTTA	468	0,90	-1671,905	-3,355	177,731	22,62	22,62	-2,8	-11,5	-40,1	-4,6	704,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,7	4,5
CALOTTA	469	0,90	-1649,213	15,713	165,352	22,62	22,62	-2,8	-12,2	-39,1	21,6	694,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,3	4,8
CALOTTA	470	0,91	-1657,296	-9,055	161,263	22,62	22,62	-2,7	-12,6	-38,2	-12,3	710,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,0	4,9
CALOTTA	471	0,91	-1644,825	9,151	147,938	22,62	22,62	-2,6	-13,5	-37,2	12,5	703,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,6	5,3
CALOTTA	472	0,91	-1639,624	13,724	137,076	22,62	22,62	-2,5	-14,2	-36,1	18,6	707,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,1	5,6
CALOTTA	473	0,91	-1631,945	17,620	123,248	22,62	22,62	-2,4	-15,2	-34,7	23,8	709,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,6	6,0
CALOTTA	474	0,92	-1631,730	21,303	110,697	22,62	22,62	-2,3	-16,2	-33,6	28,7	711,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,2	6,3

CALOTTA	475	0,93	-1637,175	13,012	98,899	22,62	22,62	-2,2	-17,1	-32,3	17,3	726,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,7	6,7
CALOTTA	476	0,93	-1629,201	13,445	79,984	22,62	22,62	-2,1	-18,4	-30,7	17,9	724,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,1	7,2
CALOTTA	477	0,94	-1631,894	19,638	64,291	22,62	22,62	-2,0	-19,5	-29,3	25,9	735,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,5	7,7
CALOTTA	478	0,94	-1629,675	20,929	45,525	22,62	22,62	-1,9	-20,9	-27,8	27,6	737,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,9	8,2
CALOTTA	479	0,95	-1636,062	26,746	28,132	22,62	22,62	-1,8	-22,1	-26,3	34,9	747,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,3	8,7
CALOTTA	480	0,96	-1643,776	16,320	8,142	22,62	22,62	-1,7	-23,5	-24,7	21,1	761,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,7	9,2
CALOTTA	481	0,96	-1632,516	32,148	-13,201	22,62	22,62	-1,7	-24,9	-22,9	41,5	760,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,0	9,8
CALOTTA	482	0,97	-1646,039	24,751	-35,787	22,62	22,62	-1,8	-26,3	-21,2	31,5	779,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,3	10,3
CALOTTA	483	0,97	-1635,290	38,990	-59,917	22,62	22,62	-1,9	-27,9	-19,4	49,6	777,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,6	10,9
CALOTTA	484	0,98	-1645,057	43,324	-79,644	22,62	22,62	-2,0	-29,2	-18,0	54,7	789,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,1	11,4
CALOTTA	485	0,98	-1648,654	40,548	-100,990	22,62	22,62	-2,1	-30,6	-16,5	51,0	794,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,5	12,0
CALOTTA	486	0,98	-1643,972	52,529	-120,563	22,62	22,62	-2,2	-31,9	-15,1	66,1	793,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,9	12,5

## CENTINE 2 IPN 200 - MATURAZIONE SPRITZ-BETON 0,5 GIORNI

INPUT PROGRAM							VERIFICHE SEZIONALI				CHECK							
Element	Prop	Type	Height	N	V	M	Intradosso Af	Estradosso A'f										
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$ [Mpa]	$\sigma_{s,sup}$ [Mpa]	$\tau$ [MPa]	T	CLS	As	As'	%estra	%intra
118	1001	beam	0,25	-173,700	0,701	9,057	20,34	20,34	-0,8	-5,1	-31,6	0,2	OK	OK	OK	OK	16,6	2,7
117	1001	beam	0,25	-181,200	8,589	8,913	20,34	20,34	-0,7883	-6,1	-32,2	2,8	OK	OK	OK	OK	16,9	3,2
116	1001	beam	0,25	-187,700	-0,305	-7,337	20,34	20,34	-0,7369	-30,5	-9,1	-0,1	OK	OK	OK	OK	4,8	16,1
115	1001	beam	0,25	-191,600	0,539	7,338	20,34	20,34	-0,7458	-9,5	-31,0	0,2	OK	OK	OK	OK	16,3	5,0
114	1001	beam	0,25	-194,400	4,737	7,237	20,34	20,34	-0,7480	-9,9	-31,1	1,5	OK	OK	OK	OK	16,4	5,2
113	1001	beam	0,25	-196,800	8,920	6,320	20,34	20,34	-0,7149	-11,5	-30,0	2,9	OK	OK	OK	OK	15,8	6,1
112	1001	beam	0,25	-199,100	1,440	4,623	20,34	20,34	-0,6489	-14,2	-27,8	0,5	OK	OK	OK	OK	14,6	7,5
111	1001	beam	0,25	-199,900	-2,413	-4,800	20,34	20,34	-0,6582	-28,1	-14,1	-0,8	OK	OK	OK	OK	7,4	14,8
110	1001	beam	0,25	-200,100	1,690	4,801	20,34	20,34	-0,6587	-14,1	-28,1	0,5	OK	OK	OK	OK	14,8	7,4
109	1001	beam	0,25	-200,100	5,893	4,470	20,34	20,34	-0,6448	-14,6	-27,7	1,9	OK	OK	OK	OK	14,6	7,7
108	1001	beam	0,25	-200,300	0,565	3,355	20,34	20,34	-0,5984	-16,2	-26,0	0,2	OK	OK	OK	OK	13,7	8,5
107	1001	beam	0,25	-199,300	-3,359	-4,018	20,34	20,34	-0,6239	-26,9	-15,1	-1,1	OK	OK	OK	OK	8,0	14,2
106	1001	beam	0,25	-198,000	2,325	4,018	20,34	20,34	-0,6210	-15,0	-26,8	0,7	OK	OK	OK	OK	14,1	7,9
105	1001	beam	0,25	-196,600	4,292	3,454	20,34	20,34	-0,5941	-15,7	-25,8	1,4	OK	OK	OK	OK	13,6	8,3
104	1001	beam	0,25	-194,700	-5,635	-3,767	20,34	20,34	-0,6029	-26,1	-15,0	-1,8	OK	OK	OK	OK	7,9	13,7
103	1001	beam	0,25	-192,200	-0,098	-3,795	20,34	20,34	-0,5984	-25,8	-14,7	0,0	OK	OK	OK	OK	7,7	13,6
102	1001	beam	0,25	-189,800	5,368	3,791	20,34	20,34	-0,5927	-14,5	-25,6	1,7	OK	OK	OK	OK	13,5	7,6
101	1001	beam	0,25	-187,400	-5,031	-3,701	20,34	20,34	-0,5834	-25,2	-14,3	-1,6	OK	OK	OK	OK	7,6	13,3
100	1001	beam	0,25	-184,300	-2,189	-4,220	20,34	20,34	-0,5982	-25,6	-13,3	-0,7	OK	OK	OK	OK	7,0	13,5
99	1001	beam	0,25	-181,400	3,161	4,208	20,34	20,34	-0,5910	-13,0	-25,3	1,0	OK	OK	OK	OK	13,3	6,8
98	1001	beam	0,25	-178,600	-1,121	-3,720	20,34	20,34	-0,5641	-24,3	-13,4	-0,4	OK	OK	OK	OK	7,0	12,8
97	1001	beam	0,25	-175,500	-4,028	-4,669	20,34	20,34	-0,5969	-25,4	-11,7	-1,3	OK	OK	OK	OK	6,1	13,3
96	1001	beam	0,25	-172,400	1,123	4,659	20,34	20,34	-0,5894	-11,4	-25,0	0,4	OK	OK	OK	OK	13,2	6,0
95	1001	beam	0,25	-169,800	2,651	4,367	20,34	20,34	-0,5712	-11,5	-24,3	0,8	OK	OK	OK	OK	12,8	6,1
94	1001	beam	0,25	-167,200	-5,492	-5,037	20,34	20,34	-0,5934	-25,0	-10,3	-1,8	OK	OK	OK	OK	5,4	13,2
93	1001	beam	0,25	-164,600	-0,389	-5,130	20,34	20,34	-0,5914	-24,9	-9,8	-0,1	OK	OK	OK	OK	5,2	13,1
92	1001	beam	0,25	-162,400	4,585	5,132	20,34	20,34	-0,5865	-9,6	-24,6	1,5	OK	OK	OK	OK	13,0	5,1
91	1001	beam	0,25	-160,900	-4,218	-5,040	20,34	20,34	-0,5792	-24,4	-9,6	-1,4	OK	OK	OK	OK	5,0	12,8
90	1001	beam	0,25	-159,300	-0,683	-5,196	20,34	20,34	-0,5821	-24,4	-9,2	-0,2	OK	OK	OK	OK	4,8	12,9
89	1001	beam	0,25	-158,200	4,977	5,191	20,34	20,34	-0,5794	-9,1	-24,3	1,6	OK	OK	OK	OK	12,8	4,8
88	1001	beam	0,25	-158,100	2,747	4,001	20,34	20,34	-0,5291	-10,8	-22,5	0,9	OK	OK	OK	OK	11,9	5,7
87	1001	beam	0,25	-158,100	2,578	3,339	20,34	20,34	-0,5013	-11,8	-21,6	0,8	OK	OK	OK	OK	11,4	6,2
86	1001	beam	0,25	-158,600	-0,723	-2,898	20,34	20,34	-0,4839	-21,0	-12,5	-0,2	OK	OK	OK	OK	6,6	11,0
85	1001	beam	0,25	-159,200	2,283	2,898	20,34	20,34	-0,4853	-12,5	-21,0	0,7	OK	OK	OK	OK	11,1	6,6
84	1001	beam	0,25	-160,400	-2,724	-2,858	20,34	20,34	-0,4864	-21,1	-12,7	-0,9	OK	OK	OK	OK	6,7	11,1
83	1001	beam	0,25	-161,200	0,470	2,859	20,34	20,34	-0,4882	-12,8	-21,2	0,2	OK	OK	OK	OK	11,2	6,7
82	1001	beam	0,25	-162,400	0,232	2,768	20,34	20,34	-0,4871	-13,1	-21,2	0,1	OK	OK	OK	OK	11,2	6,9
81	1001	beam	0,25	-164,100	-2,106	-3,116	20,34	20,34	-0,5057	-21,9	-12,7	-0,7	OK	OK	OK	OK	6,7	11,5
80	1001	beam	0,25	-165,700	3,656	3,117	20,34	20,34	-0,5093	-12,9	-22,0	1,2	OK	OK	OK	OK	11,6	6,8

79	1001	beam	0,25	-168,300	-4,416	-3,258	20,34	20,34	-0,5212	-22,5	-13,0	-1,4	OK	OK	OK	OK	6,8	11,9
78	1001	beam	0,25	-170,500	2,259	3,261	20,34	20,34	-0,5264	-13,2	-22,8	0,7	OK	OK	OK	OK	12,0	7,0
77	1001	beam	0,25	-173,600	-1,439	-3,108	20,34	20,34	-0,5270	-22,9	-13,8	-0,5	OK	OK	OK	OK	7,2	12,0
76	1001	beam	0,25	-176,800	0,161	3,107	20,34	20,34	-0,5343	-14,1	-23,2	0,1	OK	OK	OK	OK	12,2	7,4
75	1001	beam	0,25	-180,300	2,573	3,078	20,34	20,34	-0,5410	-14,5	-23,5	0,8	OK	OK	OK	OK	12,4	7,6
74	1001	beam	0,25	-184,700	-2,107	-2,989	20,34	20,34	-0,5474	-23,9	-15,1	-0,7	OK	OK	OK	OK	7,9	12,6
73	1001	beam	0,25	-188,600	5,334	2,986	20,34	20,34	-0,5561	-15,5	-24,3	1,7	OK	OK	OK	OK	12,8	8,2
72	1001	beam	0,25	-193,900	-3,038	-2,559	20,34	20,34	-0,5503	-24,2	-16,7	-1,0	OK	OK	OK	OK	8,8	12,7
71	1001	beam	0,25	-198,500	2,988	2,552	20,34	20,34	-0,5605	-17,2	-24,7	1,0	OK	OK	OK	OK	13,0	9,1
70	1001	beam	0,25	-204,100	1,203	1,992	20,34	20,34	-0,5498	-18,6	-24,4	0,4	OK	OK	OK	OK	12,9	9,8
69	1001	beam	0,25	-209,800	0,346	1,767	20,34	20,34	-0,5533	-19,5	-24,7	0,1	OK	OK	OK	OK	13,0	10,3
68	1001	beam	0,25	-215,700	5,761	1,699	20,34	20,34	-0,5639	-20,3	-25,2	1,8	OK	OK	OK	OK	13,3	10,7
67	1001	beam	0,25	-222,400	-2,731	-1,128	20,34	20,34	-0,5553	-25,1	-21,8	-0,9	OK	OK	OK	OK	11,5	13,2
66	1001	beam	0,25	-228,400	6,047	1,126	20,34	20,34	-0,5689	-22,4	-25,7	1,9	OK	OK	OK	OK	13,5	11,8
65	1001	beam	0,25	-235,500	-1,292	-0,251	20,34	20,34	-0,5483	-25,2	-24,5	-0,4	OK	OK	OK	OK	12,9	13,3
64	1001	beam	0,25	-242,100	2,864	0,270	20,34	20,34	-0,5642	-25,1	-25,9	0,9	OK	OK	OK	OK	13,6	13,2
63	1001	beam	0,25	-249,100	3,589	0,930	20,34	20,34	-0,6079	-24,9	-27,6	1,2	OK	OK	OK	OK	14,5	13,1
62	1001	beam	0,25	-256,300	-0,673	-0,920	20,34	20,34	-0,6239	-28,4	-25,7	-0,2	OK	OK	OK	OK	13,5	14,9
61	1001	beam	0,25	-263,000	9,146	2,496	20,34	20,34	-0,7054	-24,1	-31,4	2,9	OK	OK	OK	OK	16,5	12,7
60	1001	beam	0,25	-270,800	-4,452	-2,499	20,34	20,34	-0,7234	-32,2	-24,9	-1,4	OK	OK	OK	OK	13,1	17,0
59	1001	beam	0,25	-277,500	5,922	2,777	20,34	20,34	-0,7504	-25,2	-33,3	1,9	OK	OK	OK	OK	17,5	13,3
58	1001	beam	0,25	-284,900	0,460	2,856	20,34	20,34	-0,7706	-25,9	-34,2	0,1	OK	OK	OK	OK	18,0	13,6
57	1001	beam	0,25	-291,800	1,849	3,201	20,34	20,34	-0,8008	-26,1	-35,5	0,6	OK	OK	OK	OK	18,7	13,7
56	1001	beam	0,25	-298,500	6,305	4,359	20,34	20,34	-0,8648	-25,1	-37,9	2,0	OK	OK	OK	OK	19,9	13,2
55	1001	beam	0,25	-305,500	-2,690	-4,360	20,34	20,34	-0,8808	-38,6	-25,8	-0,9	OK	OK	OK	OK	13,6	20,3
54	1001	beam	0,25	-311,600	9,030	5,533	20,34	20,34	-0,9440	-24,8	-41,0	2,9	OK	OK	OK	OK	21,6	13,0
53	1001	beam	0,25	-318,300	-4,191	-5,533	20,34	20,34	-0,9593	-41,7	-25,5	-1,3	OK	OK	OK	OK	13,4	21,9
52	1001	beam	0,25	-323,900	4,356	5,564	20,34	20,34	-0,9734	-26,0	-42,3	1,4	OK	OK	OK	OK	22,3	13,7
51	1001	beam	0,25	-329,600	1,880	5,916	20,34	20,34	-1,0012	-26,1	-43,4	0,6	OK	OK	OK	OK	22,9	13,7
50	1001	beam	0,25	-334,900	-0,825	-5,906	20,34	20,34	-1,0129	-44,0	-26,7	-0,3	OK	OK	OK	OK	14,0	23,1
49	1001	beam	0,25	-339,600	8,384	7,304	20,34	20,34	-1,0824	-25,1	-46,5	2,7	OK	OK	OK	OK	24,5	13,2
48	1001	beam	0,25	-344,400	-5,913	-7,302	20,34	20,34	-1,0933	-47,0	-25,6	-1,9	OK	OK	OK	OK	13,5	24,8
47	1001	beam	0,25	-348,200	7,135	7,528	20,34	20,34	-1,1114	-25,7	-47,8	2,3	OK	OK	OK	OK	25,1	13,5
46	1001	beam	0,25	-352,000	-3,182	-7,519	20,34	20,34	-1,1197	-48,1	-26,1	-1,0	OK	OK	OK	OK	13,7	25,3
45	1001	beam	0,25	-354,900	1,758	7,255	20,34	20,34	-1,1153	-26,8	-48,1	0,6	OK	OK	OK	OK	25,3	14,1
44	1001	beam	0,25	-357,500	3,492	7,901	20,34	20,34	-1,1483	-26,1	-49,3	1,1	OK	OK	OK	OK	25,9	13,8
43	1001	beam	0,25	-359,600	-3,746	-7,902	20,34	20,34	-1,1532	-49,5	-26,4	-1,2	OK	OK	OK	OK	13,9	26,1
42	1001	beam	0,25	-361,000	9,831	9,035	20,34	20,34	-1,2040	-24,8	-51,3	3,2	OK	OK	OK	OK	27,0	13,1
41	1001	beam	0,25	-362,000	-8,677	-9,030	20,34	20,34	-1,2061	-51,4	-25,0	-2,8	OK	OK	OK	OK	13,1	27,1
40	1001	beam	0,25	-362,400	4,253	8,220	20,34	20,34	-1,1729	-26,2	-50,3	1,4	OK	OK	OK	OK	26,5	13,8
39	1001	beam	0,25	-362,200	-1,877	-8,226	20,34	20,34	-1,1727	-50,3	-26,2	-0,6	OK	OK	OK	OK	13,8	26,5
38	1001	beam	0,25	-361,600	-1,493	-7,873	20,34	20,34	-1,1565	-49,7	-26,6	-0,5	OK	OK	OK	OK	14,0	26,1
37	1001	beam	0,25	-360,400	4,392	8,411	20,34	20,34	-1,1764	-25,7	-50,3	1,4	OK	OK	OK	OK	26,5	13,5
36	1001	beam	0,25	-358,100	-5,917	-8,411	20,34	20,34	-1,1711	-50,1	-25,5	-1,9	OK	OK	OK	OK	13,4	26,4

35	1001	beam	0,25	-355,200	-0,245	-6,993	20,34	20,34	-1,1049	-47,7	-27,2	-0,1	OK	OK	OK	OK	14,3	25,1
34	1001	beam	0,25	-351,300	-6,662	-6,942	20,34	20,34	-1,0939	-47,2	-26,9	-2,1	OK	OK	OK	OK	14,2	24,9
33	1001	beam	0,25	-346,700	-7,577	-5,363	20,34	20,34	-1,0170	-44,4	-28,7	-2,4	OK	OK	OK	OK	15,1	23,4
32	1001	beam	0,25	-341,400	-11,620	-3,566	20,34	20,34	-0,9294	-41,2	-30,8	-3,7	OK	OK	OK	OK	16,2	21,7
31	1001	beam	0,25	-336,900	0,211	0,840	20,34	20,34	-0,8046	-34,3	-36,8	0,1	OK	OK	OK	OK	19,4	18,1
30	1001	beam	0,25	-332,300	6,522	2,397	20,34	20,34	-0,8595	-31,5	-38,6	2,1	OK	OK	OK	OK	20,3	16,6
29	1001	beam	0,25	-326,400	-10,650	-2,396	20,34	20,34	-0,8460	-37,9	-30,9	-3,4	OK	OK	OK	OK	16,3	20,0
28	1001	beam	0,25	-321,500	-0,723	-0,319	20,34	20,34	-0,7476	-34,4	-33,4	-0,2	OK	OK	OK	OK	17,6	18,1
27	1001	beam	0,25	-316,700	8,624	1,740	20,34	20,34	-0,7963	-30,9	-36,0	2,8	OK	OK	OK	OK	18,9	16,2
26	1001	beam	0,25	-310,900	-6,788	-1,730	20,34	20,34	-0,7826	-35,3	-30,3	-2,2	OK	OK	OK	OK	15,9	18,6
25	1001	beam	0,25	-305,300	-3,465	-0,719	20,34	20,34	-0,7274	-33,3	-31,2	-1,1	OK	OK	OK	OK	16,4	17,5
24	1001	beam	0,25	-300,000	5,164	0,716	20,34	20,34	-0,7151	-30,6	-32,7	1,7	OK	OK	OK	OK	17,2	16,1
23	1001	beam	0,25	-294,400	-0,160	-0,527	20,34	20,34	-0,6944	-31,8	-30,3	-0,1	OK	OK	OK	OK	15,9	16,8
22	1001	beam	0,25	-288,100	-6,529	-1,057	20,34	20,34	-0,7023	-31,9	-28,8	-2,1	OK	OK	OK	OK	15,2	16,8
21	1001	beam	0,25	-282,400	1,766	1,055	20,34	20,34	-0,6892	-28,2	-31,3	0,6	OK	OK	OK	OK	16,5	14,9
20	1001	beam	0,25	-276,700	5,703	0,730	20,34	20,34	-0,6625	-28,1	-30,3	1,8	OK	OK	OK	OK	15,9	14,8
19	1001	beam	0,25	-270,000	-9,152	-1,460	20,34	20,34	-0,6779	-30,6	-26,3	-2,9	OK	OK	OK	OK	13,9	16,1
18	1001	beam	0,25	-263,900	-1,151	-1,734	20,34	20,34	-0,6755	-30,4	-25,3	-0,4	OK	OK	OK	OK	13,3	16,0
17	1001	beam	0,25	-258,000	6,286	1,735	20,34	20,34	-0,6620	-24,7	-29,8	2,0	OK	OK	OK	OK	15,7	13,0
16	1001	beam	0,25	-251,200	-6,517	-1,781	20,34	20,34	-0,6485	-29,1	-23,9	-2,1	OK	OK	OK	OK	12,6	15,3
15	1001	beam	0,25	-244,600	-3,608	-2,632	20,34	20,34	-0,6691	-29,7	-21,9	-1,2	OK	OK	OK	OK	11,6	15,6
14	1001	beam	0,25	-238,300	3,354	2,618	20,34	20,34	-0,6542	-21,3	-29,0	1,1	OK	OK	OK	OK	15,2	11,2
13	1001	beam	0,25	-231,700	-1,168	-2,094	20,34	20,34	-0,6171	-27,5	-21,4	-0,4	OK	OK	OK	OK	11,2	14,5
12	1001	beam	0,25	-225,200	-6,765	-3,372	20,34	20,34	-0,6559	-28,7	-18,8	-2,2	OK	OK	OK	OK	9,9	15,1
11	1001	beam	0,25	-220,100	-1,554	-3,659	20,34	20,34	-0,6563	-28,6	-17,9	-0,5	OK	OK	OK	OK	9,4	15,0
10	1001	beam	0,25	-215,100	3,250	3,642	20,34	20,34	-0,6442	-17,4	-28,0	1,0	OK	OK	OK	OK	14,8	9,1
9	1001	beam	0,25	-209,800	-0,533	-3,127	20,34	20,34	-0,6105	-26,7	-17,5	-0,2	OK	OK	OK	OK	9,2	14,1
8	1001	beam	0,25	-203,900	-7,601	-4,571	20,34	20,34	-0,6577	-28,2	-14,8	-2,4	OK	OK	OK	OK	7,8	14,8
7	1001	beam	0,25	-198,400	-2,677	-5,071	20,34	20,34	-0,6661	-28,4	-13,5	-0,9	OK	OK	OK	OK	7,1	14,9
6	1001	beam	0,25	-193,000	2,129	5,060	20,34	20,34	-0,6533	-12,9	-27,8	0,7	OK	OK	OK	OK	14,6	6,8
5	1001	beam	0,25	-187,300	3,227	4,657	20,34	20,34	-0,6234	-12,9	-26,6	1,0	OK	OK	OK	OK	14,0	6,8
4	1001	beam	0,25	-180,500	-5,402	-5,068	20,34	20,34	-0,6251	-26,5	-11,6	-1,7	OK	OK	OK	OK	6,1	13,9
3	1001	beam	0,25	-173,900	1,225	5,070	20,34	20,34	-0,6101	-10,9	-25,8	0,4	OK	OK	OK	OK	13,6	5,7

**CENTINE 2 IPN 200 - 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	0,25	-182,500	6,002	7,716	20,34	20,34	-1,2	-2,3	-12,5	1,9	OK	OK	OK	OK	6,6	1,2
117	1001	beam	0,25	-196,300	11,530	6,586	20,34	20,34	-1,1	-3,6	-12,4	3,7	OK	OK	OK	OK	6,5	1,9
116	1001	beam	0,25	-208,700	-2,883	-4,983	20,34	20,34	-1,1	-11,8	-5,2	-0,9	OK	OK	OK	OK	2,7	6,2
115	1001	beam	0,25	-219,800	-5,044	-5,939	20,34	20,34	-1,2	-12,9	-5,0	-1,6	OK	OK	OK	OK	2,6	6,8
114	1001	beam	0,25	-229,600	-1,112	-6,146	20,34	20,34	-1,2	-13,4	-5,3	-0,4	OK	OK	OK	OK	2,8	7,1
113	1001	beam	0,25	-239,200	3,928	6,156	20,34	20,34	-1,2	-5,7	-13,8	1,3	OK	OK	OK	OK	7,3	3,0
112	1001	beam	0,25	-248,600	-5,009	-6,355	20,34	20,34	-1,3	-14,3	-5,9	-1,6	OK	OK	OK	OK	3,1	7,5
111	1001	beam	0,25	-255,700	-9,576	-8,181	20,34	20,34	-1,4	-15,8	-5,0	-3,1	OK	OK	OK	OK	2,6	8,3
110	1001	beam	0,25	-261,600	-3,696	-8,881	20,34	20,34	-1,5	-16,5	-4,8	-1,2	OK	OK	OK	OK	2,5	8,7
109	1001	beam	0,25	-267,100	2,740	8,880	20,34	20,34	-1,5	-5,0	-16,8	0,9	OK	OK	OK	OK	8,8	2,6
108	1001	beam	0,25	-273,300	-3,671	-9,243	20,34	20,34	-1,6	-17,2	-5,0	-1,2	OK	OK	OK	OK	2,6	9,1
107	1001	beam	0,25	-278,100	-8,508	-11,280	20,34	20,34	-1,7	-18,8	-3,9	-2,7	OK	OK	OK	OK	2,0	9,9
106	1001	beam	0,25	-281,700	0,091	11,280	20,34	20,34	-1,7	-4,0	-18,9	0,0	OK	OK	OK	OK	10,0	2,1
105	1001	beam	0,25	-285,500	3,604	11,260	20,34	20,34	-1,8	-4,2	-19,1	1,2	OK	OK	OK	OK	10,0	2,2
104	1001	beam	0,25	-288,200	-10,470	-12,910	20,34	20,34	-1,9	-20,3	-3,2	-3,4	OK	OK	OK	OK	1,7	10,7
103	1001	beam	0,25	-289,300	-1,609	-13,280	20,34	20,34	-1,9	-20,6	-3,0	-0,5	OK	OK	OK	OK	1,6	10,8
102	1001	beam	0,25	-290,500	7,248	13,290	20,34	20,34	-1,9	-3,1	-20,6	2,3	OK	OK	OK	OK	10,9	1,6
101	1001	beam	0,25	-292,300	-8,784	-13,650	20,34	20,34	-2,0	-20,9	-2,9	-2,8	OK	OK	OK	OK	1,5	11,0
100	1001	beam	0,25	-292,200	-4,147	-14,640	20,34	20,34	-2,0	-21,6	-2,2	-1,3	OK	OK	OK	OK	1,2	11,4
99	1001	beam	0,25	-292,100	4,407	14,630	20,34	20,34	-2,0	-2,2	-21,6	1,4	OK	OK	OK	OK	11,4	1,2
98	1001	beam	0,25	-292,700	-2,598	-14,190	20,34	20,34	-2,0	-21,3	-2,5	-0,8	OK	OK	OK	OK	1,3	11,2
97	1001	beam	0,25	-292,500	-7,536	-15,990	20,34	20,34	-2,1	-22,6	-1,1	-2,4	OK	OK	OK	OK	0,6	11,9
96	1001	beam	0,25	-292,000	1,093	15,990	20,34	20,34	-2,1	-1,1	-22,5	0,4	OK	OK	OK	OK	11,9	0,6
95	1001	beam	0,25	-292,300	3,916	15,730	20,34	20,34	-2,1	-1,3	-22,4	1,3	OK	OK	OK	OK	11,8	0,7
94	1001	beam	0,25	-293,400	-10,200	-17,240	20,34	20,34	-2,2	-23,5	0,0	-3,3	OK	OK	OK	OK	0,0	12,4
93	1001	beam	0,25	-293,800	-1,038	-17,490	20,34	20,34	-2,3	-23,7	0,2	-0,3	OK	OK	OK	OK	0,1	12,5
92	1001	beam	0,25	-295,100	8,477	17,500	20,34	20,34	-2,3	0,1	-23,8	2,7	OK	OK	OK	OK	12,5	0,1
91	1001	beam	0,25	-298,700	-7,389	-17,250	20,34	20,34	-2,3	-23,7	-0,3	-2,4	OK	OK	OK	OK	0,2	12,5
90	1001	beam	0,25	-301,500	-0,557	-17,390	20,34	20,34	-2,3	-23,9	-0,3	-0,2	OK	OK	OK	OK	0,2	12,6
89	1001	beam	0,25	-305,200	10,710	17,380	20,34	20,34	-2,3	-0,5	-24,0	3,4	OK	OK	OK	OK	12,7	0,3
88	1001	beam	0,25	-311,400	6,778	14,800	20,34	20,34	-2,1	-2,9	-22,5	2,2	OK	OK	OK	OK	11,8	1,5
87	1001	beam	0,25	-318,200	6,615	13,170	20,34	20,34	-2,0	-4,3	-21,7	2,1	OK	OK	OK	OK	11,4	2,2
86	1001	beam	0,25	-326,400	0,091	11,580	20,34	20,34	-1,9	-5,7	-21,0	0,0	OK	OK	OK	OK	11,0	3,0
85	1001	beam	0,25	-334,500	6,208	11,560	20,34	20,34	-1,9	-6,0	-21,3	2,0	OK	OK	OK	OK	11,2	3,2
84	1001	beam	0,25	-343,700	-4,641	-10,950	20,34	20,34	-1,9	-21,2	-6,8	-1,5	OK	OK	OK	OK	3,6	11,2
83	1001	beam	0,25	-351,100	2,123	10,950	20,34	20,34	-2,0	-7,1	-21,5	0,7	OK	OK	OK	OK	11,3	3,7
82	1001	beam	0,25	-359,700	1,858	10,550	20,34	20,34	-2,0	-7,7	-21,6	0,6	OK	OK	OK	OK	11,4	4,0
81	1001	beam	0,25	-369,200	-3,229	-10,800	20,34	20,34	-2,0	-22,2	-7,9	-1,0	OK	OK	OK	OK	4,2	11,7
80	1001	beam	0,25	-378,200	10,080	10,800	20,34	20,34	-2,0	-8,3	-22,5	3,2	OK	OK	OK	OK	11,9	4,4

79	1001	beam	0,25	-390,400	-8,305	-10,470	20,34	20,34	-2,1	-22,8	-9,0	-2,7	OK	OK	OK	OK	4,7	12,0
78	1001	beam	0,25	-400,700	7,429	10,470	20,34	20,34	-2,1	-9,4	-23,2	2,4	OK	OK	OK	OK	12,2	5,0
77	1001	beam	0,25	-413,700	-1,038	-9,282	20,34	20,34	-2,0	-23,0	-10,7	-0,3	OK	OK	OK	OK	5,6	12,1
76	1001	beam	0,25	-426,600	2,883	9,290	20,34	20,34	-2,1	-11,2	-23,5	0,9	OK	OK	OK	OK	12,4	5,9
75	1001	beam	0,25	-440,200	8,894	8,758	20,34	20,34	-2,1	-12,2	-23,7	2,9	OK	OK	OK	OK	12,5	6,4
74	1001	beam	0,25	-456,000	-2,379	-7,546	20,34	20,34	-2,1	-23,6	-13,6	-0,8	OK	OK	OK	OK	7,2	12,4
73	1001	beam	0,25	-470,200	16,190	7,553	20,34	20,34	-2,1	-14,2	-24,2	5,2	OK	OK	OK	OK	12,7	7,5
72	1001	beam	0,25	-488,400	-4,494	-5,379	20,34	20,34	-2,0	-23,5	-16,4	-1,4	OK	OK	OK	OK	8,6	12,3
71	1001	beam	0,25	-504,400	10,890	5,372	20,34	20,34	-2,1	-17,0	-24,1	3,5	OK	OK	OK	OK	12,7	9,0
70	1001	beam	0,25	-522,700	6,390	3,355	20,34	20,34	-2,0	-19,1	-23,5	2,0	OK	OK	OK	OK	12,4	10,0
69	1001	beam	0,25	-541,100	4,356	2,179	20,34	20,34	-2,0	-20,6	-23,5	1,4	OK	OK	OK	OK	12,4	10,8
68	1001	beam	0,25	-559,200	18,430	2,062	20,34	20,34	-2,0	-21,4	-24,2	5,9	OK	OK	OK	OK	12,7	11,3
67	1001	beam	0,25	-580,300	-3,380	-2,057	20,34	20,34	-2,1	-25,0	-22,3	-1,1	OK	OK	OK	OK	11,7	13,2
66	1001	beam	0,25	-598,400	19,410	5,037	20,34	20,34	-2,4	-21,1	-27,7	6,2	OK	OK	OK	OK	14,6	11,1
65	1001	beam	0,25	-620,100	0,255	5,088	20,34	20,34	-2,4	-21,9	-28,6	0,1	OK	OK	OK	OK	15,1	11,5
64	1001	beam	0,25	-639,600	11,360	7,215	20,34	20,34	-2,7	-21,3	-30,8	3,6	OK	OK	OK	OK	16,2	11,2
63	1001	beam	0,25	-660,100	13,380	9,706	20,34	20,34	-2,9	-20,5	-33,3	4,3	OK	OK	OK	OK	17,5	10,8
62	1001	beam	0,25	-681,200	2,161	10,100	20,34	20,34	-3,0	-21,1	-34,4	0,7	OK	OK	OK	OK	18,1	11,1
61	1001	beam	0,25	-700,100	28,130	15,340	20,34	20,34	-3,4	-18,4	-38,7	9,0	OK	OK	OK	OK	20,4	9,7
60	1001	beam	0,25	-722,500	-8,172	-15,340	20,34	20,34	-3,5	-39,6	-19,3	-2,6	OK	OK	OK	OK	10,2	20,8
59	1001	beam	0,25	-740,900	19,580	17,460	20,34	20,34	-3,7	-18,7	-41,7	6,3	OK	OK	OK	OK	22,0	9,8
58	1001	beam	0,25	-761,400	4,771	18,350	20,34	20,34	-3,9	-18,9	-43,2	1,5	OK	OK	OK	OK	22,7	10,0
57	1001	beam	0,25	-780,200	8,193	19,870	20,34	20,34	-4,0	-18,7	-44,9	2,6	OK	OK	OK	OK	23,6	9,8
56	1001	beam	0,25	-798,400	19,730	23,540	20,34	20,34	-4,4	-17,0	-48,1	6,3	OK	OK	OK	OK	25,3	8,9
55	1001	beam	0,25	-817,300	-4,298	-23,540	20,34	20,34	-4,4	-48,9	-17,8	-1,4	OK	OK	OK	OK	9,3	25,7
54	1001	beam	0,25	-833,000	26,740	27,710	20,34	20,34	-4,8	-15,6	-52,3	8,6	OK	OK	OK	OK	27,5	8,2
53	1001	beam	0,25	-850,700	-8,564	-27,700	20,34	20,34	-4,8	-53,0	-16,4	-2,7	OK	OK	OK	OK	8,6	27,9
52	1001	beam	0,25	-865,100	13,810	28,680	20,34	20,34	-4,9	-16,3	-54,2	4,4	OK	OK	OK	OK	28,5	8,6
51	1001	beam	0,25	-879,600	7,109	30,010	20,34	20,34	-5,1	-16,0	-55,7	2,3	OK	OK	OK	OK	29,3	8,4
50	1001	beam	0,25	-892,700	-0,185	-30,010	20,34	20,34	-5,1	-56,2	-16,6	-0,1	OK	OK	OK	OK	8,7	29,6
49	1001	beam	0,25	-904,000	23,760	34,410	20,34	20,34	-5,5	-14,1	-59,6	7,6	OK	OK	OK	OK	31,4	7,4
48	1001	beam	0,25	-915,400	-14,660	-34,400	20,34	20,34	-5,5	-60,0	-14,6	-4,7	OK	OK	OK	OK	7,7	31,6
47	1001	beam	0,25	-924,200	19,610	35,340	20,34	20,34	-5,6	-14,3	-61,0	6,3	OK	OK	OK	OK	32,1	7,5
46	1001	beam	0,25	-932,500	-7,857	-35,340	20,34	20,34	-5,6	-61,4	-14,7	-2,5	OK	OK	OK	OK	7,7	32,3
45	1001	beam	0,25	-938,800	4,910	34,800	20,34	20,34	-5,6	-15,3	-61,3	1,6	OK	OK	OK	OK	32,2	8,0
44	1001	beam	0,25	-944,100	9,096	36,490	20,34	20,34	-5,8	-14,4	-62,6	2,9	OK	OK	OK	OK	32,9	7,6
43	1001	beam	0,25	-947,600	-10,300	-36,500	20,34	20,34	-5,8	-62,7	-14,5	-3,3	OK	OK	OK	OK	7,6	33,0
42	1001	beam	0,25	-949,800	24,860	39,210	20,34	20,34	-6,0	-12,8	-64,6	8,0	OK	OK	OK	OK	34,0	6,7
41	1001	beam	0,25	-950,300	-24,110	-39,210	20,34	20,34	-6,0	-64,6	-12,8	-7,7	OK	OK	OK	OK	6,8	34,0
40	1001	beam	0,25	-949,800	9,352	36,470	20,34	20,34	-5,8	-14,6	-62,8	3,0	OK	OK	OK	OK	33,1	7,7
39	1001	beam	0,25	-947,600	-7,610	-36,470	20,34	20,34	-5,8	-62,7	-14,5	-2,4	OK	OK	OK	OK	7,6	33,0
38	1001	beam	0,25	-943,700	-7,078	-35,070	20,34	20,34	-5,7	-61,6	-15,3	-2,3	OK	OK	OK	OK	8,0	32,4
37	1001	beam	0,25	-939,000	7,411	35,150	20,34	20,34	-5,7	-15,0	-61,5	2,4	OK	OK	OK	OK	32,4	7,9
36	1001	beam	0,25	-930,400	-20,210	-35,160	20,34	20,34	-5,6	-61,2	-14,7	-6,5	OK	OK	OK	OK	7,7	32,2

35	1001	beam	0,25	-920,300	-6,182	-30,340	20,34	20,34	-5,2	-57,6	-17,5	-2,0	OK	OK	OK	OK	9,2	30,3
34	1001	beam	0,25	-907,200	-23,170	-28,870	20,34	20,34	-5,1	-56,0	-17,9	-7,4	OK	OK	OK	OK	9,4	29,5
33	1001	beam	0,25	-892,800	-25,950	-23,340	20,34	20,34	-4,7	-51,8	-21,0	-8,3	OK	OK	OK	OK	11,0	27,3
32	1001	beam	0,25	-876,400	-36,000	-17,170	20,34	20,34	-4,2	-47,1	-24,4	-11,5	OK	OK	OK	OK	12,8	24,8
31	1001	beam	0,25	-862,400	-5,032	-8,569	20,34	20,34	-3,5	-40,8	-29,5	-1,6	OK	OK	OK	OK	15,5	21,5
30	1001	beam	0,25	-847,700	11,810	10,190	20,34	20,34	-3,6	-27,8	-41,3	3,8	OK	OK	OK	OK	21,7	14,6
29	1001	beam	0,25	-829,300	-31,210	-10,190	20,34	20,34	-3,5	-40,5	-27,1	-10,0	OK	OK	OK	OK	14,2	21,3
28	1001	beam	0,25	-813,700	-5,264	-2,730	20,34	20,34	-2,9	-35,0	-31,4	-1,7	OK	OK	OK	OK	16,5	18,4
27	1001	beam	0,25	-798,200	18,690	5,939	20,34	20,34	-3,1	-28,6	-36,5	6,0	OK	OK	OK	OK	19,2	15,1
26	1001	beam	0,25	-779,800	-19,540	-5,939	20,34	20,34	-3,0	-35,7	-27,9	-6,3	OK	OK	OK	OK	14,7	18,8
25	1001	beam	0,25	-762,400	-10,680	-1,285	20,34	20,34	-2,6	-31,9	-30,2	-3,4	OK	OK	OK	OK	15,9	16,8
24	1001	beam	0,25	-745,700	11,310	1,409	20,34	20,34	-2,6	-29,5	-31,3	3,6	OK	OK	OK	OK	16,5	15,5
23	1001	beam	0,25	-728,000	-1,580	-1,401	20,34	20,34	-2,5	-30,6	-28,7	-0,5	OK	OK	OK	OK	15,1	16,1
22	1001	beam	0,25	-708,800	-16,880	-3,012	20,34	20,34	-2,6	-30,9	-26,9	-5,4	OK	OK	OK	OK	14,2	16,3
21	1001	beam	0,25	-691,300	3,515	3,018	20,34	20,34	-2,5	-26,2	-30,2	1,1	OK	OK	OK	OK	15,9	13,8
20	1001	beam	0,25	-673,600	13,070	2,192	20,34	20,34	-2,4	-26,0	-28,9	4,2	OK	OK	OK	OK	15,2	13,7
19	1001	beam	0,25	-652,900	-22,930	-4,550	20,34	20,34	-2,5	-29,6	-23,6	-7,3	OK	OK	OK	OK	12,4	15,6
18	1001	beam	0,25	-634,200	-3,875	-5,476	20,34	20,34	-2,5	-29,5	-22,2	-1,2	OK	OK	OK	OK	11,7	15,5
17	1001	beam	0,25	-615,800	13,590	5,454	20,34	20,34	-2,4	-21,5	-28,7	4,4	OK	OK	OK	OK	15,1	11,3
16	1001	beam	0,25	-594,800	-17,120	-6,287	20,34	20,34	-2,4	-28,4	-20,1	-5,5	OK	OK	OK	OK	10,6	14,9
15	1001	beam	0,25	-574,500	-10,380	-8,757	20,34	20,34	-2,5	-29,2	-17,6	-3,3	OK	OK	OK	OK	9,3	15,4
14	1001	beam	0,25	-554,900	5,742	8,734	20,34	20,34	-2,5	-16,8	-28,4	1,8	OK	OK	OK	OK	14,9	8,9
13	1001	beam	0,25	-534,100	-4,552	-8,430	20,34	20,34	-2,4	-27,3	-16,2	-1,5	OK	OK	OK	OK	8,5	14,4
12	1001	beam	0,25	-514,100	-17,080	-11,660	20,34	20,34	-2,6	-28,7	-13,3	-5,5	OK	OK	OK	OK	7,0	15,1
11	1001	beam	0,25	-497,800	-5,056	-12,610	20,34	20,34	-2,6	-28,6	-12,0	-1,6	OK	OK	OK	OK	6,3	15,1
10	1001	beam	0,25	-481,500	6,073	12,620	20,34	20,34	-2,5	-11,3	-28,0	1,9	OK	OK	OK	OK	14,7	5,9
9	1001	beam	0,25	-464,100	-1,991	-11,840	20,34	20,34	-2,4	-26,7	-11,1	-0,6	OK	OK	OK	OK	5,8	14,1
8	1001	beam	0,25	-444,800	-16,980	-15,060	20,34	20,34	-2,6	-28,1	-8,2	-5,4	OK	OK	OK	OK	4,3	14,8
7	1001	beam	0,25	-426,700	-5,228	-16,030	20,34	20,34	-2,6	-28,0	-6,8	-1,7	OK	OK	OK	OK	3,6	14,7
6	1001	beam	0,25	-408,300	5,948	16,030	20,34	20,34	-2,5	-6,1	-27,2	1,9	OK	OK	OK	OK	14,3	3,2
5	1001	beam	0,25	-388,500	9,320	14,910	20,34	20,34	-2,4	-6,0	-25,7	3,0	OK	OK	OK	OK	13,5	3,1
4	1001	beam	0,25	-364,900	-6,754	-14,420	20,34	20,34	-2,3	-24,4	-5,3	-2,2	OK	OK	OK	OK	2,8	12,8
3	1001	beam	0,25	-341,300	8,948	14,410	20,34	20,34	-2,2	-4,4	-23,4	2,9	OK	OK	OK	OK	12,3	2,3

## CENTINE 2 IPN 200 - 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
-	-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2										
118	1001	beam	0,25	-111,900	28,820	3,904	20,34	20,34	-0,7	-1,4	-5,4	9,2	OK	OK	OK	OK	2,9	0,8
117	1001	beam	0,25	-100,300	27,130	9,051	20,34	20,34	-1,2	4,1	-8,2	8,7	OK	OK	OK	OK	4,3	2,2
116	1001	beam	0,25	-97,760	14,220	11,740	20,34	20,34	-1,5	9,5	-10,1	4,6	OK	OK	OK	OK	5,3	5,0
115	1001	beam	0,25	-98,340	8,186	13,300	20,34	20,34	-1,7	12,8	-11,1	2,6	OK	OK	OK	OK	5,9	6,7
114	1001	beam	0,25	-104,200	6,555	14,560	20,34	20,34	-1,9	14,6	-12,1	2,1	OK	OK	OK	OK	6,4	7,7
113	1001	beam	0,25	-115,400	5,563	15,620	20,34	20,34	-2,0	15,1	-13,1	1,8	OK	OK	OK	OK	6,9	7,9
112	1001	beam	0,25	-128,300	-1,842	-15,620	20,34	20,34	-2,0	-13,4	13,0	-0,6	OK	OK	OK	OK	6,8	7,0
111	1001	beam	0,25	-137,800	-2,894	-15,280	20,34	20,34	-2,0	-13,3	10,9	-0,9	OK	OK	OK	OK	5,7	7,0
110	1001	beam	0,25	-148,900	17,800	18,100	20,34	20,34	-2,3	15,0	-15,5	5,7	OK	OK	OK	OK	8,2	7,9
109	1001	beam	0,25	-169,000	43,790	26,400	20,34	20,34	-3,4	30,0	-21,5	14,0	OK	OK	OK	OK	11,3	15,8
108	1001	beam	0,25	-206,100	-27,880	-26,410	20,34	20,34	-3,4	-22,4	23,7	-8,9	OK	OK	OK	OK	12,5	11,8
107	1001	beam	0,25	-223,800	-27,560	-19,740	20,34	20,34	-2,6	-18,1	8,4	-8,8	OK	OK	OK	OK	4,4	9,5
106	1001	beam	0,25	-244,100	-17,140	-13,150	20,34	20,34	-1,9	-14,2	-0,6	-5,5	OK	OK	OK	OK	0,3	7,5
105	1001	beam	0,25	-266,000	-10,700	-9,056	20,34	20,34	-1,6	-12,8	-3,5	-3,4	OK	OK	OK	OK	1,9	6,7
104	1001	beam	0,25	-285,700	-22,050	-6,496	20,34	20,34	-1,5	-12,1	-5,4	-7,1	OK	OK	OK	OK	2,9	6,4
103	1001	beam	0,25	-307,700	-12,050	-1,661	20,34	20,34	-1,2	-10,3	-8,6	-3,9	OK	OK	OK	OK	4,5	5,4
102	1001	beam	0,25	-330,900	-0,436	-1,769	20,34	20,34	-1,3	-11,0	-9,2	-0,1	OK	OK	OK	OK	4,9	5,8
101	1001	beam	0,25	-352,200	-17,540	-5,964	20,34	20,34	-1,7	-13,8	-7,7	-5,6	OK	OK	OK	OK	4,1	7,3
100	1001	beam	0,25	-375,200	-12,060	-8,846	20,34	20,34	-2,0	-16,0	-7,0	-3,9	OK	OK	OK	OK	3,7	8,4
99	1001	beam	0,25	-398,000	-0,595	-8,988	20,34	20,34	-2,1	-16,8	-7,6	-0,2	OK	OK	OK	OK	4,0	8,8
98	1001	beam	0,25	-419,100	-8,980	-11,130	20,34	20,34	-2,3	-18,5	-7,2	-2,9	OK	OK	OK	OK	3,8	9,7
97	1001	beam	0,25	-440,400	-16,090	-14,980	20,34	20,34	-2,7	-21,1	-5,9	-5,2	OK	OK	OK	OK	3,1	11,1
96	1001	beam	0,25	-461,400	-3,900	-15,920	20,34	20,34	-2,8	-22,3	-6,0	-1,3	OK	OK	OK	OK	3,2	11,7
95	1001	beam	0,25	-479,500	1,553	15,920	20,34	20,34	-2,9	-6,6	-22,8	0,5	OK	OK	OK	OK	12,0	3,5
94	1001	beam	0,25	-497,400	-20,410	-20,440	20,34	20,34	-3,3	-25,7	-4,8	-6,5	OK	OK	OK	OK	2,5	13,5
93	1001	beam	0,25	-516,000	-6,123	-21,910	20,34	20,34	-3,5	-27,0	-4,6	-2,0	OK	OK	OK	OK	2,4	14,2
92	1001	beam	0,25	-529,900	10,590	21,910	20,34	20,34	-3,5	-5,1	-27,4	3,4	OK	OK	OK	OK	14,4	2,7
91	1001	beam	0,25	-544,700	-16,370	-23,290	20,34	20,34	-3,7	-28,6	-4,8	-5,2	OK	OK	OK	OK	2,5	15,0
90	1001	beam	0,25	-560,200	-4,647	-24,400	20,34	20,34	-3,8	-29,6	-4,7	-1,5	OK	OK	OK	OK	2,5	15,6
89	1001	beam	0,25	-571,100	13,550	24,410	20,34	20,34	-3,9	-5,0	-29,9	4,3	OK	OK	OK	OK	15,8	2,7
88	1001	beam	0,25	-581,600	5,853	21,170	20,34	20,34	-3,7	-7,0	-28,6	1,9	OK	OK	OK	OK	15,1	3,7
87	1001	beam	0,25	-592,800	7,475	19,770	20,34	20,34	-3,6	-8,1	-28,2	2,4	OK	OK	OK	OK	14,9	4,3
86	1001	beam	0,25	-606,200	-3,216	-18,750	20,34	20,34	-3,6	-28,1	-9,0	-1,0	OK	OK	OK	OK	4,7	14,8
85	1001	beam	0,25	-618,600	9,871	18,760	20,34	20,34	-3,6	-9,4	-28,5	3,2	OK	OK	OK	OK	15,0	4,9
84	1001	beam	0,25	-635,100	-10,820	-18,410	20,34	20,34	-3,6	-28,8	-10,1	-3,5	OK	OK	OK	OK	5,3	15,2
83	1001	beam	0,25	-646,800	2,797	18,410	20,34	20,34	-3,7	-10,4	-29,2	0,9	OK	OK	OK	OK	15,4	5,5
82	1001	beam	0,25	-659,000	2,279	17,900	20,34	20,34	-3,7	-11,1	-29,3	0,7	OK	OK	OK	OK	15,4	5,8
81	1001	beam	0,25	-672,700	-7,626	-18,900	20,34	20,34	-3,8	-30,2	-11,0	-2,4	OK	OK	OK	OK	5,8	15,9
80	1001	beam	0,25	-684,200	16,780	18,900	20,34	20,34	-3,9	-11,3	-30,6	5,4	OK	OK	OK	OK	16,1	6,0

79	1001	beam	0,25	-700,400	-16,740	-18,900	20,34	20,34	-3,9	-31,1	-11,8	-5,4	OK	OK	OK	OK	6,2	16,4
78	1001	beam	0,25	-713,900	11,740	18,900	20,34	20,34	-4,0	-12,2	-31,5	3,8	OK	OK	OK	OK	16,6	6,4
77	1001	beam	0,25	-729,900	-4,184	-17,500	20,34	20,34	-3,9	-31,3	-13,4	-1,3	OK	OK	OK	OK	7,1	16,5
76	1001	beam	0,25	-745,300	2,382	17,500	20,34	20,34	-4,0	-13,9	-31,8	0,8	OK	OK	OK	OK	16,7	7,3
75	1001	beam	0,25	-760,000	12,650	17,060	20,34	20,34	-4,0	-14,6	-32,0	4,1	OK	OK	OK	OK	16,8	7,7
74	1001	beam	0,25	-777,700	-7,073	-16,030	20,34	20,34	-4,0	-32,0	-15,7	-2,3	OK	OK	OK	OK	8,2	16,8
73	1001	beam	0,25	-791,700	25,300	16,030	20,34	20,34	-4,0	-16,1	-32,4	8,1	OK	OK	OK	OK	17,1	8,5
72	1001	beam	0,25	-811,600	-9,031	-13,000	20,34	20,34	-3,8	-31,5	-18,2	-2,9	OK	OK	OK	OK	9,6	16,6
71	1001	beam	0,25	-828,000	17,870	13,010	20,34	20,34	-3,9	-18,7	-32,0	5,7	OK	OK	OK	OK	16,8	9,9
70	1001	beam	0,25	-846,800	11,380	9,686	20,34	20,34	-3,7	-21,0	-30,9	3,6	OK	OK	OK	OK	16,3	11,1
69	1001	beam	0,25	-866,100	9,388	7,572	20,34	20,34	-3,6	-22,7	-30,4	3,0	OK	OK	OK	OK	16,0	11,9
68	1001	beam	0,25	-883,400	33,360	5,825	20,34	20,34	-3,5	-24,1	-30,0	10,7	OK	OK	OK	OK	15,8	12,7
67	1001	beam	0,25	-906,700	0,418	0,458	20,34	20,34	-3,2	-27,5	-28,0	0,1	OK	OK	OK	OK	14,7	14,5
66	1001	beam	0,25	-924,200	37,600	7,453	20,34	20,34	-3,8	-24,5	-32,1	12,1	OK	OK	OK	OK	16,9	12,9
65	1001	beam	0,25	-947,900	8,975	9,119	20,34	20,34	-4,0	-24,4	-33,7	2,9	OK	OK	OK	OK	17,7	12,8
64	1001	beam	0,25	-967,800	26,630	14,070	20,34	20,34	-4,5	-22,5	-36,8	8,5	OK	OK	OK	OK	19,4	11,8
63	1001	beam	0,25	-988,700	29,500	19,560	20,34	20,34	-5,0	-20,3	-40,3	9,5	OK	OK	OK	OK	21,2	10,7
62	1001	beam	0,25	-1011,000	12,350	21,850	20,34	20,34	-5,2	-19,8	-42,1	4,0	OK	OK	OK	OK	22,2	10,4
61	1001	beam	0,25	-1028,000	49,790	31,120	20,34	20,34	-6,0	-15,6	-47,4	16,0	OK	OK	OK	OK	24,9	8,2
60	1001	beam	0,25	-1053,000	-4,419	-31,130	20,34	20,34	-6,1	-48,1	-16,4	-1,4	OK	OK	OK	OK	8,6	25,3
59	1001	beam	0,25	-1070,000	34,490	36,730	20,34	20,34	-6,6	-14,1	-51,5	11,1	OK	OK	OK	OK	27,1	7,4
58	1001	beam	0,25	-1090,000	11,710	38,910	20,34	20,34	-6,8	-13,6	-53,2	3,8	OK	OK	OK	OK	28,0	7,1
57	1001	beam	0,25	-1107,000	15,240	41,750	20,34	20,34	-7,1	-12,6	-55,2	4,9	OK	OK	OK	OK	29,1	6,6
56	1001	beam	0,25	-1123,000	29,990	47,330	20,34	20,34	-7,6	-10,3	-58,5	9,6	OK	OK	OK	OK	30,8	5,4
55	1001	beam	0,25	-1140,000	-4,826	-47,330	20,34	20,34	-7,6	-59,1	-10,8	-1,5	OK	OK	OK	OK	5,7	31,1
54	1001	beam	0,25	-1152,000	37,080	53,340	20,34	20,34	-8,2	-8,1	-62,5	11,9	OK	OK	OK	OK	32,9	4,3
53	1001	beam	0,25	-1168,000	-12,230	-53,340	20,34	20,34	-8,2	-63,0	-8,6	-3,9	OK	OK	OK	OK	4,5	33,2
52	1001	beam	0,25	-1179,000	17,890	54,400	20,34	20,34	-8,3	-8,4	-63,9	5,7	OK	OK	OK	OK	33,6	4,4
51	1001	beam	0,25	-1191,000	8,513	55,990	20,34	20,34	-8,5	-7,9	-65,1	2,7	OK	OK	OK	OK	34,2	4,2
50	1001	beam	0,25	-1201,000	-1,216	-55,980	20,34	20,34	-8,5	-65,3	-8,2	-0,4	OK	OK	OK	OK	4,3	34,4
49	1001	beam	0,25	-1209,000	30,440	61,420	20,34	20,34	-9,0	-5,3	-68,5	9,8	OK	OK	OK	OK	36,0	2,8
48	1001	beam	0,25	-1218,000	-20,440	-61,420	20,34	20,34	-9,0	-68,7	-5,7	-6,6	OK	OK	OK	OK	3,0	36,2
47	1001	beam	0,25	-1223,000	24,520	62,190	20,34	20,34	-9,1	-5,4	-69,3	7,9	OK	OK	OK	OK	36,5	2,8
46	1001	beam	0,25	-1229,000	-11,450	-62,200	20,34	20,34	-9,1	-69,5	-5,6	-3,7	OK	OK	OK	OK	2,9	36,6
45	1001	beam	0,25	-1232,000	5,202	61,040	20,34	20,34	-9,0	-6,4	-68,9	1,7	OK	OK	OK	OK	36,3	3,4
44	1001	beam	0,25	-1235,000	10,680	63,030	20,34	20,34	-9,2	-5,3	-70,1	3,4	OK	OK	OK	OK	36,9	2,8
43	1001	beam	0,25	-1236,000	-14,560	-63,040	20,34	20,34	-9,2	-70,2	-5,3	-4,7	OK	OK	OK	OK	2,8	36,9
42	1001	beam	0,25	-1235,000	30,430	66,000	20,34	20,34	-9,5	-3,3	-71,8	9,8	OK	OK	OK	OK	37,8	1,7
41	1001	beam	0,25	-1232,000	-33,130	-66,000	20,34	20,34	-9,5	-71,7	-3,2	-10,6	OK	OK	OK	OK	1,7	37,7
40	1001	beam	0,25	-1229,000	9,462	61,610	20,34	20,34	-9,1	-5,9	-69,2	3,0	OK	OK	OK	OK	36,4	3,1
39	1001	beam	0,25	-1223,000	-12,500	-61,610	20,34	20,34	-9,1	-69,0	-5,7	-4,0	OK	OK	OK	OK	3,0	36,3
38	1001	beam	0,25	-1215,000	-12,110	-59,290	20,34	20,34	-8,8	-67,5	-6,8	-3,9	OK	OK	OK	OK	3,6	35,5
37	1001	beam	0,25	-1206,000	6,418	58,240	20,34	20,34	-8,7	-7,1	-66,7	2,1	OK	OK	OK	OK	35,1	3,8
36	1001	beam	0,25	-1193,000	-30,050	-58,240	20,34	20,34	-8,7	-66,3	-6,7	-9,6	OK	OK	OK	OK	3,5	34,9

35	1001	beam	0,25	-1177,000	-12,370	-51,050	20,34	20,34	-8,1	-62,1	-10,0	-4,0	OK	OK	OK	OK	5,3	32,7
34	1001	beam	0,25	-1157,000	-34,460	-48,100	20,34	20,34	-7,8	-60,0	-10,9	-11,0	OK	OK	OK	OK	5,7	31,6
33	1001	beam	0,25	-1135,000	-38,410	-39,870	20,34	20,34	-7,1	-55,1	-14,4	-12,3	OK	OK	OK	OK	7,6	29,0
32	1001	beam	0,25	-1111,000	-50,340	-30,700	20,34	20,34	-6,3	-49,7	-18,4	-16,1	OK	OK	OK	OK	9,7	26,2
31	1001	beam	0,25	-1092,000	-9,632	-18,670	20,34	20,34	-5,3	-43,0	-23,9	-3,1	OK	OK	OK	OK	12,6	22,6
30	1001	beam	0,25	-1074,000	12,490	19,360	20,34	20,34	-5,3	-23,0	-42,8	4,0	OK	OK	OK	OK	22,5	12,1
29	1001	beam	0,25	-1050,000	-41,560	-19,360	20,34	20,34	-5,2	-42,0	-22,3	-13,3	OK	OK	OK	OK	11,7	22,1
28	1001	beam	0,25	-1031,000	-8,343	-9,428	20,34	20,34	-4,3	-36,4	-26,8	-2,7	OK	OK	OK	OK	14,1	19,2
27	1001	beam	0,25	-1015,000	22,650	12,850	20,34	20,34	-4,5	-24,5	-37,7	7,3	OK	OK	OK	OK	19,8	12,9
26	1001	beam	0,25	-993,500	-26,450	-12,850	20,34	20,34	-4,5	-37,0	-23,9	-8,5	OK	OK	OK	OK	12,6	19,5
25	1001	beam	0,25	-974,400	-15,930	-6,540	20,34	20,34	-3,9	-33,2	-26,5	-5,1	OK	OK	OK	OK	14,0	17,5
24	1001	beam	0,25	-957,800	11,620	5,511	20,34	20,34	-3,8	-26,5	-32,2	3,7	OK	OK	OK	OK	16,9	14,0
23	1001	beam	0,25	-938,700	-5,784	-5,509	20,34	20,34	-3,7	-31,6	-26,0	-1,9	OK	OK	OK	OK	13,7	16,6
22	1001	beam	0,25	-917,200	-26,780	-4,132	20,34	20,34	-3,5	-30,2	-26,0	-8,6	OK	OK	OK	OK	13,7	15,9
21	1001	beam	0,25	-899,200	-1,268	-2,567	20,34	20,34	-3,3	-28,9	-26,2	-0,4	OK	OK	OK	OK	13,8	15,2
20	1001	beam	0,25	-880,400	10,800	2,568	20,34	20,34	-3,3	-25,7	-28,3	3,5	OK	OK	OK	OK	14,9	13,5
19	1001	beam	0,25	-855,300	-36,380	-8,687	20,34	20,34	-3,7	-30,6	-21,8	-11,7	OK	OK	OK	OK	11,5	16,1
18	1001	beam	0,25	-835,200	-11,580	-11,450	20,34	20,34	-3,8	-31,4	-19,8	-3,7	OK	OK	OK	OK	10,4	16,5
17	1001	beam	0,25	-814,500	12,020	11,450	20,34	20,34	-3,7	-19,1	-30,8	3,9	OK	OK	OK	OK	16,2	10,1
16	1001	beam	0,25	-788,000	-27,260	-15,090	20,34	20,34	-3,9	-31,8	-16,4	-8,7	OK	OK	OK	OK	8,7	16,8
15	1001	beam	0,25	-764,400	-17,030	-19,170	20,34	20,34	-4,2	-33,2	-13,6	-5,5	OK	OK	OK	OK	7,2	17,5
14	1001	beam	0,25	-741,300	5,923	19,170	20,34	20,34	-4,1	-12,9	-32,5	1,9	OK	OK	OK	OK	17,1	6,8
13	1001	beam	0,25	-714,600	-4,700	-18,880	20,34	20,34	-4,0	-31,5	-12,3	-1,5	OK	OK	OK	OK	6,5	16,6
12	1001	beam	0,25	-703,600	1,723	18,880	20,34	20,34	-3,9	-11,9	-31,2	0,6	OK	OK	OK	OK	16,4	6,3
11	1001	beam	0,25	-688,400	3,799	18,550	20,34	20,34	-3,8	-11,6	-30,6	1,2	OK	OK	OK	OK	16,1	6,1
10	1001	beam	0,25	-668,400	11,340	17,830	20,34	20,34	-3,7	-11,4	-29,6	3,6	OK	OK	OK	OK	15,6	6,0
9	1001	beam	0,25	-644,600	-0,075	-15,710	20,34	20,34	-3,5	-27,8	-11,7	0,0	OK	OK	OK	OK	6,2	14,6
8	1001	beam	0,25	-618,400	-19,830	-19,470	20,34	20,34	-3,7	-28,9	-9,0	-6,4	OK	OK	OK	OK	4,7	15,2
7	1001	beam	0,25	-593,800	-3,623	-20,160	20,34	20,34	-3,6	-28,5	-7,9	-1,2	OK	OK	OK	OK	4,2	15,0
6	1001	beam	0,25	-566,100	11,040	20,160	20,34	20,34	-3,5	-7,1	-27,6	3,5	OK	OK	OK	OK	14,5	3,7
5	1001	beam	0,25	-533,900	14,930	18,070	20,34	20,34	-3,3	-7,1	-25,6	4,8	OK	OK	OK	OK	13,5	3,8
4	1001	beam	0,25	-494,500	-7,057	-16,590	20,34	20,34	-3,0	-23,6	-6,7	-2,3	OK	OK	OK	OK	3,5	12,4
3	1001	beam	0,25	-453,700	13,560	16,590	20,34	20,34	-2,9	-5,4	-22,4	4,3	OK	OK	OK	OK	11,8	2,9

C2r - TIME - LT

INPUT PLAXIS		Intradoso		Estradoso		VERIFICHE SEZIONALI						APERTURA FESSURE						CHECK							
Element	Node	Height	N	V	M	Af	Af	$\sigma_c$ [Mpa]	$\sigma_{s,inf}$	$\sigma_{s,sup}$	$\tau$ [kPa]	M fless	$\sigma_{sr}$ [Mpa]	Ac eff [cm2]	pas. [cm]	Srm [cm]	$\epsilon_{sm}$	Wk [mm]	T	CLS	As	As'	Fessurazione	%estra	%intra
-	-	m	KN	KN	KN-m	cm2	cm2																		
AR	149	1.00	-450,990	31,672	-12,699	22,62	22,62	-0,5	-7,2	-5,5	39,2	583,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,2	2,8
AR	150	0.99	-450,874	3,645	-20,297	22,62	22,62	-0,5	-7,8	-5,0	4,5	580,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,0	3,0
AR	151	1.00	-456,999	-27,425	-19,803	22,62	22,62	-0,5	-7,8	-5,1	-33,9	586,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,0	3,0
AR	152	1.00	-477,623	-66,384	-15,561	22,62	22,62	-0,5	-7,7	-5,7	-81,8	594,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,2	3,0
AR	153	1.01	-485,701	-77,592	1,393	22,62	22,62	-0,5	-6,7	-6,9	-95,1	601,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,7	2,6
AR	154	0.99	-489,827	-78,310	17,400	22,62	22,62	-0,6	-5,7	-8,1	-97,3	588,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,2	2,2
AR	155	1.00	-504,652	-84,954	34,310	22,62	22,62	-0,7	-4,8	-9,4	-105,0	596,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,7	1,9
AR	156	1.00	-524,555	-84,219	49,947	22,62	22,62	-0,7	-4,0	-10,7	-103,8	603,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,2	1,6
AR	157	0.99	-536,030	-88,162	62,750	22,62	22,62	-0,8	-3,3	-11,9	-109,9	593,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,7	1,3
AR	158	1.00	-559,980	-95,778	79,984	22,62	22,62	-0,9	-2,5	-13,2	-117,9	611,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,2	1,0
AR	159	1.00	-584,113	-92,519	91,436	22,62	22,62	-1,0	-2,0	-14,5	-114,8	607,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,7	0,8
AR	160	0.99	-609,107	-92,463	103,370	22,62	22,62	-1,1	-1,5	-15,7	-115,2	608,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,2	0,6
AR	161	1.00	-642,240	-92,140	116,032	22,62	22,62	-1,2	-1,2	-16,9	-113,8	623,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,6	0,5
AR	162	0.99	-667,386	-89,216	122,560	22,62	22,62	-1,3	-1,0	-17,9	-111,1	619,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,0	0,4
AR	163	1.00	-696,735	-87,413	132,843	22,62	22,62	-1,4	-0,8	-18,9	-108,5	628,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,4	0,3
AR	164	1.00	-727,834	-81,104	142,820	22,62	22,62	-1,4	-0,5	-19,8	-99,8	643,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,8	0,2
AR	165	0.99	-748,967	-86,196	146,952	22,62	22,62	-1,5	-0,4	-20,7	-107,4	633,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,1	0,2
AR	166	1.00	-786,057	-94,436	160,537	22,62	22,62	-1,6	-0,1	-21,9	-116,4	653,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,6	0,0
AR	167	1.00	-808,549	-94,903	171,998	22,62	22,62	-1,7	0,6	-23,1	-117,2	655,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,1	0,2
AR	168	0.99	-823,064	-106,806	180,828	22,62	22,62	-1,7	1,3	-24,2	-132,7	651,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,5	0,5
AR	169	1.01	-866,404	-106,350	203,821	22,62	22,62	-1,9	2,5	-26,0	-130,4	674,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,2	1,0
AR	170	1.00	-859,876	-145,359	226,434	22,62	22,62	-2,1	5,8	-28,2	-179,1	667,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,1	2,3
AR	171	1.00	-892,886	-175,257	249,652	22,62	22,62	-2,3	8,4	-30,8	-216,7	670,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,1	3,3
AR	172	0.99	-898,753	-217,079	284,728	22,62	22,62	-2,6	15,4	-34,8	-269,8	665,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,6	6,1
PIEDRITTO	24	0.98	-1548,578	-68,556	176,394	22,62	22,62	-2,4	-9,8	-34,6	-86,5	772,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,6	3,9
PIEDRITTO	23	0.97	-1537,614	-59,135	167,235	22,62	22,62	-2,4	-10,3	-34,0	-75,0	763,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,3	4,0
PIEDRITTO	22	0.97	-1526,742	-40,241	158,498	22,62	22,62	-2,4	-10,8	-33,5	-51,4	753,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,1	4,2
PIEDRITTO	21	0.96	-1519,651	-17,033	150,308	22,62	22,62	-2,3	-11,3	-33,0	-21,9	745,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,0	4,4
PIEDRITTO	20	0.95	-1501,906	2,370	133,161	22,62	22,62	-2,2	-12,3	-32,0	3,1	726,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,6	4,8
PIEDRITTO	19	0.95	-1502,898	29,852	122,036	22,62	22,62	-2,2	-13,2	-31,3	39,0	724,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,3	5,2
PIEDRITTO	18	0.94	-1481,717	45,309	107,232	22,62	22,62	-2,1	-14,0	-30,1	59,5	713,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,8	5,5
PIEDRITTO	17	0.93	-1458,421	70,107	89,734	22,62	22,62	-2,0	-15,0	-28,7	92,9	699,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,3	5,9
PIEDRITTO	16	0.94	-1450,746	98,803	72,844	22,62	22,62	-1,9	-16,2	-27,2	130,4	703,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,7	6,3
PIEDRITTO	15	0.95	-1451,002	125,313	57,740	22,62	22,62	-1,8	-17,1	-25,6	162,4	722,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,0	6,7
PIEDRITTO	14	0.94	-1407,924	144,566	38,797	22,62	22,62	-1,6	-18,0	-23,8	189,6	701,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,4	7,1
PIEDRITTO	13	0.96	-1411,920	171,270	18,129	22,62	22,62	-1,5	-19,3	-21,9	220,0	725,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,6	7,6
PIEDRITTO	12	0.97	-1391,938	191,604	-4,146	22,62	22,62	-1,4	-20,3	-19,8	243,0	736,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,7	8,0
PIEDRITTO	11	0.98	-1359,001	205,207	-23,715	22,62	22,62	-1,4	-21,2	-17,8	259,1	735,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,0	8,3
PIEDRITTO	10	1.00	-1349,833	225,027	-47,662	22,62	22,62	-1,5	-22,1	-15,7	276,9	763,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,2	8,7
PIEDRITTO	9	1.01	-1324,209	236,038	-69,175	22,62	22,62	-1,6	-23,0	-13,8	288,3	767,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,4	9,0
PIEDRITTO	8	1.04	-1309,288	245,717	-91,878	22,62	22,62	-1,6	-23,5	-11,9	291,7	799,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,7	9,2
PIEDRITTO	7	1.05	-1267,829	251,522	-112,368	22,62	22,62	-1,7	-24,0	-10,0	295,5	804,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,9	9,4
PIEDRITTO	6	1.07	-1250,276	255,933	-137,182	22,62	22,62	-1,7	-24,6	-8,3	294,4	828,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,2	9,7
PIEDRITTO	5	1.11	-1234,193	257,747	-159,216	22,62	22,62	-1,7	-24,7	-6,8	287,4	868,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,7	9,7
PIEDRITTO	4	1.13	-1209,950	254,825	-178,934	22,62	22,62	-1,7	-24,8	-5,4	277,7	895,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,1	9,7
PIEDRITTO	3	1.15	-1173,817	250,970	-194,871	22,62	22,62	-1,7	-24,7	-4,2	269,3	910,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,6	9,7
PIEDRITTO	2	1.19	-1164,170	244,001	-216,697	22,62	22,62	-1,7	-24,7	-3,1	253,4	958,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,2	9,7
PIEDRITTO	1	1.23	-1141,805	232,975	-234,062	22,62	22,62	-1,7	-24,2	-2,2	234,0	1007,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,9	9,5
PIEDRITTO	24	0.98	-658,130	44,585	-114,644	22,62	22,62	-1,2	-17,5	-1,4	56,2	605,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,5	6,8
PIEDRITTO	23	0.97	-659,398	57,748	-107,950	22,62	22,62	-1,2	-17,1	-1,9	73,1	600,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,7	6,7
PIEDRITTO	22	0.97	-650,443	65,077	-101,666	22,62	22,62	-1,2	-16,7	-2,2	83,0	591,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,8	6,5
PIEDRITTO	21	0.95	-650,353	74,511	-93,049	22,62	22,62	-1,2	-16,4	-2,7	96,5	576,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,1	6,4

PIEDRITTO	20	0,95	-654,644	77,758	-87,708	22,62	22,62	-1,1	-16,1	-3,2	101,1	572,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,2	6,3
PIEDRITTO	19	0,95	-677,423	80,414	-80,468	22,62	22,62	-1,1	-16,0	-4,0	104,8	574,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,6	6,3
PIEDRITTO	18	0,95	-687,748	84,273	-70,460	22,62	22,62	-1,1	-15,4	-4,9	109,6	579,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,9	6,0
PIEDRITTO	17	0,93	-693,995	85,249	-58,452	22,62	22,62	-1,0	-14,9	-5,9	112,9	562,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,3	5,8
PIEDRITTO	16	0,94	-720,696	81,956	-51,576	22,62	22,62	-1,0	-14,7	-6,9	108,1	571,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,7	5,8
PIEDRITTO	15	0,95	-753,699	79,878	-43,847	22,62	22,62	-1,0	-14,3	-7,9	103,5	595,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,1	5,6
PIEDRITTO	14	0,94	-768,931	77,687	-32,836	22,62	22,62	-1,0	-13,9	-9,0	101,9	585,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,5	5,4
PIEDRITTO	13	0,96	-809,488	73,994	-25,996	22,62	22,62	-0,9	-13,7	-9,9	95,0	614,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,9	5,4
PIEDRITTO	12	0,97	-840,544	73,573	-16,022	22,62	22,62	-0,9	-13,2	-11,0	93,3	633,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,3	5,2
PIEDRITTO	11	0,98	-863,459	71,148	-3,147	22,62	22,62	-0,8	-12,6	-12,2	89,8	641,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,8	4,9
PIEDRITTO	10	1,00	-907,742	67,664	7,254	22,62	22,62	-0,9	-12,2	-13,2	83,3	678,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,2	4,8
PIEDRITTO	9	1,01	-933,978	66,909	20,871	22,62	22,62	-1,0	-11,6	-14,4	81,7	692,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,6	4,6
PIEDRITTO	8	1,04	-976,470	65,072	36,911	22,62	22,62	-1,1	-10,9	-15,5	77,2	733,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,1	4,3
PIEDRITTO	7	1,05	-1002,307	60,979	49,779	22,62	22,62	-1,1	-10,4	-16,5	71,6	751,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,5	4,1
PIEDRITTO	6	1,07	-1040,327	57,391	65,821	22,62	22,62	-1,2	-9,8	-17,6	66,0	785,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,9	3,8
PIEDRITTO	5	1,11	-1081,304	55,774	83,830	22,62	22,62	-1,3	-9,1	-18,5	62,2	835,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,3	3,6
PIEDRITTO	4	1,13	-1116,234	52,658	102,844	22,62	22,62	-1,4	-8,4	-19,5	57,4	875,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,7	3,3
PIEDRITTO	3	1,15	-1142,814	47,053	117,155	22,62	22,62	-1,4	-7,9	-20,2	50,5	903,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,9	3,1
PIEDRITTO	2	1,19	-1177,183	44,466	137,356	22,62	22,62	-1,5	-7,2	-20,9	46,2	961,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,2	2,8
PIEDRITTO	1	1,23	-1220,053	41,351	160,879	22,62	22,62	-1,5	-6,6	-21,6	41,5	1025,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,5	2,6
CALOTTA	439	0,98	-1540,612	-92,078	179,350	22,62	22,62	-2,4	-9,5	-34,6	-115,9	772,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,6	3,7
CALOTTA	440	0,98	-1556,883	-95,565	183,872	22,62	22,62	-2,5	-9,4	-35,1	-120,3	776,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,8	3,7
CALOTTA	441	0,97	-1541,456	-103,228	181,727	22,62	22,62	-2,5	-9,3	-35,1	-130,9	764,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,8	3,7
CALOTTA	442	0,98	-1558,751	-94,875	185,575	22,62	22,62	-2,5	-9,3	-35,1	-119,1	779,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,8	3,7
CALOTTA	443	0,97	-1549,422	-109,247	183,239	22,62	22,62	-2,5	-9,3	-35,5	-139,2	760,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,9	3,7
CALOTTA	444	0,97	-1561,001	-102,730	186,920	22,62	22,62	-2,5	-9,3	-35,9	-130,9	762,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,1	3,6
CALOTTA	445	0,95	-1543,682	-113,440	181,883	22,62	22,62	-2,5	-9,3	-36,0	-146,7	742,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,1	3,7
CALOTTA	446	0,95	-1532,685	-113,994	177,670	22,62	22,62	-2,5	-9,5	-35,8	-148,5	732,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,0	3,7
CALOTTA	447	0,95	-1543,145	-106,303	178,700	22,62	22,62	-2,5	-9,5	-36,0	-138,2	736,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,1	3,7
CALOTTA	448	0,94	-1520,684	-116,198	170,327	22,62	22,62	-2,5	-9,8	-35,6	-153,2	716,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,0	3,9
CALOTTA	449	0,94	-1515,737	-107,167	168,190	22,62	22,62	-2,5	-9,9	-35,2	-140,8	719,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,8	3,9
CALOTTA	450	0,93	-1494,656	-116,416	158,676	22,62	22,62	-2,5	-10,3	-34,8	-155,1	700,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,6	4,0
CALOTTA	451	0,93	-1475,407	-119,443	153,234	22,62	22,62	-2,4	-10,4	-34,1	-159,2	696,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,4	4,1
CALOTTA	452	0,92	-1460,440	-116,873	144,731	22,62	22,62	-2,4	-10,9	-33,5	-157,1	684,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,2	4,3
CALOTTA	453	0,92	-1446,691	-119,709	138,452	22,62	22,62	-2,3	-11,2	-32,9	-161,2	680,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,9	4,4
CALOTTA	454	0,91	-1426,445	-121,339	127,953	22,62	22,62	-2,2	-11,7	-31,9	-164,0	673,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,5	4,6
CALOTTA	455	0,91	-1404,306	-121,816	117,124	22,62	22,62	-2,2	-12,2	-30,9	-165,6	663,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,1	4,8
CALOTTA	456	0,91	-1382,896	-139,853	106,535	22,62	22,62	-2,1	-12,8	-29,8	-190,3	658,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,7	5,0
CALOTTA	457	0,90	-1356,227	-138,826	91,761	22,62	22,62	-2,0	-13,6	-28,5	-190,4	646,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,2	5,3
CALOTTA	458	0,90	-1339,459	-142,169	79,530	22,62	22,62	-1,9	-14,3	-27,1	-194,3	646,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,6	5,6
CALOTTA	459	0,90	-1302,331	-153,228	63,667	22,62	22,62	-1,8	-15,1	-25,5	-211,1	632,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,0	5,9
CALOTTA	460	0,90	-1286,683	-140,099	49,958	22,62	22,62	-1,7	-15,9	-24,0	-192,5	632,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,4	6,2
CALOTTA	461	0,90	-1251,170	-150,484	33,106	22,62	22,62	-1,5	-16,8	-22,2	-207,3	623,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,7	6,6
CALOTTA	462	0,90	-1220,010	-145,985	16,744	22,62	22,62	-1,4	-17,6	-20,4	-201,3	617,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,0	6,9
CALOTTA	463	0,90	-1188,168	-141,094	2,045	22,62	22,62	-1,2	-18,3	-18,6	-194,2	613,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,3	7,2
CALOTTA	464	0,90	-1162,593	-134,878	-13,895	22,62	22,62	-1,3	-19,2	-16,9	-185,7	608,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,6	7,5
CALOTTA	465	0,90	-1129,157	-126,922	-28,186	22,62	22,62	-1,4	-19,9	-15,3	-175,1	601,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,0	7,8
CALOTTA	466	0,90	-1102,492	-118,130	-42,765	22,62	22,62	-1,4	-20,6	-13,6	-162,3	600,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,3	8,1
CALOTTA	467	0,90	-1065,067	-119,140	-54,937	22,62	22,62	-1,5	-21,0	-12,1	-163,9	592,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,7	8,2
CALOTTA	468	0,90	-1038,182	-107,685	-67,651	22,62	22,62	-1,5	-21,5	-10,6	-147,2	593,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,2	8,4
CALOTTA	469	0,90	-1002,926	-86,356	-78,232	22,62	22,62	-1,5	-21,9	-9,2	-118,7	582,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,6	8,6
CALOTTA	470	0,91	-976,911	-92,964	-89,144	22,62	22,62	-1,6	-22,1	-7,9	-126,0	590,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,1	8,7
CALOTTA	471	0,91	-944,927	-72,007	-97,173	22,62	22,62	-1,6	-22,3	-6,8	-98,1	580,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,7	8,8
CALOTTA	472	0,91	-917,678	-60,031	-104,481	22,62	22,62	-1,6	-22,4	-5,8	-81,4	579,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,3	8,8
CALOTTA	473	0,91	-888,734	-48,344	-110,877	22,62	22,62	-1,6	-22,4	-4,8	-65,4	578,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,9	8,8
CALOTTA	474	0,92	-856,896	-37,717	-115,413	22,62	22,62	-1,6	-22,2	-4,0	-50,9	574,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,6	8,7

</

CALOTTA	475	0,93	-841,973	-33,739	-120,487	22,62	22,62	-1,6	-22,0	-3,4	-44,9	584,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,3	8,6
CALOTTA	476	0,93	-808,126	-25,033	-122,840	22,62	22,62	-1,6	-21,7	-2,7	-33,4	577,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,1	8,5
CALOTTA	477	0,94	-785,712	-13,890	-124,103	22,62	22,62	-1,5	-21,2	-2,3	-18,3	582,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,9	8,3
CALOTTA	478	0,94	-759,347	-6,282	-125,003	22,62	22,62	-1,5	-20,8	-1,9	-8,3	579,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,7	8,1
CALOTTA	479	0,95	-739,328	2,352	-126,072	22,62	22,62	-1,5	-20,3	-1,6	3,1	584,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,6	8,0
CALOTTA	480	0,96	-727,940	3,646	-128,399	22,62	22,62	-1,4	-20,1	-1,3	4,7	592,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,5	7,9
CALOTTA	481	0,96	-708,109	17,742	-126,644	22,62	22,62	-1,4	-19,6	-1,1	22,9	589,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,4	7,7
CALOTTA	482	0,97	-698,468	21,134	-128,836	22,62	22,62	-1,4	-19,3	-0,9	26,9	602,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,4	7,6
CALOTTA	483	0,97	-680,621	34,652	-127,855	22,62	22,62	-1,4	-19,0	-0,7	44,1	599,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	7,4
CALOTTA	484	0,98	-672,813	43,393	-126,550	22,62	22,62	-1,3	-18,5	-0,7	54,8	606,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	7,3
CALOTTA	485	0,98	-664,670	49,014	-125,204	22,62	22,62	-1,3	-18,2	-0,7	61,6	608,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	7,2
CALOTTA	486	0,98	-657,520	60,087	-121,158	22,62	22,62	-1,3	-17,9	-0,9	75,6	607,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,4	7,0

**C2r - TIME - FALDA**

INPUT PLAXIS		Intradoso		Estradoso		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 fless	$\sigma_{sr}$ [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>																		
AR	149	1.00	-883,058	31,423	-97,058	22,62	22,62	-1,3	-19,0	-5,9	38,9	665,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,3	7,5
AR	150	0.99	-899,862	-2,092	-113,877	22,62	22,62	-1,4	-20,5	-4,9	-2,6	665,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,9	8,0
AR	151	1.00	-920,383	-49,902	-119,409	22,62	22,62	-1,5	-21,0	-4,9	-61,7	675,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,9	8,2
AR	152	1.00	-968,604	-91,651	-123,311	22,62	22,62	-1,5	-21,9	-5,3	-112,9	688,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,1	8,6
AR	153	1.01	-989,088	-113,009	-107,555	22,62	22,62	-1,5	-21,0	-6,6	-138,5	698,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,6	8,2
AR	154	0.99	-1009,878	-113,047	-89,230	22,62	22,62	-1,4	-20,4	-8,2	-140,5	687,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,2	8,0
AR	155	1.00	-1043,059	-129,239	-75,496	22,62	22,62	-1,4	-19,8	-9,6	-159,7	700,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,7	7,8
AR	156	1.00	-1077,963	-127,333	-57,759	22,62	22,62	-1,3	-19,0	-11,2	-156,9	709,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,4	7,5
AR	157	0.99	-1094,353	-136,693	-35,898	22,62	22,62	-1,2	-18,0	-13,0	-170,4	699,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,1	7,0
AR	158	1.00	-1137,562	-154,530	-12,987	22,62	22,62	-1,1	-16,8	-15,1	-190,2	722,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,9	6,6
AR	159	1.00	-1162,007	-153,508	10,011	22,62	22,62	-1,1	-15,7	-17,1	-190,5	717,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,7	6,2
AR	160	0.99	-1188,366	-161,853	36,581	22,62	22,62	-1,3	-14,3	-19,3	-201,6	718,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,6	5,6
AR	161	1.00	-1230,920	-170,660	63,145	22,62	22,62	-1,5	-13,0	-21,6	-210,7	736,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,5	5,1
AR	162	0.99	-1252,139	-177,074	89,792	22,62	22,62	-1,7	-11,6	-23,9	-220,5	730,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,4	4,5
AR	163	1.00	-1277,574	-180,411	124,520	22,62	22,62	-1,9	-9,6	-26,5	-223,8	739,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,4	3,7
AR	164	1.00	-1307,465	-175,177	161,048	22,62	22,62	-2,1	-7,5	-29,1	-215,7	754,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,4	2,9
AR	165	0.99	-1322,709	-188,696	188,958	22,62	22,62	-2,3	-5,8	-31,7	-235,2	743,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,4	2,3
AR	166	1.00	-1368,232	-199,488	229,974	22,62	22,62	-2,5	-3,7	-34,7	-245,9	765,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,6	1,5
AR	167	1.00	-1395,340	-192,338	266,520	22,62	22,62	-2,7	-1,5	-37,7	-237,6	767,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,8	0,6
AR	168	0.99	-1399,348	-205,949	299,733	22,62	22,62	-2,9	1,4	-40,5	-255,9	761,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,9	0,5
AR	169	1.01	-1454,696	-196,088	353,829	22,62	22,62	-3,2	5,6	-44,7	-240,3	788,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	17,5	2,2
AR	170	1.00	-1431,749	-219,461	397,286	22,62	22,62	-3,6	12,8	-48,9	-270,5	777,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	19,2	5,0
AR	171	1.00	-1455,849	-220,630	436,770	22,62	22,62	-3,9	19,3	-53,3	-272,8	778,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	20,9	7,6
AR	172	0.99	-1439,444	-242,334	480,539	22,62	22,62	-4,4	30,6	-58,4	-301,2	768,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	22,9	12,0
PIEDRITTO	24	0.88	-1533,282	-49,655	228,040	22,62	22,62	-2,7	-6,0	-38,0	-62,6	769,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,9	2,4
PIEDRITTO	23	0.97	-1524,473	-38,672	212,444	22,62	22,62	-2,6	-6,9	-37,0	-49,0	761,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,5	2,7
PIEDRITTO	22	0.97	-1515,810	-20,395	198,322	22,62	22,62	-2,6	-7,8	-36,2	-26,0	751,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,2	3,0
PIEDRITTO	21	0.96	-1509,527	1,504	185,249	22,62	22,62	-2,5	-8,6	-35,4	1,9	743,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,9	3,4
PIEDRITTO	20	0.95	-1494,395	19,176	162,426	22,62	22,62	-2,4	-10,0	-34,1	25,0	725,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,4	3,9
PIEDRITTO	19	0.95	-1499,559	43,874	147,014	22,62	22,62	-2,3	-11,3	-33,1	57,3	723,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,0	4,4
PIEDRITTO	18	0.94	-1481,710	56,627	127,312	22,62	22,62	-2,2	-12,5	-31,6	74,4	713,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,4	4,9
PIEDRITTO	17	0.93	-1463,376	78,494	105,528	22,62	22,62	-2,1	-13,9	-30,0	104,0	700,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,8	5,5
PIEDRITTO	16	0.94	-1460,354	104,011	85,256	22,62	22,62	-2,0	-15,4	-28,3	137,2	704,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,1	6,0
PIEDRITTO	15	0.95	-1465,999	127,411	67,267	22,62	22,62	-1,8	-16,6	-26,5	165,1	725,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,4	6,5
PIEDRITTO	14	0.94	-1428,839	143,813	45,025	22,62	22,62	-1,7	-17,9	-24,6	188,7	705,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,7	7,0
PIEDRITTO	13	0.96	-1440,477	167,744	22,030	22,62	22,62	-1,5	-19,4	-22,6	215,4	730,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,9	7,6
PIEDRITTO	12	0.97	-1427,857	184,850	-2,195	22,62	22,62	-1,4	-20,7	-20,4	234,4	743,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,0	8,1
PIEDRITTO	11	0.98	-1403,196	195,618	-23,523	22,62	22,62	-1,5	-21,8	-18,5	247,0	743,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,2	8,5
PIEDRITTO	10	1.00	-1403,779	213,121	-48,982	22,62	22,62	-1,6	-22,9	-16,4	262,3	774,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,4	9,0
PIEDRITTO	9	1.01	-1387,177	221,461	-70,976	22,62	22,62	-1,6	-24,0	-14,6	270,5	779,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,7	9,4
PIEDRITTO	8	1.04	-1382,039	227,748	-93,777	22,62	22,62	-1,7	-24,6	-12,8	270,4	814,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,0	9,7
PIEDRITTO	7	1.05	-1350,756	231,182	-114,216	22,62	22,62	-1,7	-25,2	-11,0	271,6	821,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,3	9,9
PIEDRITTO	6	1.07	-1343,860	232,024	-138,030	22,62	22,62	-1,8	-25,9	-9,4	266,9	848,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,7	10,2
PIEDRITTO	5	1.11	-1339,314	230,095	-157,990	22,62	22,62	-1,8	-26,0	-8,2	256,5	890,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,2	10,2
PIEDRITTO	4	1.13	-1327,575	223,205	-175,399	22,62	22,62	-1,8	-26,1	-7,1	243,3	920,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,8	10,2
PIEDRITTO	3	1.15	-1303,769	215,601	-188,476	22,62	22,62	-1,8	-26,0	-6,1	231,4	938,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,4	10,2
PIEDRITTO	2	1.19	-1307,616	204,367	-206,577	22,62	22,62	-1,8	-25,9	-5,3	212,2	990,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,1	10,1
PIEDRITTO	1	1.23	-1301,045	188,502	-219,219	22,62	22,62	-1,8	-25,3	-4,8	189,3	1043,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,9	9,9
PIEDRITTO	24	0.98	-773,587	54,748	-153,502	22,62	22,62	-1,6	-21,9	-0,2	69,0	626,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	8,6
PIEDRITTO	23	0.97	-787,115	62,817	-152,169	22,62	22,62	-1,6	-22,1	-0,5	79,5	624,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	8,7
PIEDRITTO	22	0.97	-790,152	62,977	-155,810	22,62	22,62	-1,6	-22,6	-0,1	80,3	617,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	8,9
PIEDRITTO	21	0.95	-808,742	67,687	-158,969	22,62	22,62	-1,7	-23,6	0,0	87,6	605,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,0	9,3

PIEDRITTO	20	0,95	-827,472	67,388	-168,460	22,62	22,62	-1,8	-24,8	0,6	87,7	604,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	9,7
PIEDRITTO	19	0,95	-872,283	69,771	-173,515	22,62	22,62	-1,9	-25,9	0,3	91,0	610,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	10,2
PIEDRITTO	18	0,95	-887,467	75,781	-172,929	22,62	22,62	-1,9	-26,0	-0,1	98,6	615,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,0	10,2
PIEDRITTO	17	0,93	-903,138	82,658	-164,079	22,62	22,62	-1,9	-26,1	-0,9	109,5	600,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,4	10,2
PIEDRITTO	16	0,94	-938,613	86,268	-163,462	22,62	22,62	-1,9	-26,4	-1,6	113,8	610,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,6	10,4
PIEDRITTO	15	0,95	-973,511	91,728	-158,793	22,62	22,62	-1,9	-26,0	-2,6	118,8	635,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,0	10,2
PIEDRITTO	14	0,94	-990,601	98,763	-140,642	22,62	22,62	-1,8	-25,3	-4,2	129,5	626,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,6	9,9
PIEDRITTO	13	0,96	-1033,736	101,971	-134,192	22,62	22,62	-1,8	-24,8	-5,4	130,9	655,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,1	9,7
PIEDRITTO	12	0,97	-1073,565	108,572	-117,367	22,62	22,62	-1,7	-23,8	-7,2	137,6	677,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,8	9,3
PIEDRITTO	11	0,98	-1092,279	113,194	-92,855	22,62	22,62	-1,5	-22,2	-9,1	142,9	684,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,6	8,7
PIEDRITTO	10	1,00	-1135,265	116,485	-74,822	22,62	22,62	-1,4	-20,9	-10,9	143,3	722,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,3	8,2
PIEDRITTO	9	1,01	-1165,439	121,598	-46,624	22,62	22,62	-1,3	-19,3	-13,1	148,5	736,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,1	7,6
PIEDRITTO	8	1,04	-1207,061	126,726	-16,448	22,62	22,62	-1,2	-17,4	-15,3	150,4	779,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,0	6,8
PIEDRITTO	7	1,05	-1231,395	129,985	13,753	22,62	22,62	-1,2	-15,7	-17,4	152,7	797,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,8	6,1
PIEDRITTO	6	1,07	-1271,530	133,927	48,108	22,62	22,62	-1,3	-13,8	-19,6	154,1	833,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,7	5,4
PIEDRITTO	5	1,11	-1315,119	141,968	86,946	22,62	22,62	-1,5	-11,9	-21,7	158,3	885,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,5	4,7
PIEDRITTO	4	1,13	-1352,426	146,908	129,593	22,62	22,62	-1,7	-9,9	-23,9	160,1	926,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,4	3,9
PIEDRITTO	3	1,15	-1381,475	151,188	167,675	22,62	22,62	-1,8	-8,2	-25,9	162,3	955,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,1	3,2
PIEDRITTO	2	1,19	-1418,565	159,322	215,962	22,62	22,62	-1,9	-6,2	-27,7	165,4	1015,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,8	2,4
PIEDRITTO	1	1,23	-1469,299	168,790	270,531	22,62	22,62	-2,1	-4,3	-29,7	169,5	1082,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,6	1,7
CALOTTA	439	0,98	-1518,930	-74,624	236,819	22,62	22,62	-2,7	-5,2	-38,3	-93,9	768,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,0	2,0
CALOTTA	440	0,98	-1533,283	-80,460	246,721	22,62	22,62	-2,8	-4,7	-39,2	-101,3	771,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,4	1,8
CALOTTA	441	0,97	-1511,099	-90,023	248,106	22,62	22,62	-2,8	-4,2	-39,3	-114,2	758,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,4	1,7
CALOTTA	442	0,98	-1520,898	-84,370	258,402	22,62	22,62	-2,8	-3,7	-39,7	-105,9	772,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,6	1,5
CALOTTA	443	0,97	-1508,842	-100,555	257,731	22,62	22,62	-2,9	-3,4	-40,2	-128,1	753,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,8	1,4
CALOTTA	444	0,97	-1516,358	-96,662	265,550	22,62	22,62	-2,9	-3,0	-40,9	-123,1	754,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,0	1,2
CALOTTA	445	0,95	-1496,932	-108,968	260,641	22,62	22,62	-2,9	-2,9	-41,0	-140,9	733,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,1	1,1
CALOTTA	446	0,95	-1482,832	-111,399	256,476	22,62	22,62	-2,9	-2,9	-40,9	-145,1	723,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,0	1,1
CALOTTA	447	0,95	-1495,594	-106,133	259,336	22,62	22,62	-3,0	-2,9	-41,2	-138,0	727,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,2	1,1
CALOTTA	448	0,94	-1477,085	-117,889	247,929	22,62	22,62	-2,9	-3,3	-40,8	-155,4	708,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	16,0	1,3
CALOTTA	449	0,94	-1470,057	-111,725	245,164	22,62	22,62	-2,9	-3,4	-40,3	-146,8	711,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,8	1,3
CALOTTA	450	0,93	-1455,951	-123,526	231,611	22,62	22,62	-2,9	-4,1	-39,8	-164,6	693,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,6	1,6
CALOTTA	451	0,93	-1435,607	-129,151	223,070	22,62	22,62	-2,8	-4,5	-38,9	-172,1	689,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,2	1,7
CALOTTA	452	0,92	-1426,975	-129,234	210,419	22,62	22,62	-2,7	-5,2	-38,2	-173,7	678,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	15,0	2,0
CALOTTA	453	0,92	-1414,954	-133,652	200,624	22,62	22,62	-2,7	-5,8	-37,3	-180,0	674,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,6	2,3
CALOTTA	454	0,91	-1397,278	-136,284	185,872	22,62	22,62	-2,6	-6,7	-36,1	-184,2	667,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	14,1	2,6
CALOTTA	455	0,91	-1379,034	-136,772	170,290	22,62	22,62	-2,5	-7,6	-34,8	-186,0	658,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,6	3,0
CALOTTA	456	0,91	-1359,608	-154,049	155,376	22,62	22,62	-2,4	-8,5	-33,3	-209,7	654,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	13,1	3,3
CALOTTA	457	0,90	-1336,847	-152,641	136,017	22,62	22,62	-2,2	-9,7	-31,7	-209,3	642,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	12,4	3,8
CALOTTA	458	0,90	-1323,170	-155,650	119,673	22,62	22,62	-2,1	-10,8	-30,1	-212,7	643,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,8	4,2
CALOTTA	459	0,90	-1290,486	-166,053	98,667	22,62	22,62	-2,0	-12,0	-28,1	-228,8	630,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	11,0	4,7
CALOTTA	460	0,90	-1278,782	-152,560	80,643	22,62	22,62	-1,8	-13,3	-26,4	-209,6	630,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	10,4	5,2
CALOTTA	461	0,90	-1247,770	-162,578	58,877	22,62	22,62	-1,7	-14,6	-24,2	-224,0	622,6	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	9,5	5,7
CALOTTA	462	0,90	-1220,927	-158,024	37,610	22,62	22,62	-1,5	-15,9	-22,1	-217,9	617,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	8,7	6,2
CALOTTA	463	0,90	-1193,808	-152,452	18,330	22,62	22,62	-1,4	-17,1	-20,1	-209,8	614,3	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,9	6,7
CALOTTA	464	0,90	-1174,272	-145,935	-2,438	22,62	22,62	-1,2	-18,5	-18,1	-201,0	610,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	7,1	7,2
CALOTTA	465	0,90	-1145,718	-137,658	-21,601	22,62	22,62	-1,3	-19,6	-16,1	-189,9	603,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	6,3	7,7
CALOTTA	466	0,90	-1124,619	-128,202	-41,014	22,62	22,62	-1,4	-20,8	-14,1	-176,1	603,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	5,5	8,2
CALOTTA	467	0,90	-1092,355	-128,657	-58,015	22,62	22,62	-1,5	-21,7	-12,2	-177,0	597,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,8	8,5
CALOTTA	468	0,90	-1070,417	-115,871	-75,457	22,62	22,62	-1,6	-22,6	-10,5	-158,4	599,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	4,1	8,9
CALOTTA	469	0,90	-1041,036	-93,227	-90,622	22,62	22,62	-1,7	-23,5	-8,8	-128,1	589,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	3,4	9,2
CALOTTA	470	0,91	-1020,448	-98,268	-106,297	22,62	22,62	-1,7	-24,1	-7,2	-133,2	598,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,8	9,4
CALOTTA	471	0,91	-993,492	-74,740	-118,311	22,62	22,62	-1,8	-24,8	-5,8	-101,8	589,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	2,3	9,7
CALOTTA	472	0,91	-972,219	-60,002	-129,481	22,62	22,62	-1,8	-25,2	-4,6	-81,4	589,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,8	9,9
CALOTTA	473	0,91	-949,327	-45,339	-139,466	22,62	22,62	-1,8	-25,5	-3,5	-61,3	588,7	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	1,4	10,0
CALOTTA	474	0,92	-922,996	-32,442	-147,348	22,62	22,62	-1,8	-25,7	-2,5	-43,7	586,4	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK					

CALOTTA	475	0,93	-917,640	-24,980	-156,418	22,62	22,62	-1,9	-25,9	-1,8	-33,3	597,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,7	10,1
CALOTTA	476	0,93	-889,565	-14,024	-161,596	22,62	22,62	-1,9	-25,9	-0,9	-18,7	592,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	10,2
CALOTTA	477	0,94	-874,805	0,767	-165,701	22,62	22,62	-1,9	-25,7	-0,3	1,0	598,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	10,1
CALOTTA	478	0,94	-853,228	11,757	-168,221	22,62	22,62	-1,9	-25,6	0,3	15,5	596,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	10,0
CALOTTA	479	0,95	-835,819	24,933	-169,494	22,62	22,62	-1,8	-25,2	0,6	32,6	601,8	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	9,9
CALOTTA	480	0,96	-827,497	29,295	-171,555	22,62	22,62	-1,8	-24,8	0,9	37,9	611,0	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	9,7
CALOTTA	481	0,96	-806,332	46,140	-166,312	22,62	22,62	-1,7	-24,1	0,7	59,6	608,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	9,5
CALOTTA	482	0,97	-797,073	49,433	-166,466	22,62	22,62	-1,7	-23,5	0,7	62,9	620,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	9,2
CALOTTA	483	0,97	-777,670	61,721	-162,512	22,62	22,62	-1,7	-23,0	0,7	78,6	617,5	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,3	9,0
CALOTTA	484	0,98	-771,814	67,808	-160,500	22,62	22,62	-1,6	-22,5	0,5	85,6	625,1	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	8,8
CALOTTA	485	0,98	-766,860	69,940	-159,669	22,62	22,62	-1,6	-22,2	0,5	88,0	627,9	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,2	8,7
CALOTTA	486	0,98	-763,881	78,718	-156,644	22,62	22,62	-1,6	-21,9	0,3	99,0	627,2	-	2480,5	20,0	28,4	-	-	OK	OK	OK	OK	-	0,1	8,6