

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Ing. G.S. KALAMARAS	Ing. PIETRO MAZZOLI
		Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI-BARI

### RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

### 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

### GALLERIA MONTE AGLIO

Relazione sulla valutazione delle subsidenze e degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

APPALTATORE	SCALA:
Consorzio CFT IL DIRETTORE TECNICO Geom. C. Bianchi 03/12/2018	-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	C	L	G	N	0	1	0	0	0	0	2	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	A. Giordano	10/07/2018	G. Kalamaras	10/07/2018	P. Mazzoli	10/07/2018	G. Kalamaras
B	Rev. Istruttoria ITF 29/08/18	A. Giordano	13/09/2018	G. Kalamaras	13/09/2018	P. Mazzoli	13/09/2018	
C	Recepimento istruttoria	A. Giordano	10/10/2018	G. Kalamaras	10/10/2018	P. Mazzoli	10/10/2018	
D	Agg. a seguito osservazioni ITF	A. Giordano	03/12/2018	G. Kalamaras	03/12/2018	P. Mazzoli	03/12/2018	03/12/2018

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>2 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	2 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	2 di 38								

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
1.1	RACCOMANDAZIONI E SPECIFICHE TECNICHE .....	3
1.2	BIBLIOGRAFIA .....	3
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO PLANIMETRICO DELL’OPERA E CONTESTO URBANO</b>	
	<b>ATTRAVERSATO.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>STUDIO DELLA SUBSIDENZA.....</b>	<b>6</b>
3.1	CEDIMENTI IN CONDIZIONI DI CAMPO LIBERO .....	6
<b>4</b>	<b>STUDIO DEL RISCHIO DI DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI.....</b>	<b>9</b>
4.1	METODO DELLA TRAVE EQUIVALENTE.....	9
4.2	DEFINIZIONE DELLE CATEGORIE DI DANNO.....	13
<b>5</b>	<b>STUDIO DEL DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI SENZA INTERAZIONE TERRENO-</b>	
	<b>STRUTTURA.....</b>	<b>15</b>
5.1	VALUTAZIONI MEDIANTE RELAZIONI ANATICHE .....	15
5.2	VALUTAZIONE MEDIANTE MODELLI NUMERICI .....	16
5.2.1	ANALISI GN01_C1_ED5.....	19
5.2.1	ANALISI GN01_C1BIS_ED6 .....	25
5.2.2	ANALISI GN01_C2_ED8.....	31
5.2.3	SINTESI DEI RISULTATI .....	37
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>38</b>

ALLEGATI

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>3 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	3 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	3 di 38								

# 1 PREMESSA

La presente relazione è redatta nell'ambito del Progetto Esecutivo per il raddoppio della linea Cancello-Benevento sull'itinerario Napoli-Bari ed in particolare si riferisce al primo lotto funzionale compreso tra Cancello e la Stazione di Frasso Telesino/Dugenta e variante alla linea Roma-Napoli via Cassino nel comune di Maddaloni.

L'estensione del tracciato in progetto è di circa 16,5Km; nell'ambito di questa tratta è presente la galleria Monte Aglio, una galleria naturale a doppio binario lunga oltre 4Km. Oltre alla galleria principale (di linea), sono previsti una serie di gallerie secondarie che ospitano le vie di fuga.

Il presente documento illustra le valutazioni condotte in merito all'imbocco Nord, lato Benevento, per ciò che concerne la valutazione del danno indotto dallo scavo della galleria alle preesistenze in superficie.

## 1.1 RACCOMANDAZIONI E SPECIFICHE TECNICHE

La redazione delle presente relazione è stata condotta in accordo con quanto riportato sui seguenti documenti:

- Specifica tecnica ITALFERR cod. PPA0002403 rev. A “Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali”.

## 1.2 BIBLIOGRAFIA

I testi consultati sono i seguenti:

- Building response to tunnelling, Project and methods, J.B.Burland, J.R.Standing and F.M.Jardine, 2001, Volume 1
- Building response to tunnelling, Case studies, J.B.Burland, J.R.Standing and F.M.Jardine, 2001, Volume 2
- Avoiding damage caused by soil-structure interaction: lessons learnt from case histories, Thomas Telford, 2003

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>4 di 38</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	4 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	4 di 38								

## 2 INQUADRAMENTO PLANIMETRICO DELL'OPERA E CONTESTO URBANO ATTRAVERSATO

Il censimento degli edifici potenzialmente interferenti con le opere in progetto è stato effettuato già in modo completo in fase di Progetto Definitivo (elaborato IF0101D07CLGN0100002A) mediante una integrazione dei rilievi topografici della cartografia di progetto con i dati provenienti dal sopralluogo effettuato in situ.

Tale analisi aveva consentito di individuare una serie di edifici ubicati in corrispondenza del tratto in naturale della galleria monte Aglio, in prossimità dell'imbocco lato Benevento. A monte di questa tratta, poiché le coperture sulla galleria risultano superiori ai 50m, si ritenne che gli effetti dello scavo sulle preesistenze fossero trascurabili.

In generale si tratta per lo più di alcune abitazioni sparse afferenti al concentrico del comune di Valle di Maddaloni.

In questa fase progettuale sono stati condotti ulteriori sopralluoghi al fine di identificare se, nel tempo intercorso tra la redazione del PD e il PE fossero intervenute delle modifiche agli edifici individuati durante la precedente fase progettuale. L'esito di questo controllo ha confermato che non risultano differenze.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi in cui si illustrano le principali caratteristiche di ciascun edificio e la planimetria d'insieme in cui è possibile identificarne la posizione.

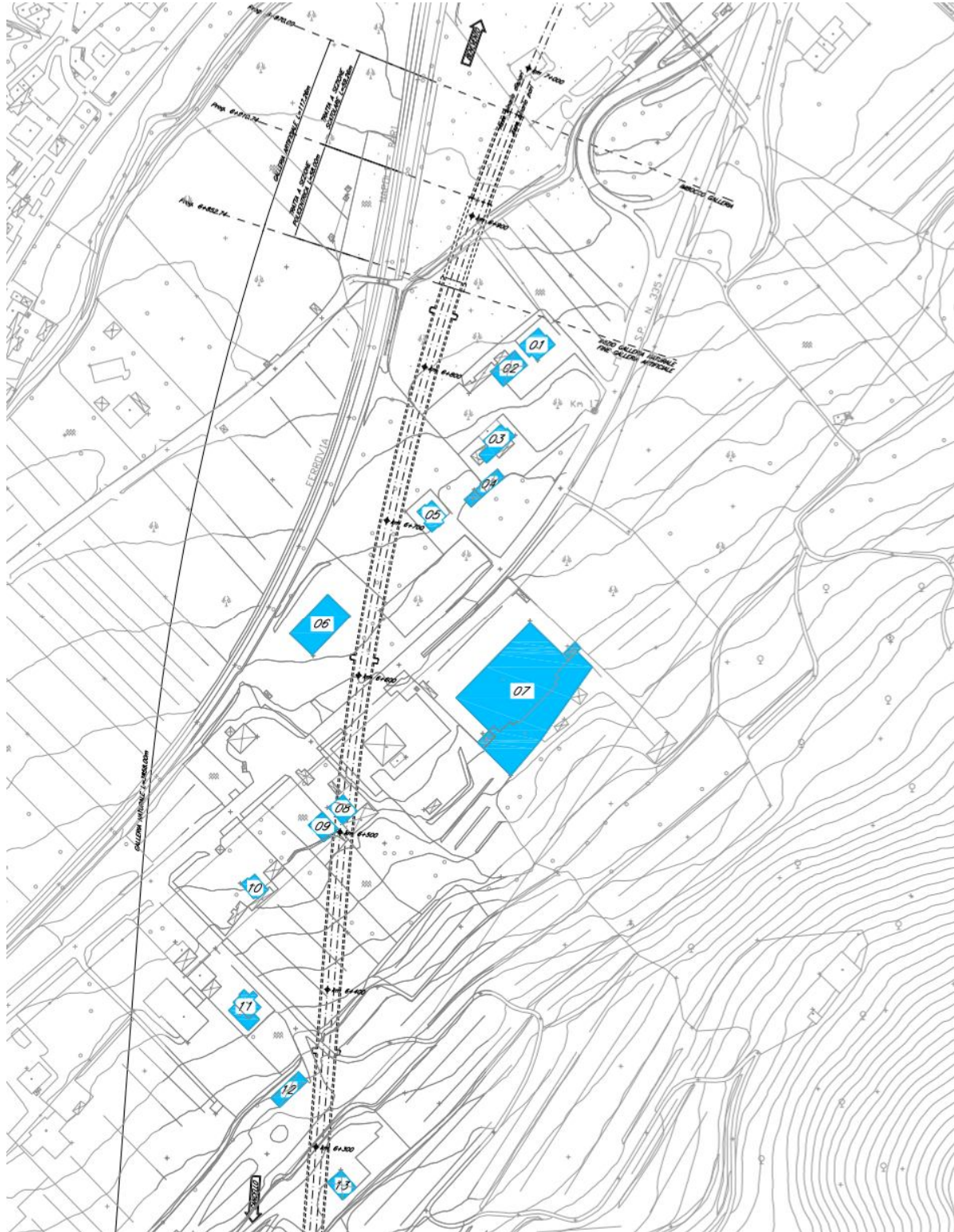
**Tabella 1: sintesi delle principali caratteristiche degli edifici interessati dallo scavo della galleria Monte Aglio**

ID edificio	Destinazione d'uso	tipo di struttura	altezza edificio [m]	dimensione in pianta dell'edificio [m] (larghezza x lunghezza)
1	civile abbandonato	cemento armato	14	17x15
2	industriale (officina/carrozzeria)	muratura	8	20x12
3	civile abitazione	cemento armato	13	25x12
4	civile abitazione	cemento armato	9	29x7
5	civile abitazione	muratura	10	14x16
6	industriale abbandonato	cemento armato	11	35x20
7	industriale	cemento armato	12	89x40
8	civile abitazione	muratura	10	14x12
9	civile abitazione	cemento armato	10	12x14
10	civile abitazione	muratura	12	11x13
11	civile abitazione	cemento armato	10	20x20
12	fabbricato	muratura	8	24x8
13	fabbricato	muratura	9	14x15

Di seguito si riporta la planimetria dell'area con indicazione della posizione di ciascun edificio rispetto al tracciato di progetto della galleria, imbocco lato Benevento.

**RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	5 di 38



**Figura 1 – planimetria con individuazione delle opere interferenti**

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>6 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	6 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	6 di 38								

### 3 STUDIO DELLA SUBSIDENZA

La prima fase di analisi riguarda la previsione della subsidenza in condizioni di campo libero (green field), cioè in assenza di edifici.

#### 3.1 CEDIMENTI IN CONDIZIONI DI CAMPO LIBERO

La curva dei cedimenti indotti a piano campagna in senso trasversale all'asse della galleria è schematizzabile, con buona approssimazione, con una curva di probabilità normale, secondo la seguente equazione (Attewell et al. 1986):

$$S_y = \frac{0.313 \cdot V_p \cdot \phi^2}{(k \cdot z_0)} \cdot e^{\left(\frac{-y^2}{2 \cdot i^2}\right)}$$

dove:

$S_y$  : cedimento nel punto posto alla distanza  $y$  dall'asse della galleria;

$V_p$  : volume della conca di subsidenza in superficie per unità di lunghezza;

$\phi$  : diametro della galleria;

$k$  : coefficiente adimensionale dipendente dalla natura dei terreni interessati;

$z_0$  : profondità dell'asse della galleria dal piano campagna;

$i = k \cdot z_0$  : distanza fra il punto di flesso della curva di subsidenza dall'asse della galleria.

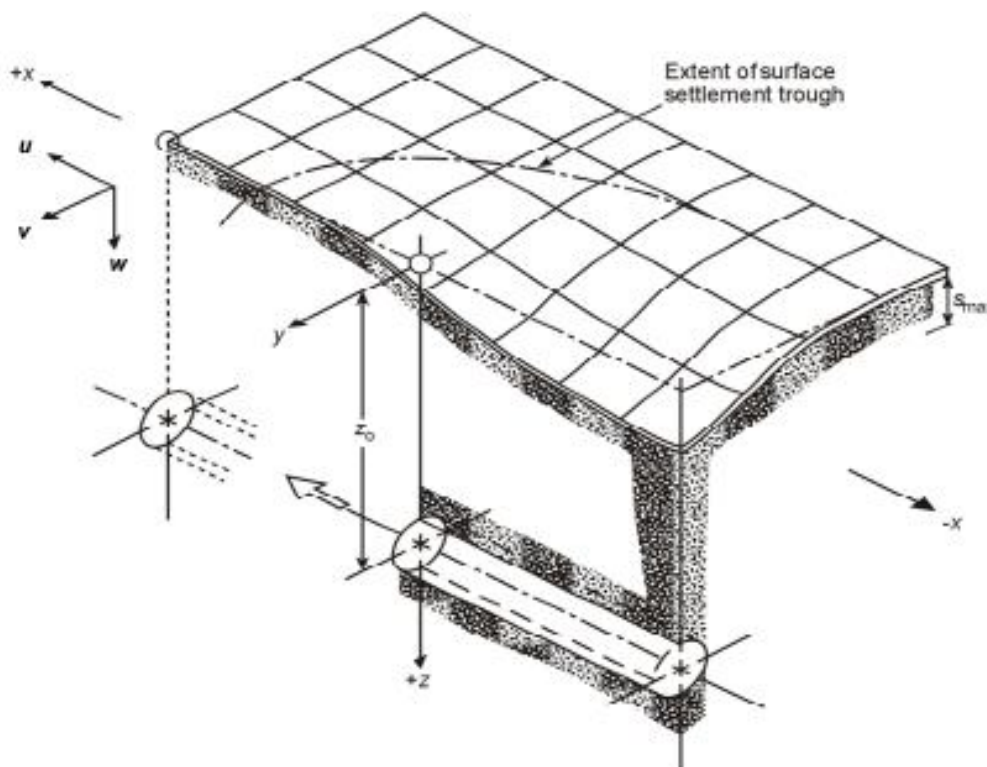
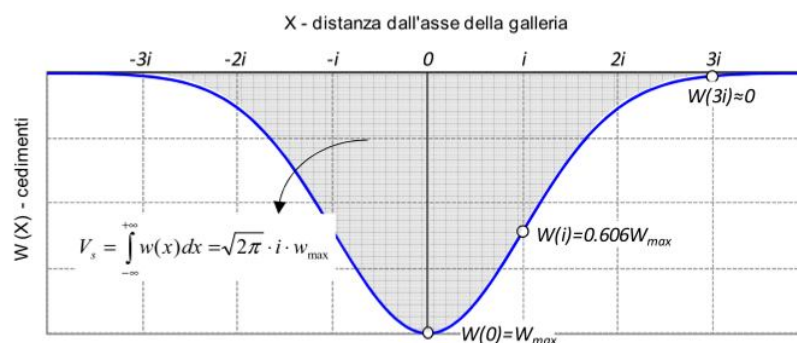


Figura 2 – la conca di subsidenza

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>7 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	7 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	7 di 38								

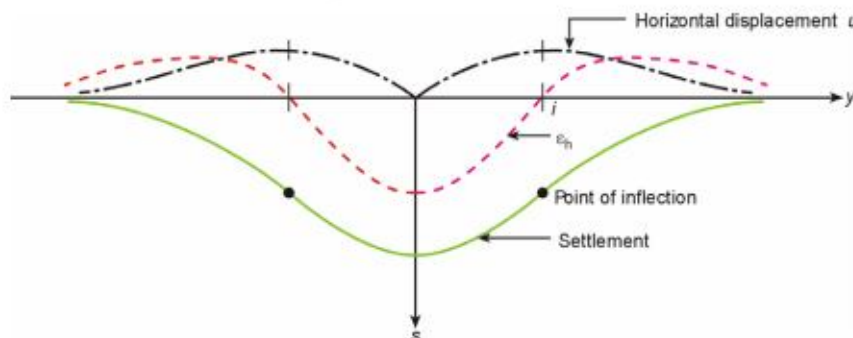
I limiti del bacino di subsidenza trasversale, oltre i quali gli spostamenti verticali possono considerarsi trascurabili, si individuano alla distanza  $y = \pm 2.5 i$ , dove risulta un cedimento inferiore al 5% del cedimento massimo (Mair, Taylor, Burland, 1996).



**Figura 3 – la curva trasversale dei cedimenti**

In senso longitudinale all'asse della galleria la subsidenza è schematizzabile, con buona approssimazione, con la curva integrale della funzione definita per l'andamento trasversale dei cedimenti. Tale curva è caratterizzata da un parametro  $i$  uguale a quello adottato per la sezione trasversale, e da un valore di cedimento in corrispondenza del fronte di scavo della galleria pari al 50% del cedimento finale massimo (Attewell et al. 1986).

Gli spostamenti (e le deformazioni) orizzontali associati ai cedimenti possono calcolarsi, a partire da questi ultimi, ipotizzando che il vettore spostamento complessivo sia sempre diretto verso l'asse della galleria.



**Figura 4 – andamento degli spostamenti e deformazioni orizzontali**

Per quanto sopra, ai fini della valutazione della subsidenza in superficie, è necessario definire il parametro  $V_p$  e il coefficiente  $k$ ; all'aumentare del primo corrisponde un aumento direttamente proporzionale dei cedimenti; all'aumentare del secondo, invece, cambia la forma della curva trasversale dei cedimenti, che diventa più ampia ma con un cedimento massimo inferiore.

Nella analisi eseguite, sia  $V_p$  che  $k$  sono stati fatti variare nell'ambito di intervalli di interesse.

Per il volume perso sono state ripetute analisi con  $V_p$  pari a 1%, 1.5% e 2%, in modo da analizzare sia scenari deformativi in linea con le attese, sia scenari di rischio legati a eventuali imprevisti in fase di caso.

Per il coefficiente  $k$  sono state ripetute analisi con valori di 0.35 e 0.50; il primo è rappresentativo di terreni a comportamento prevalentemente granulare, il secondo è rappresentativo di terreni a comportamento prevalentemente coesivo. Con tali valori è stato possibile tener conto dei diversi scenari attesi secondo le

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>8 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	8 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	8 di 38								

stratigrafie di progetto che prevedono, in sintesi, terreni prevalentemente granulari in superficie (unità DT, Pir, TGCs), e terreni a risposta prevalentemente coesiva al di sotto (unità ALV).

Per tutti gli approfondimenti del caso, riguardo il modello geotecnico di riferimento, si rimanda agli elaborati specifici.

A seguito di queste prime analisi (eseguite già in fase di PD), per le condizioni più critiche emerse, è stato condotto un ulteriore approfondimento utilizzando un modello numerico specifico per la valutazione della subsidenza in superficie. Il modelli numerici, rispetto alle relazioni in forma chiusa sopra descritti, hanno il vantaggio di:

- utilizzare un modello costitutivo del terreno elasto-plastico,
- tengono in conto la reale morfologia del terreno;
- tengono in conto la reale stratificazione delle unità geotecniche al di sopra della galleria;
- sono simulate le fasi di lavorazione, gli interventi di consolidamento e sostegni previsti per le diverse sezioni tipologiche.

Tutti questi aspetti garantiscono di limitare le ipotesi di base del metodo analitico in forma chiusa e garantire una più realistica valutazione degli spostamenti verticali ed orizzontali al di sopra della galleria.



	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>9 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	9 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	9 di 38								

## 4 STUDIO DEL RISCHIO DI DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI

Calcolate le curve di subsidenza in condizioni di campo libero, si passa allo studio del potenziale relativo danneggiamento degli edifici interferenti.

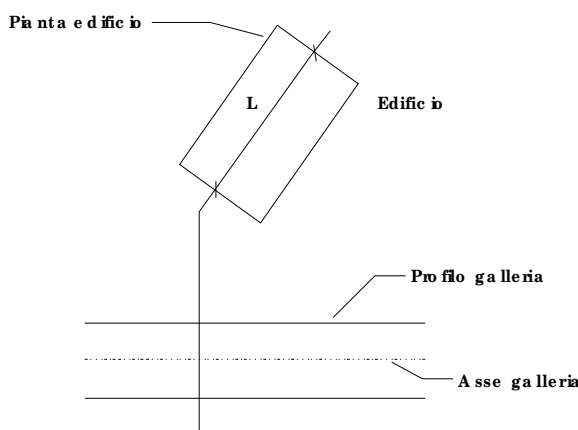
Ai fini del censimento degli edifici interferenti e della relativa caratterizzazione sono stati considerati i rilievi topografici della cartografia di progetto, ed i dati provenienti dal sopralluogo effettuato in situ. Le dimensioni e l'altezza degli edifici sono state ricavate dal rilievo topografico. La tipologia strutturale degli edifici (telai in calcestruzzo armato o muratura portante) è stata definita in base ai dati acquisiti col sopralluogo; nei casi incerti, a favore di sicurezza, si è assunta la condizione strutturale di muratura portante.

Per ciascun edificio si è ipotizzata la presenza di un piano interrato: questo oltre ad avere effetto sull'altezza totale del fabbricato, richiede che il calcolo dei cedimenti sia fatto con riferimento al piano di posa delle fondazioni dell'edificio e non al piano campagna dove i cedimenti sono maggiori.

### 4.1 METODO DELLA TRAVE EQUIVALENTE

Gli edifici vengono analizzati nel piano trasversale all'asse della galleria, considerando gli effetti combinati indotti dai cedimenti e dagli spostamenti orizzontali.

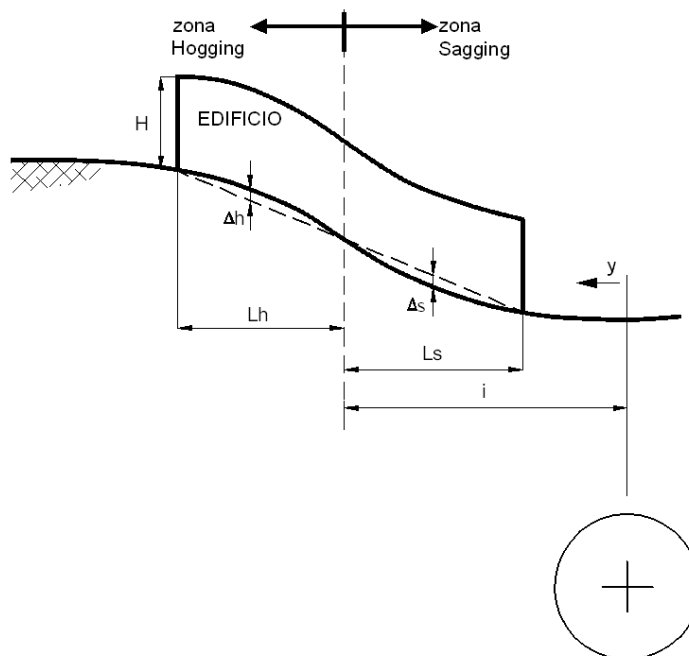
Secondo il metodo della trave equivalente le interferenze vengono schematizzate come travi elastiche prive di peso, di altezza  $H$  e lunghezza  $L$  (Burland, 1997); per edifici che in generale non si sviluppano ortogonalmente all'asse della galleria, la lunghezza  $L$  è definita secondo lo schema riportato in figura seguente; l'altezza  $H$  è calcolata a partire dal piano di posa delle fondazioni.



**Figura 5 – definizione della lunghezza della trave equivalente**

Alla trave equivalente così definita viene imposto il profilo dei cedimenti calcolato in condizioni di campo libero.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>10 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	10 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	10 di 38								



**Figura 6 – schematizzazione del metodo della trave equivalente**

Lungo lo sviluppo dell'interferenza devono distinguersi le tratte, cosiddette di sagging, in cui il profilo dei cedimenti presenta concavità rivolta verso l'alto e le deformazioni orizzontali sono di compressione, e le tratte cosiddette di hogging, in cui il profilo dei cedimenti presenta concavità rivolta verso il basso e le deformazioni orizzontali sono di estensione.

Per ciascuna di queste tratte, dal calcolo dei rapporti di inflessione ( $\Delta/L$ ), e per combinazione delle singole componenti di deformazione (di taglio, flessionali ed orizzontali), si determina la massima deformazione di estensione ( $\epsilon_{totale}$ ), secondo le seguenti:

Per ciascuna di queste tratte, dal calcolo dei rapporti di inflessione ( $\Delta/L$ ), e per combinazione delle singole componenti di deformazione (di taglio, flessionali ed orizzontali), si determina la massima deformazione di estensione ( $\epsilon_{max}$ ), secondo le seguenti relazioni:

$$\epsilon_f = \frac{\Delta/L_i}{\left[ \frac{L_i}{12t} + \frac{3IE}{2tL_i HG} \right]}$$

$$\epsilon_t = \frac{\Delta/L_i}{\left[ 1 + \frac{HL_i^2 G}{18IE} \right]}$$

$$\epsilon_y = \frac{\Delta S_h}{L_i}$$

dove:

$\epsilon_f$  = deformazione flessionale;

$\epsilon_t$  = deformazione di taglio;

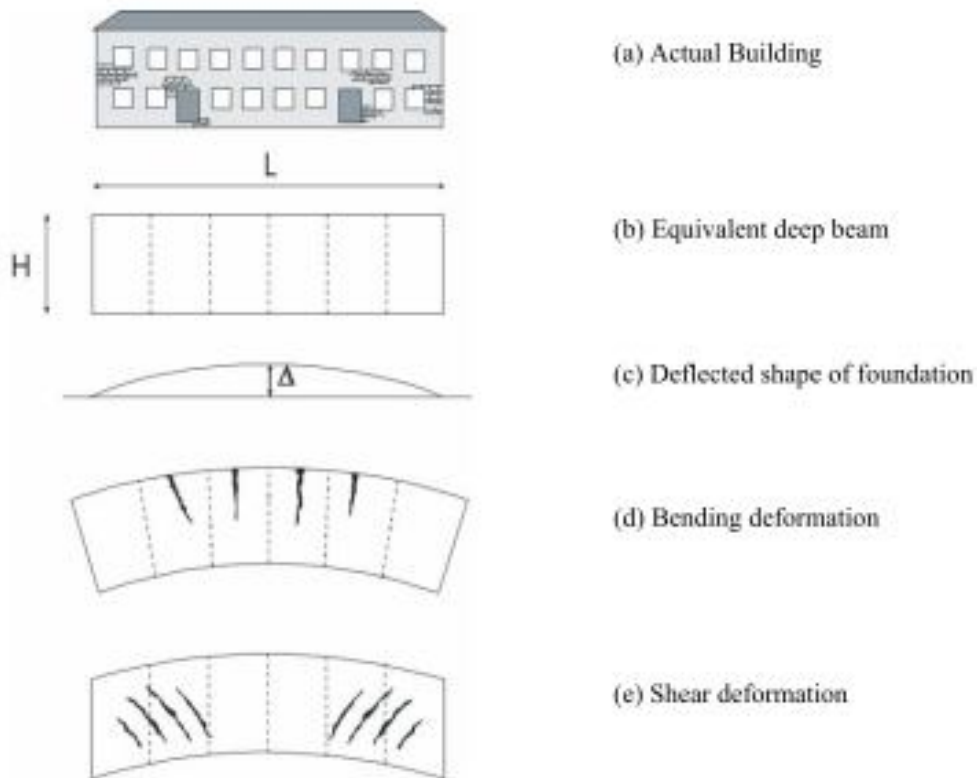
$\epsilon_y$  = deformazione orizzontale;

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>11 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	11 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	11 di 38								

$\Delta/L_i$  = rapporto di inflessione sulla singola tratta analizzata (sagging/hogging);  
 $I$  = modulo di inerzia ( $H^3/12$  in zona sagging ;  $H^3/3$  in zona hogging);  
 $E/G$  = rapporto tra il modulo elastico e il modulo di taglio della trave equivalente (12.5 per fabbricati intelaiati in cemento armato e 2.6 per fabbricati in muratura portante);  
 $t$  = distanza dell'asse neutro dal bordo teso della trave ( $H/2$  in zona sagging;  $H$  in zona hogging).  
 $\Delta S_h$  = differenza tra gli spostamenti orizzontali alle estremità della singola tratta analizzata (sagging/hogging).

$$\varepsilon_{totale} = \varepsilon_y + \varepsilon_f \quad (\text{condizione di flessione})$$

$$\varepsilon_{totale} = 0.35 \cdot \varepsilon_y + \left[ (0.65 \cdot \varepsilon_y)^2 + \varepsilon_t^2 \right]^{0.5} \quad (\text{condizione di taglio, } n = 0.3)$$



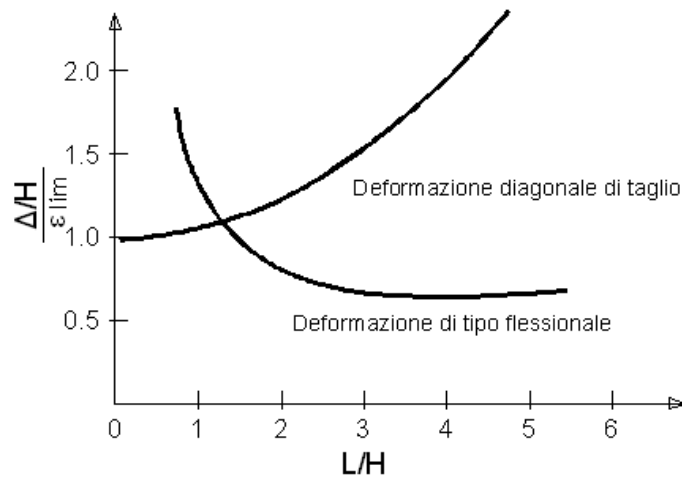
**Figura 7 – Schematizzazione dell'interazione edificio-terreno di fondazione mediante trave**

Per una trave di lunghezza  $L$  e altezza  $H$  è possibile valutare il massimo valore di trazione per un dato valore di  $\Delta/L$  e di  $\varepsilon_h$  in funzione di  $t$ ,  $E/G$  e  $v$ .

Il valore così calcolato di  $\varepsilon_{max}$  può essere utilizzato per valutare il potenziale danno associato con le deformazioni causate dai cedimenti.

**RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE**

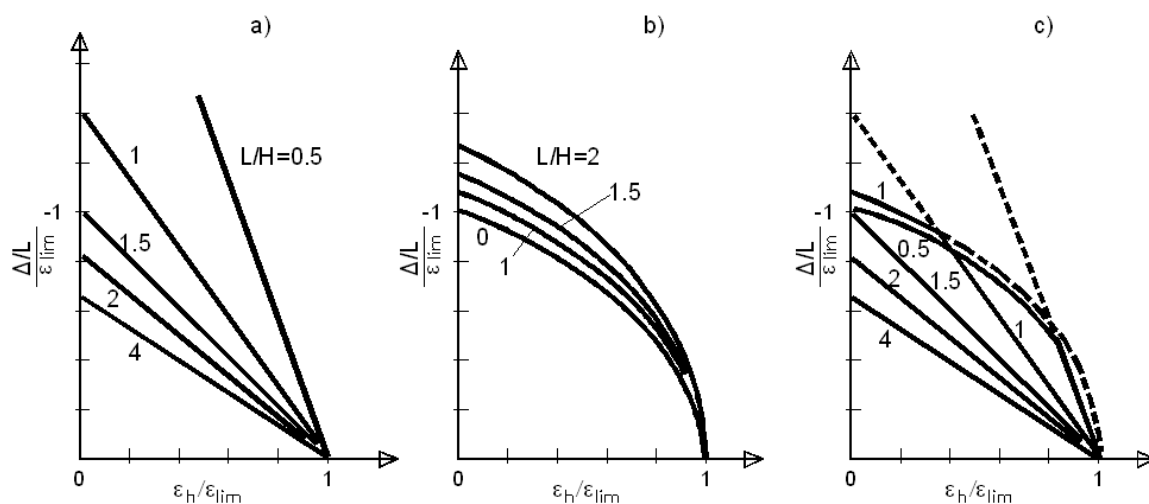
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	12 di 38



**Figura 8 – Rapporto tra  $(\Delta/L)/\varepsilon_{lim}$  e geometria trave per travi rettangolari isotrope con l'asse neutro posizionato in corrispondenza dell'intradosso (Burland, J.B., Standing, J.R., e Jardine, F.M., Building response to tunnelling – Case studies from construction of the Jubilee Line Extension, Thomas Telford, 2001)**

Dal grafico precedente, per valori di  $L/H < 1.5$ , le deformazioni disposte diagonalmente (dovute alle forze di taglio) prevalgono, mentre per valori di  $L/H > 1.5$ , dominano le deformazioni causate dal momento flettente.

Ponendo il valore di deformazione di sola flessione (o taglio) uguale al valore di  $\varepsilon_{lim}$  è possibile indagare il comportamento per diversi rapporti dimensionali (L ed H) della trave equivalente. Nelle figure seguenti si riportano le correlazioni tra il rapporto  $\Delta/L$  e la deformazione orizzontale  $\varepsilon_h$  normalizzati rispetto al valore di deformazione limite  $\varepsilon_{lim}$ .



**Figura 9 – Influenza delle deformazioni orizzontali sul valore di  $(\Delta/L)/\varepsilon_{lim}$  per: (a) deformazione controllata dalla flessione, (b) deformazione controllata dal taglio, (c) deformazione controllata sia dalla flessione che dal taglio.**

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>13 di 38</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	13 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	13 di 38								

## 4.2 DEFINIZIONE DELLE CATEGORIE DI DANNO

I valori di  $\varepsilon_{lim}$  da adottare derivano dalla classificazione di Burland, 1987 in cui sono individuate 5 categorie di danno di seguito illustrate con il relativo valore massimo di  $\varepsilon_{lim}$ .

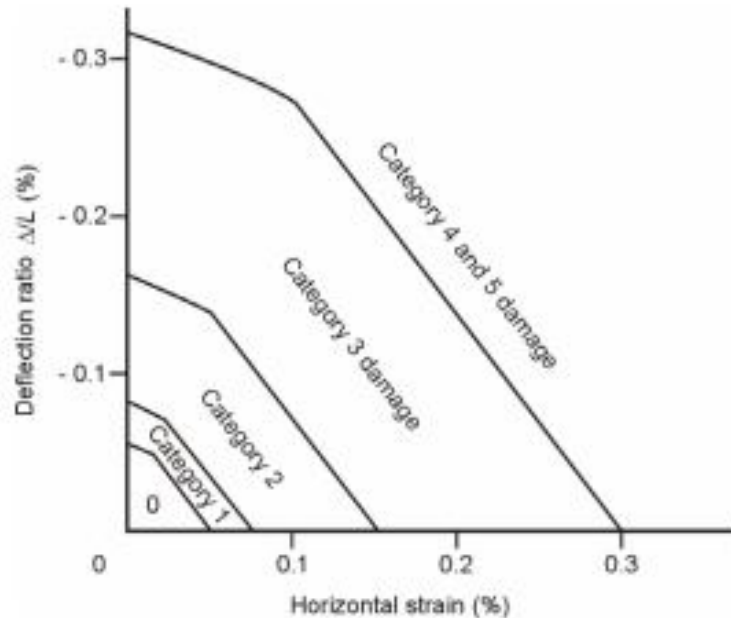
**Tabella 2: classificazione delle categorie di danno (Burland, 1987)**

Categoria di danno	Grado di severità	Descrizione	Deformazione limite di estensione $\varepsilon_{lim}$ (%)
0	Trascurabile	Fessure capillari con apertura $\leq 0.1$ mm	0.00 ÷ 0.05
1	Molto lieve	Fessure sottili cui si rimedia facilmente con lavori di tinteggiatura. Il danno in genere è limitato agli intonaci delle pareti interne. Fessure alle pareti esterne rilevabili con attento esame. Tipica apertura delle lesioni $\leq 1$ mm	0.05 ÷ 0.075
2	Lieve	Fessure facilmente stuccabili, nuova tinteggiatura probabilmente necessaria. Le fessure ricorrenti possono essere mascherate con opportuni rivestimenti. Fessure visibili anche all'esterno: può essere necessaria qualche ripresa della stillatura per garantire l'impermeabilità. Possibili difficoltà nell'apertura di porte e finestre. Tipica apertura delle lesioni $\leq 5$ mm	0.075 ÷ 0.15
3	Moderato	Le fessure richiedono cucì e scuci della muratura. Anche all'esterno sono necessari interventi sulla muratura. Possibile blocco di porte e finestre. Rottura di tubazioni. Spesso l'impermeabilità non è garantita. Tipica apertura delle lesioni 5 ÷ 15 mm oppure numero elevato di lesioni con apertura $\leq 3$ mm	0.15 ÷ 0.30
4	Severo	Necessarie importanti riparazioni, compresa demolizione e ricostruzione di parti di muri, specie al di sopra di porte e di finestre. I telai di porte e di finestre si distorcono: percepibile pendenza dei pavimenti. Muri inclinati o spanciati; qualche perdita d'appoggio di travi. Tubazioni distrutte. Tipica apertura delle lesioni 15 ÷ 25 mm, dipendente anche dal numero delle lesioni	> 0.30
5	Molto severo	Richiesti importanti lavori con parziale o totale demolizione e ricostruzione. Le travi perdono l'appoggio, i muri si inclinano fortemente e richiedono puntellatura. Pericolo di instabilità. Tipica apertura delle lesioni $\leq 25$ mm, dipendente anche dal numero delle lesioni	

Combinando il grafico di Figura 9(c) con i valori di  $\varepsilon_{lim}$ , si ottiene il grafico di seguito riportato per uno specifico rapporto dimensionale L/H.

**RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	14 di 38



**Figura 10 – Correlazione tra la categoria di danno, il valore di  $\Delta/L$  e della deformazione orizzontale valido per un rapporto dimensionale  $L/H=1$  (Burland, 1987).**

Per valori delle deformazioni di estensione entro i limiti della categoria di danno 2, sono attesi solo danni estetici. In categoria 3 si sviluppano danni che compromettono parzialmente la funzionalità della struttura. Alle categorie 4 e 5 corrispondono danni di tipo strutturale.

Quale valore critico di riferimento da considerare a garanzia della funzionalità delle interferenze stesse, si assume il valore limite della deformazione di estensione di 0.15% che segna il confine tra la 2<sup>a</sup> e la 3<sup>a</sup> categoria di danno.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>15 di 38</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	15 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	15 di 38								

## 5 STUDIO DEL DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI SENZA INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

### 5.1 VALUTAZIONI MEDIANTE RELAZIONI ANATICHE

Nella Tabella 3 sono riportati i risultati delle analisi condotte per ciascun edificio che interferisce con la galleria, in termini di danno atteso.

Qualora il cedimento massimo al di sotto dell'impronta dell'edificio è inferiore a 1cm, in accordo con la classificazione di Rankin (1988), si assume che gli effetti dello scavo della galleria sull'edificio analizzato sono trascurabili.

**Tabella 3: sintesi dei risultati ottenuti per ciascuna preesistenza**

ID edificio	K=0.35			K=0.50			Categoria di danno atteso
	$V_p=1\%$	$V_p=1.5\%$	$V_p=2\%$	$V_p=1\%$	$V_p=1.5\%$	$V_p=2\%$	
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	2	3	3	3
6	2	3	3	2	2	3	3
7	0	0	0	0	0	0	0
8	2	3	3	1	2	2	3
9	1	2	2	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0

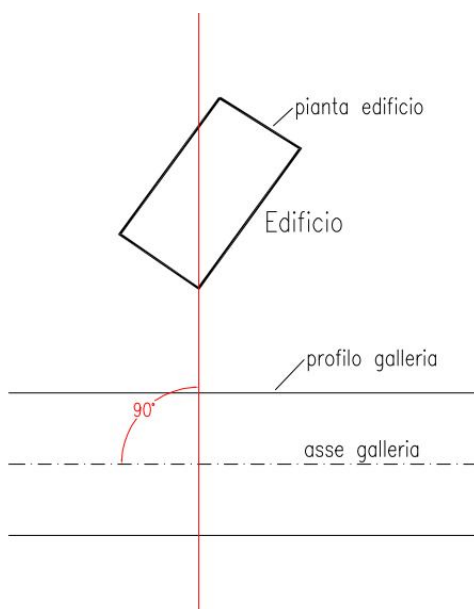
	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>16 di 38</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	16 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	16 di 38								

## 5.2 VALUTAZIONE MEDIANTE MODELLI NUMERICI

Sulla base dei risultati ottenuti già in fase di Progetto Definitivo mediante metodi empirici (e riportati al paragrafo precedente), per le situazioni più critiche, rappresentate dagli edifici in cui si prevede una categoria di danno superiore a 2, si è ricorso anche all'utilizzo di modelli numerici.

I modelli numerici per la valutazione della subsidenza sono stati condotti per gli edifici 5, 6 e 8; ciascuna analisi è stata condotta considerando la copertura esatta in corrispondenza dell'edificio esaminato e la stratigrafia specifica del modello geotecnico a quella progressiva. Le sezioni di verifica sono sempre perpendicolari all'asse della galleria e sono state ubicate nei punti in cui l'edificio è più vicino alla galleria.

I carichi assunti per ciascun edificio sono stati valutati adottando un valore di 20kPa per piano nel caso di edifici di civile abitazione e una pressione massima di 30kPa per gli edifici industriali. La pressione è stata applicata sull'intera area dell'edificio



**Figura 11 – definizione della posizione delle sezioni di analisi**

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche dei modelli messi a punto.

**Tabella 4: sintesi delle analisi numeriche condotte per la valutazione dei danni**

ID Analisi	Edificio	pk	copertura [m]	Sezione tipo prevalente	Stratigrafia
GN01_C1_ed5	5	6+715.91	13.6	C1	0÷-7m: DT; -7m÷-16m: Pir; -16m÷-25m: TGCs <-25m: ALV
GN01_C1bis_ed6	6	6+642.71	18.2	C1bis	0÷-8m: DT; -8m÷-15m: Pir; -15m÷-24m: TGCs <-24m: ALV
GN01_C2_ed8	8	6+521.32	24.4	C2	0÷-8m: DT; -8m÷-17m: Pir; -17m÷-21m: TGCs



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">GN0100 002</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">17 di 38</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	17 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	17 di 38								

					<-21m: ALV
--	--	--	--	--	------------

**Tabella 5: Parametri geotecnici caratteristici assunti per le unità non litoidi**

FORMAZIONE	$\gamma$	$c'_k$	$\phi'_k$	$c_{u,k}$	$E_{u,k}$	$E_k$
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[MPa]	[kPa]	[MPa]	[MPa]
DT coltri eluvio colluviali	18	2.5	27	-	-	22
Pir piroclastiti superficiali poco addensate ed alterate	15	2.5	27	-	-	22
TGCs tufo Grigio Campano in facies sciolta	17	2.5	32.5	-	-	40
ALV Argille varicolori	20	40	18	195+4kPa/m	27 per $z \leq 20m$ 27+0.9*z per 20m $\geq z \leq 40m$ 45+1.75*z per $z > 40m$	27 per $z \leq 20m$ 27+0.9*z per 20m $\geq z \leq 40m$ 45+1.75*z per $z > 40m$

Dove:

$\gamma$  il peso di volume naturale del terreno

$c'_k$  è la coesione efficace

$\phi'_k$  è l'angolo di attrito efficace

$c_{u,k}$  è la coesione non drenata

$E_k$  è il modulo elastico in condizioni drenate

$E_{u,k}$  è il modulo elastico in condizioni non drenate

Il metodo di calcolo impiegato è quello degli elementi finiti (FEM) implementato tramite il codice commerciale RS2, ver.9.02, prodotto dalla Rocscience Inc<sup>®</sup>. Per maggiori dettagli in merito alle condizioni al contorno ed iniziali assunte, alla legge di comportamento dei materiali assunta, alla simulazione delle fasi, si rimanda integralmente alla descrizione di dettaglio fatta nella relazione tecnica e di calcolo della galleria di linea per le sezioni tipologiche C1, C1bis e C2.

Le fasi adottate sono di seguito sinteticamente riportate per ciascuna sezione tipo:

**Tabella 6: Fasi di analisi e rilasci per l'analisi GN01\_C1\_ed5**

Fase	Descrizione	Pressione interna fittizia ( $P_i/P_0$ )
1	Condizione geostatica	-
2	Applicazione della pressione interna fittizia e realizzazione delle colonne di jet grouting	1.0
3	Rilascio in corrispondenza del fronte di scavo	0.72
4	Esecuzione dello sfondo a 1.0m dal fronte di scavo	0.68
5	Installazione del sostegno di prima fase a 2.0m dal fronte di scavo	0.62
6	Maturazione del cls proiettato a 1gg (distanza dal fronte: 6.0m)	0.50
7	Maturazione del cls proiettato a 2gg (distanza dal fronte: 12.0m)	0.38
8	Maturazione del cls proiettato a 6gg (distanza dal fronte: 15.0m) e installazione del rivestimento definitivo per arco rovescio e murette	0.30
9	Maturazione del cls proiettato a 28gg (sezione lontano dal fronte di scavo)	0.15
10	Completamento dell'installazione del rivestimento definitivo per la calotta	0.05
11	Annullamento della pressione interna fittizia	0

**Tabella 7: Fasi di analisi e rilasci per l'analisi GN01\_C1bis\_ed6**

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>18 di 38</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	18 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	18 di 38								

Fase	Descrizione	Pressione interna fittizia (P <sub>i</sub> /P <sub>0</sub> )
1	Condizione geostatica	-
2	Applicazione della pressione interna fittizia e realizzazione dei consolidamenti radiali	1.0
3	Rilascio in corrispondenza del fronte di scavo	0.72
4	Esecuzione dello sfondo a 1.0m dal fronte di scavo	0.68
5	Installazione del sostegno di prima fase a 2.0m dal fronte di scavo	0.62
6	Maturazione del cls proiettato a 1gg (distanza dal fronte: 6.0m)	0.50
7	Maturazione del cls proiettato a 2gg (distanza dal fronte: 12.0m)	0.38
8	Maturazione del cls proiettato a 6gg (distanza dal fronte: 15.0m) e installazione del rivestimento definitivo per arco rovescio e murette	0.30
9	Maturazione del cls proiettato a 28gg (sezione lontano dal fronte di scavo)	0.15
10	Completamento dell'installazione del rivestimento definitivo per la calotta	0.05
11	Annullamento della pressione interna fittizia	0

**Tabella 8: Fasi di analisi e rilasci per l'analisi GN01\_C2\_ed8**

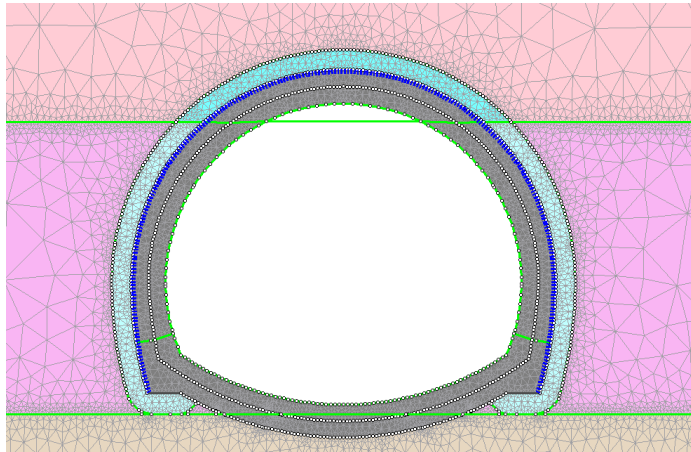
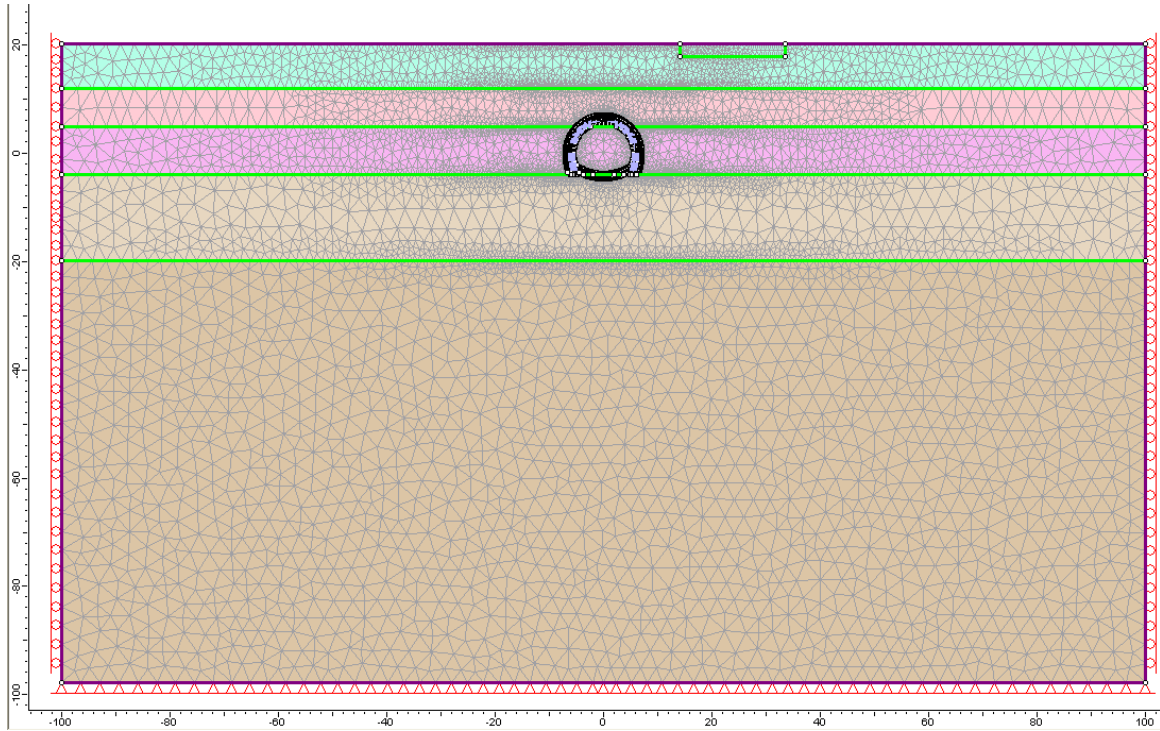
Fase	Descrizione	Pressione interna fittizia (P <sub>i</sub> /P <sub>0</sub> )	Condizioni
1	Condizione geostatica	-	Non drenate
2	Applicazione della pressione interna fittizia e realizzazione dei consolidamenti radiali	1.0	Non drenate
3	Rilascio in corrispondenza del fronte di scavo	0.735	Non drenate
4	Esecuzione dello sfondo a 1.0m dal fronte di scavo	0.435	Non drenate
5	Installazione del sostegno di prima fase a 2.0m dal fronte di scavo	0.360	Non drenate
6	Maturazione del cls proiettato a 2gg (distanza dal fronte: 6.0m)	0.275	Non drenate
7	Maturazione del cls proiettato a 6gg (distanza dal fronte: 8.0m)	0.240	Non drenate
8	Maturazione del cls proiettato a 9gg (distanza dal fronte: 12.0m) e installazione del rivestimento definitivo per arco rovescio e murette	0.205	Non drenate
9	Maturazione del cls proiettato a 28gg (sezione lontano dal fronte di scavo)	0	Non drenate
10	Completamento dell'installazione del rivestimento definitivo per la calotta	0	Non drenate
11	Innalzamento della falda	0	Non drenate

Di seguito si riportano le immagini dei tre modelli ed i risultati in termini di deformazioni verticali, orizzontali, plasticizzazioni e tensioni principali minima e massima oltre alla valutazione del danno effettuata. I dati sono riferiti all'ultima fase del modello. Per quanto attiene il modello dell'edificio 8, le valutazioni sono state condotte alla fase 10 che corrisponde a quella più gravosa in termini di subsidenza.

Le valutazioni condotte si riferiscono al piano di posa delle fondazioni.

**RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	19 di 38

**5.2.1 ANALISI GN01\_C1\_ED5****Figura 12 – Analisi GN01\_C1\_ed5 – modello di calcolo adottato**

RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	20 di 38

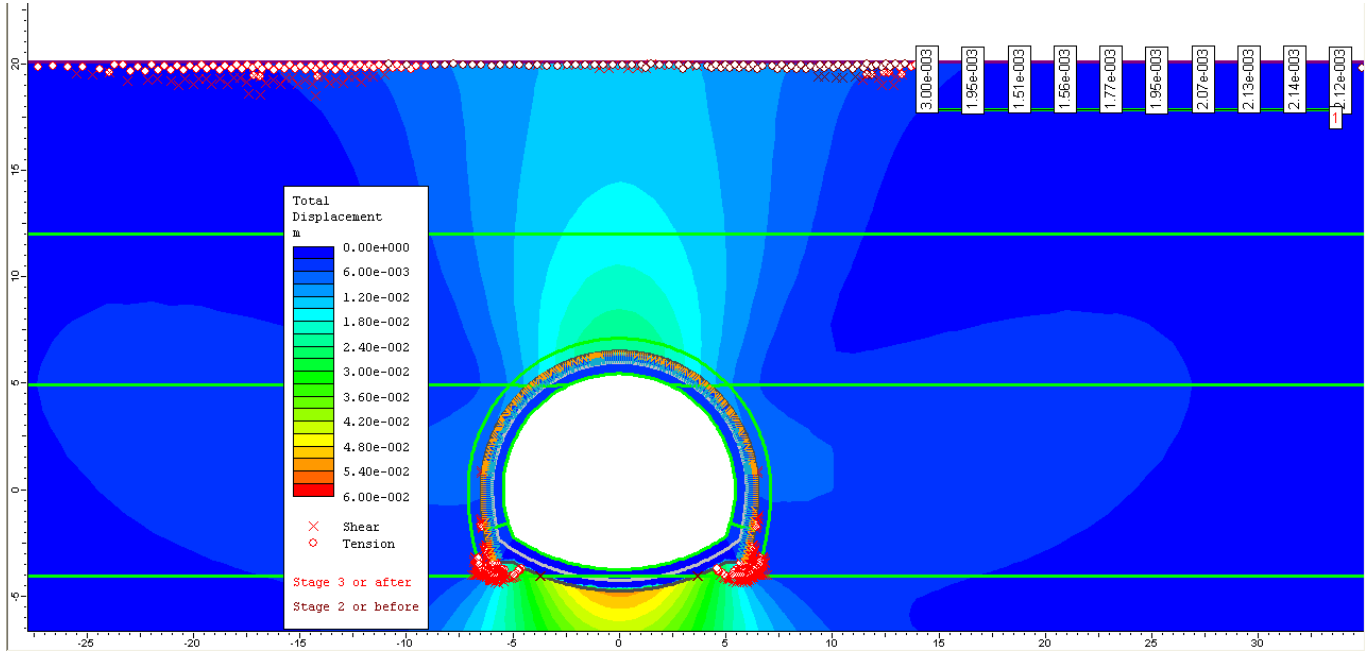
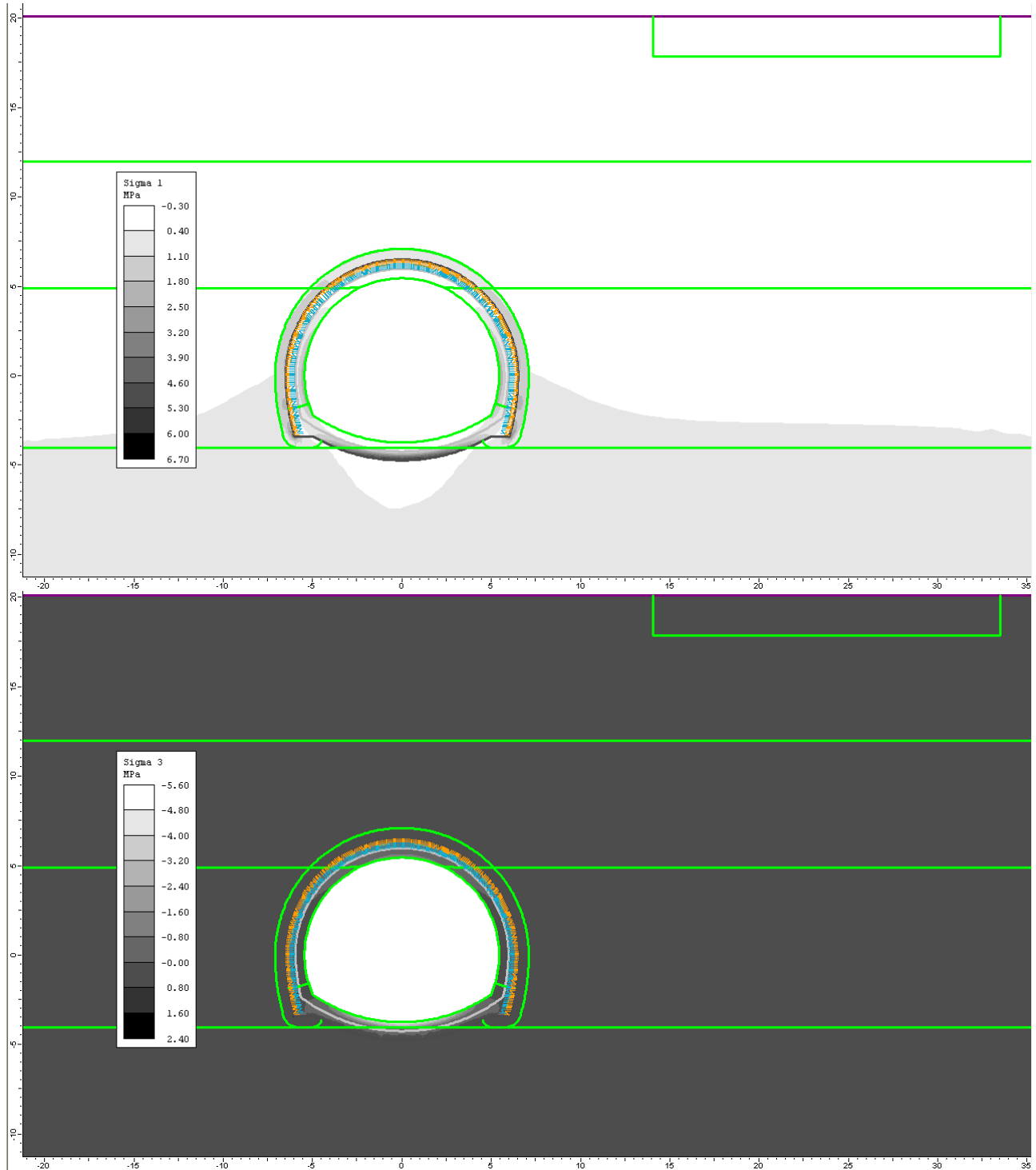


Figura 13 – Analisi GN01\_C1\_ed5 – spostamenti totali e plasticizzazioni

**RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	21 di 38



**Figura 14 – Analisi GN01\_C1\_ed5 – tensioni principali  $\sigma_1$  e  $\sigma_3$  nell'ultima fase**

RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	22 di 38

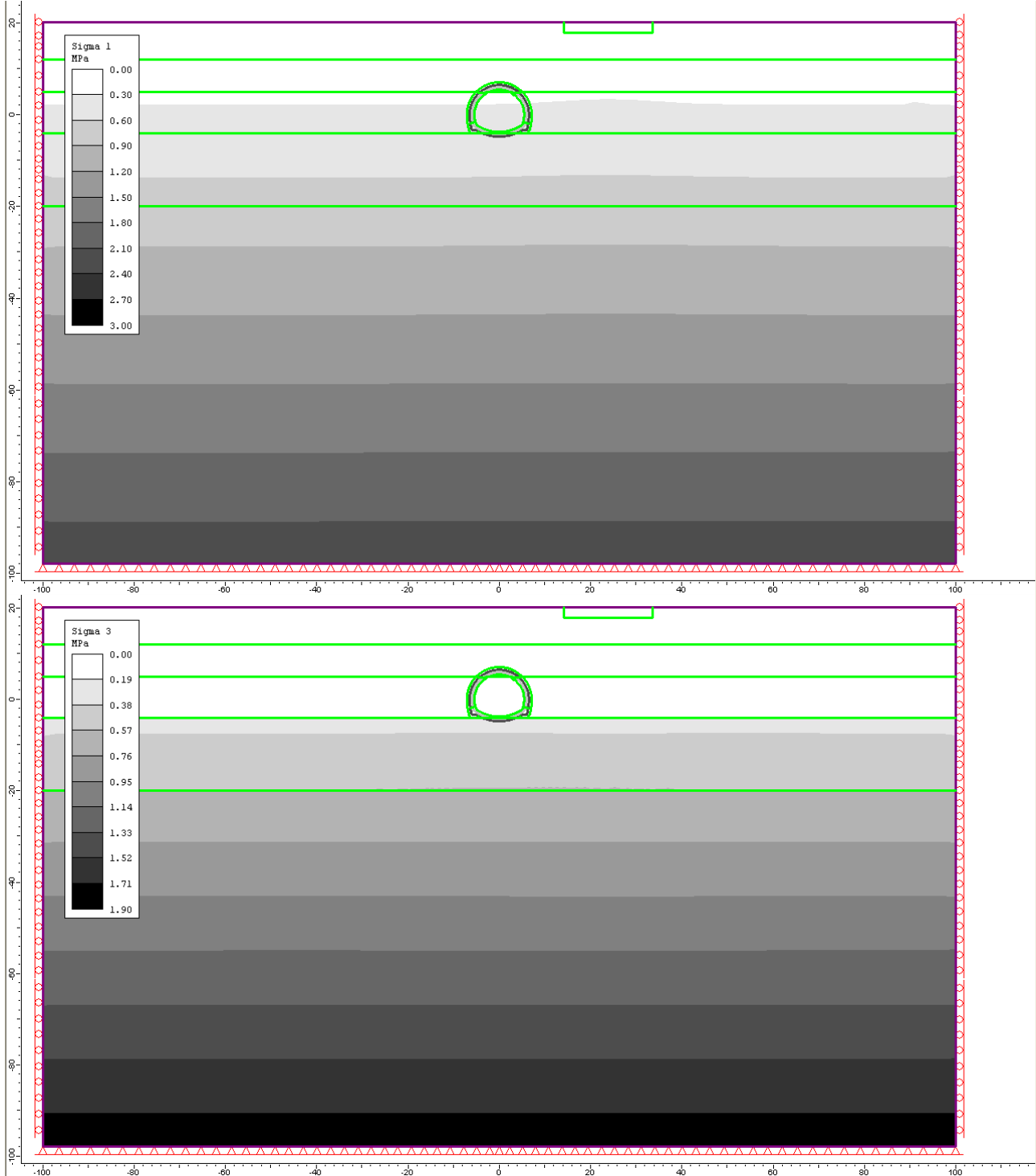
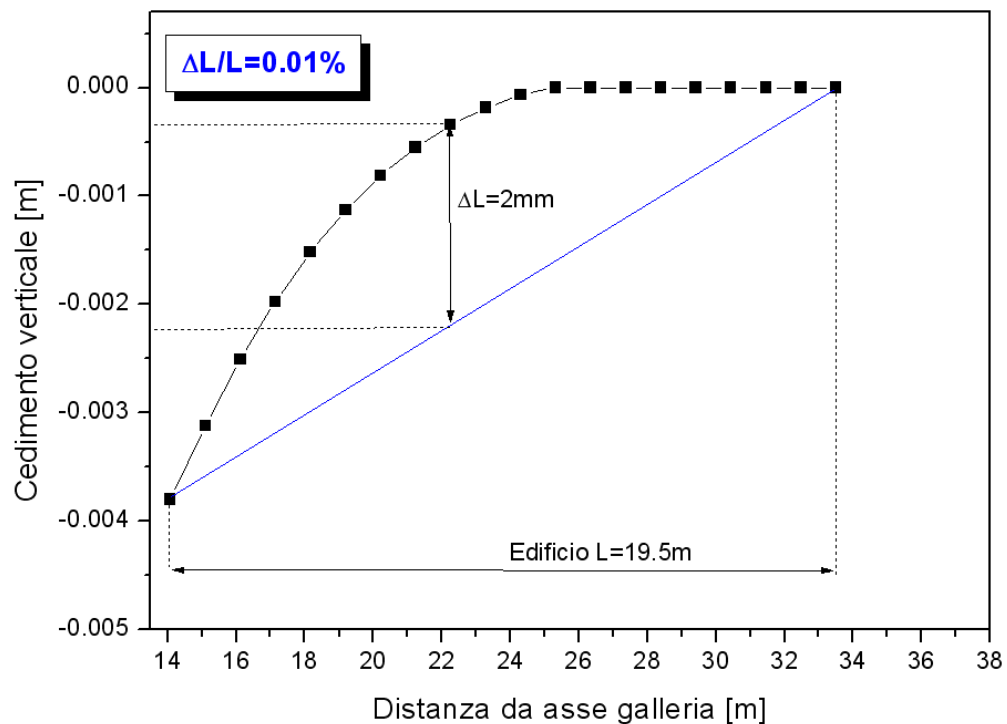
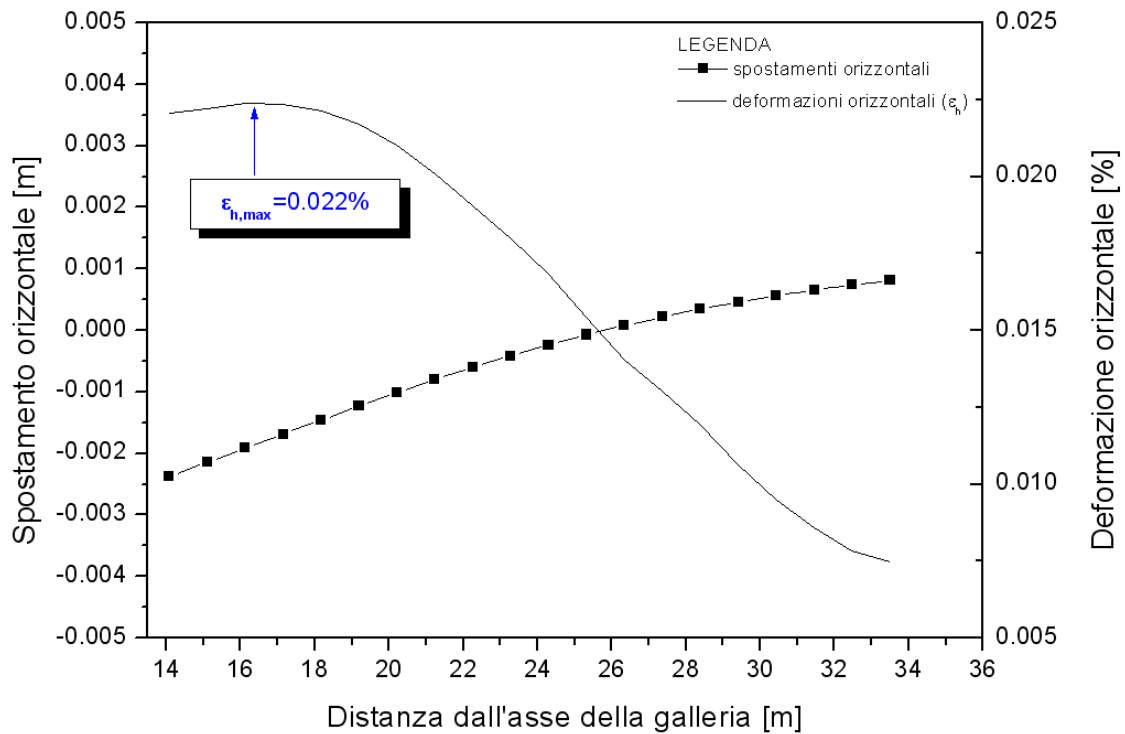


Figura 15 – Analisi GN01\_C1\_ed5 – tensioni principali  $\sigma_1$  e  $\sigma_3$  nella fase 1

**RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	23 di 38



**Figura 16 – Analisi GN01\_C1\_ed5 – spostamenti orizzontali e verticali sotto l'edificio**

RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	24 di 38

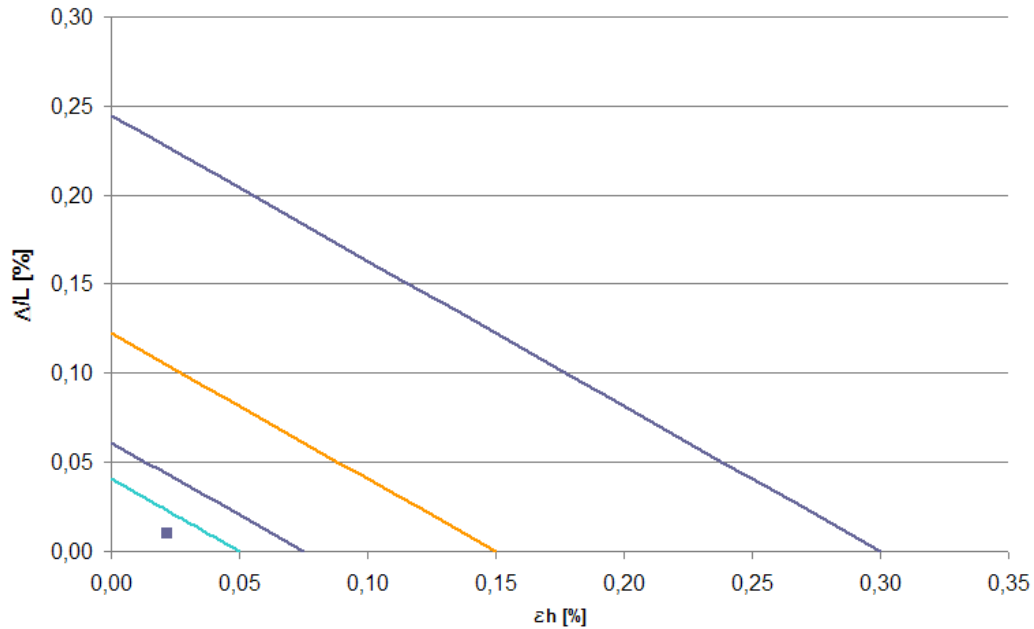


Figura 17 – Analisi GN01\_C1\_ed5 – valutazione del danno



**RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	25 di 38

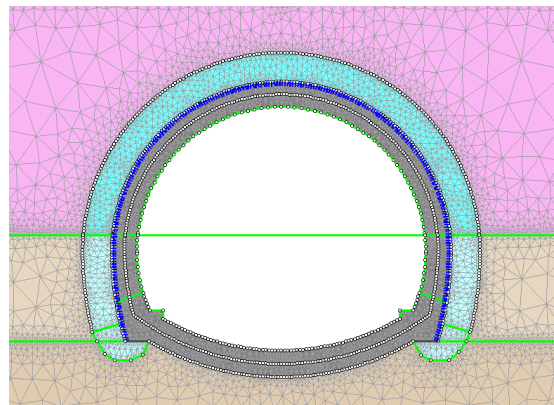
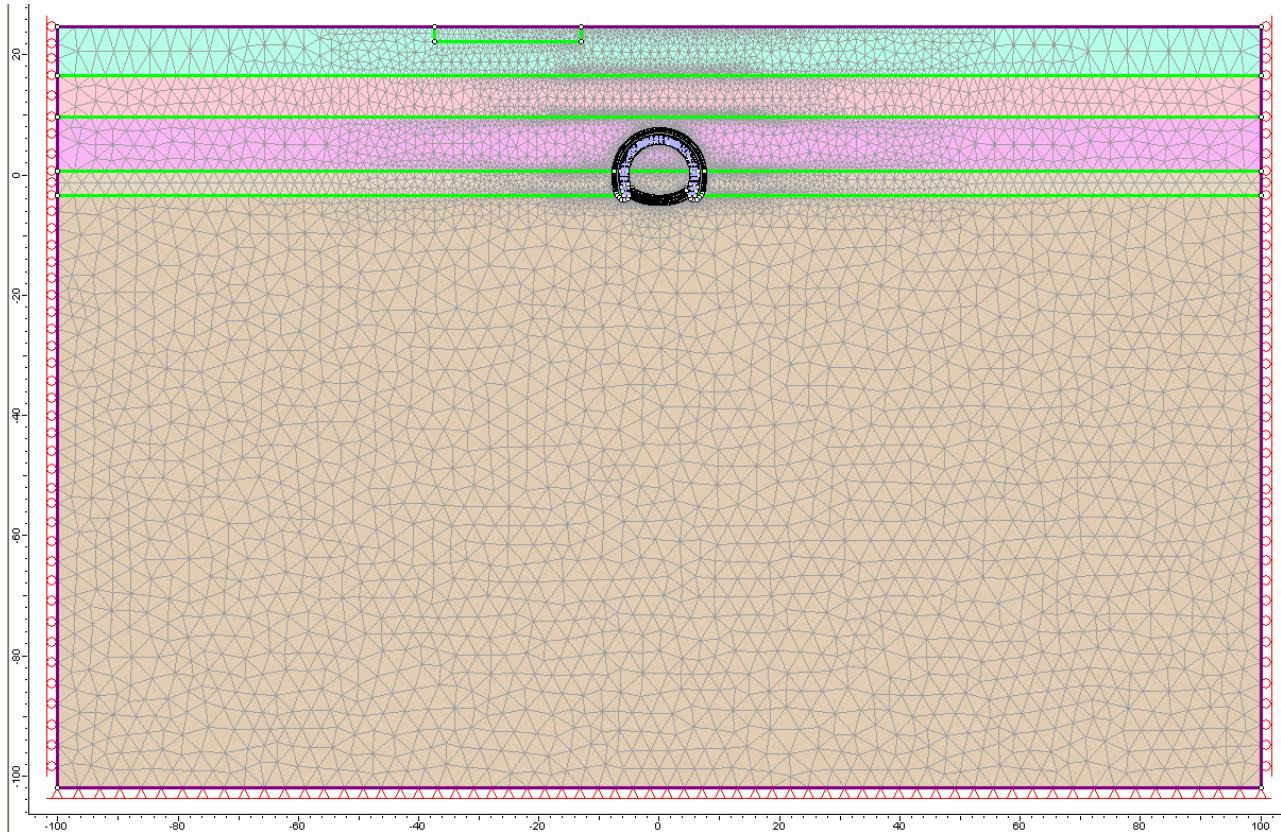
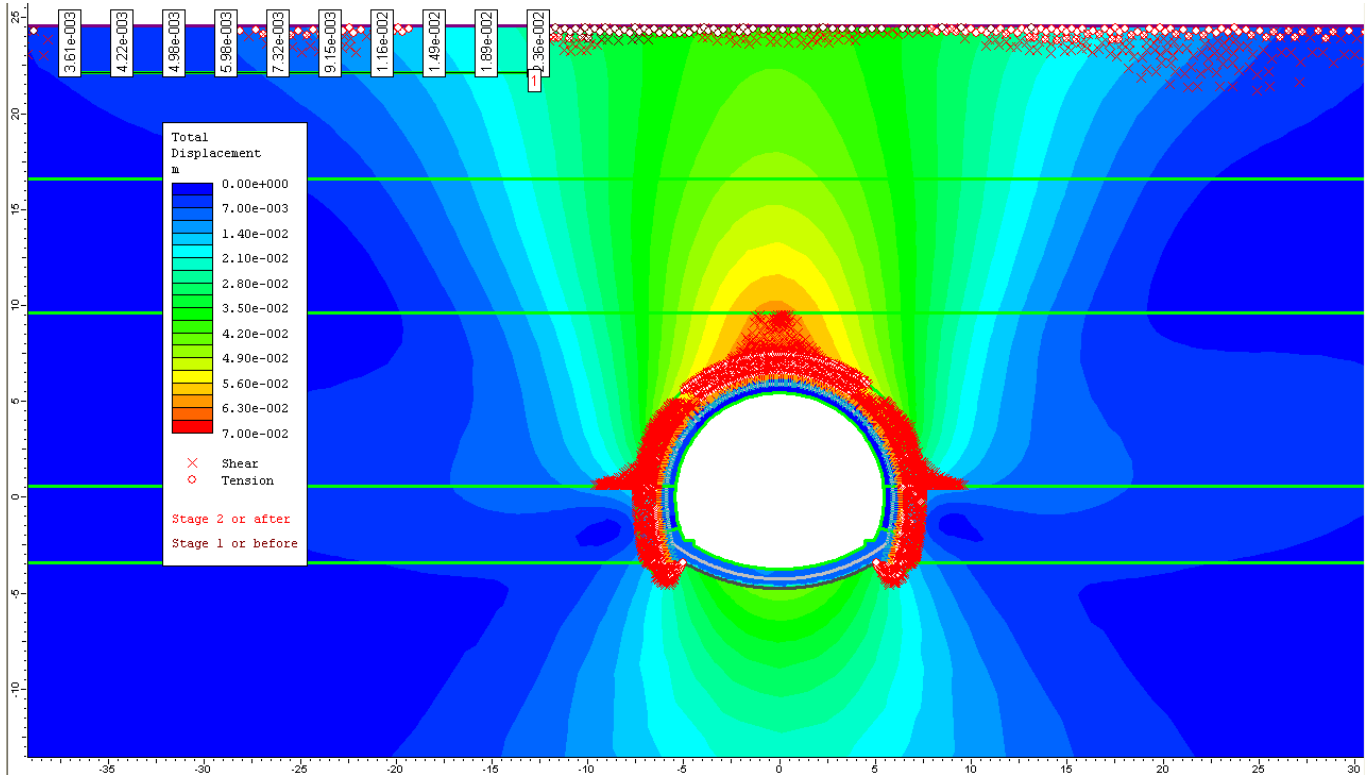
**5.2.1 ANALISI GN01\_C1BIS\_ED6**

Figura 18 – Analisi GN01\_C1bis\_ed6 – modello di calcolo adottato

**RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	26 di 38



**Figura 19 – Analisi GN01\_C1bis\_ed6 – spostamenti totali e plasticizzazioni**

RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	27 di 38

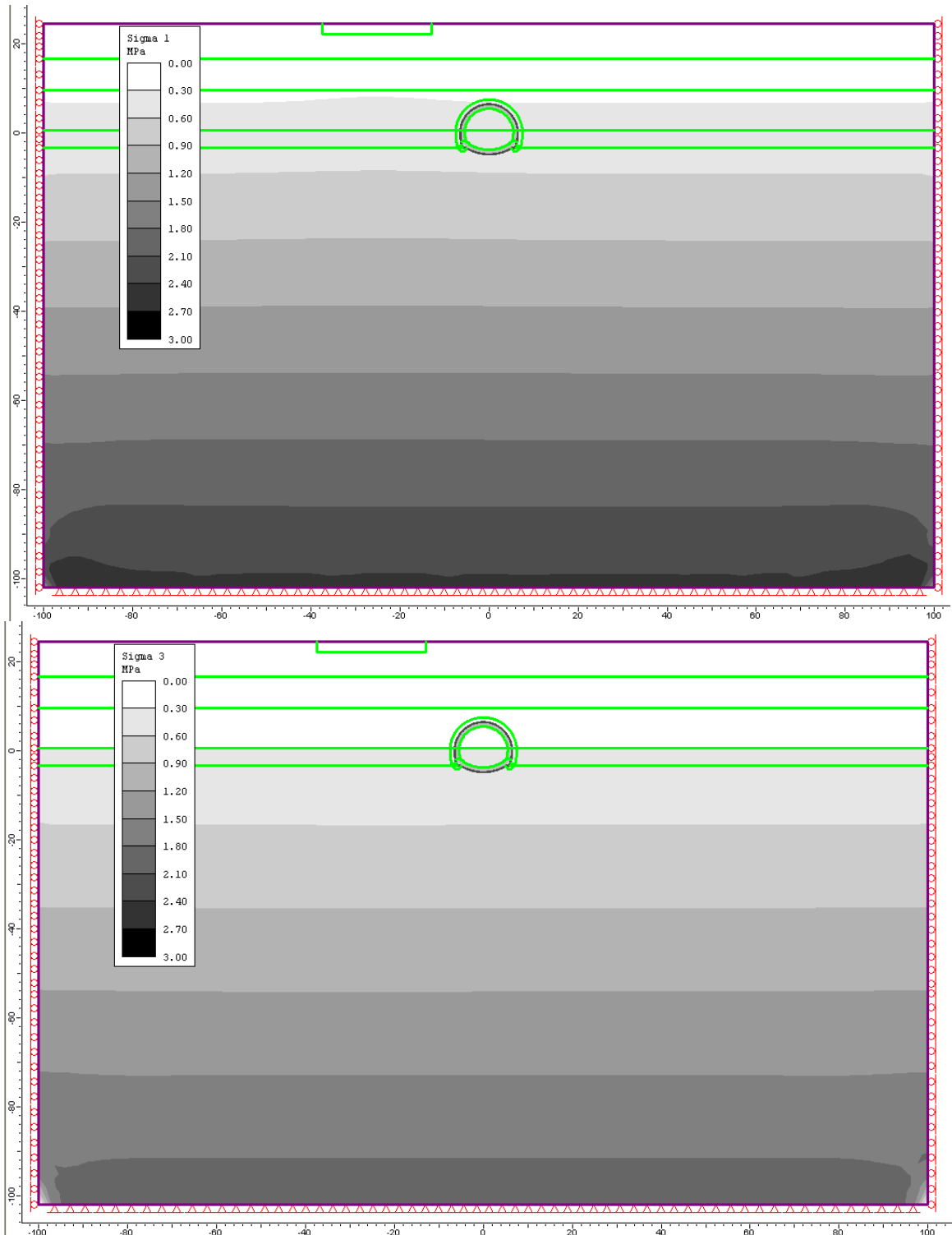
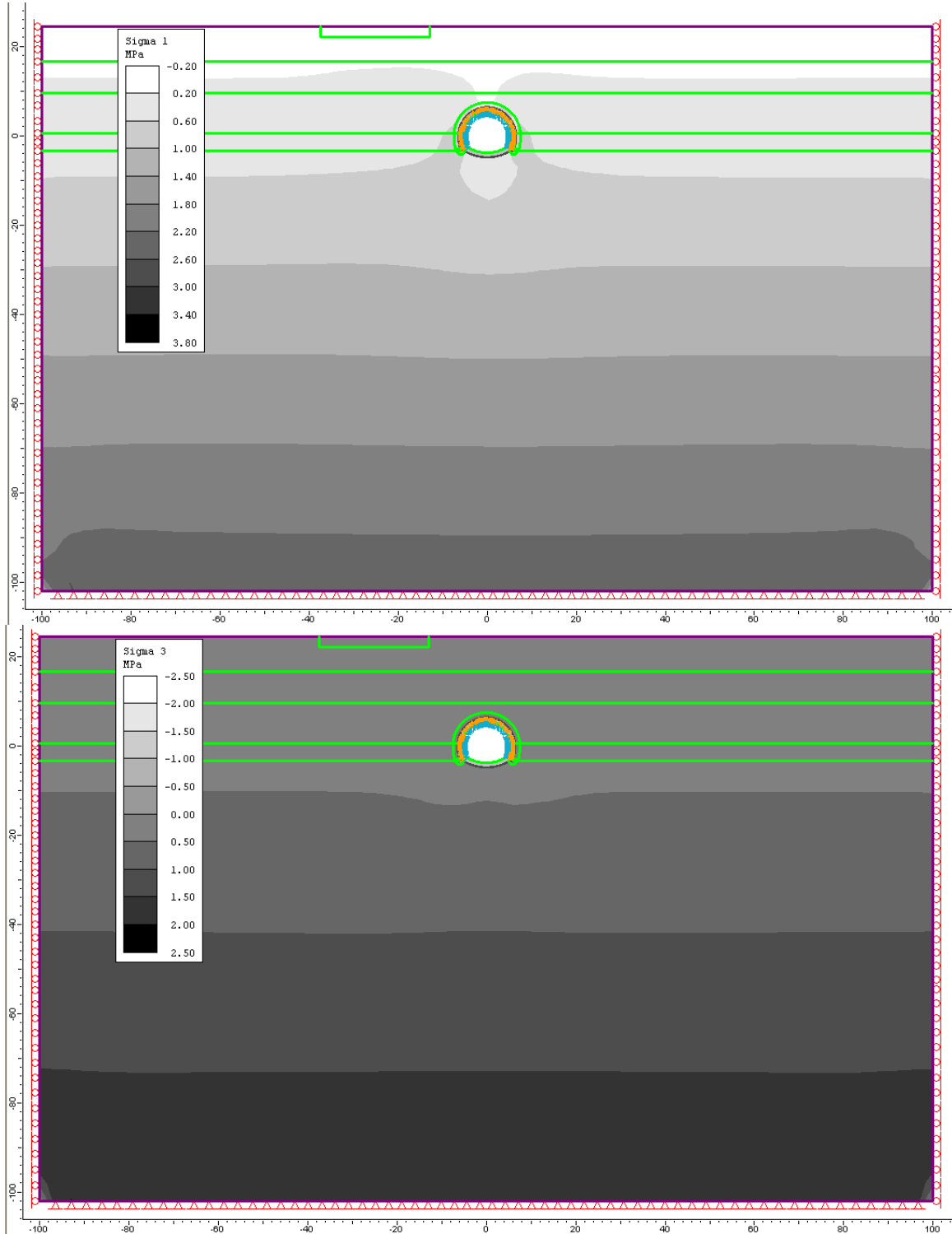


Figura 20 – Analisi GN01\_C1bis\_ed6 – tensioni principali  $\sigma_1$  e  $\sigma_3$  nella fase 1

**RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	28 di 38



**Figura 21 – Analisi GN01\_C1bis\_ed6 – tensioni principali  $\sigma_1$  e  $\sigma_3$  nella fase 10**

RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	29 di 38

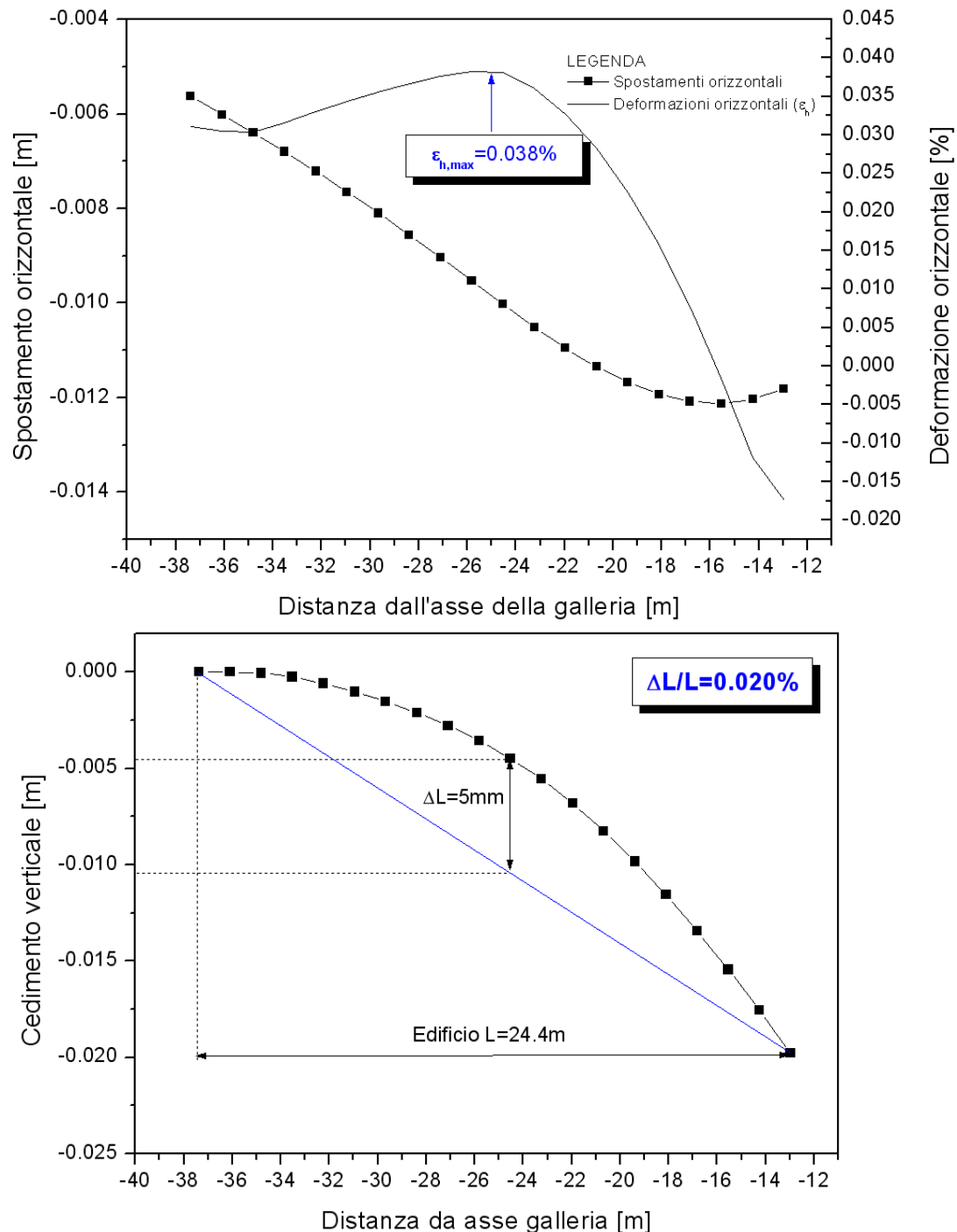


Figura 22 – Analisi GN01\_C1bis\_ed6 – spostamenti orizzontali e verticali sotto l'edificio

RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	30 di 38

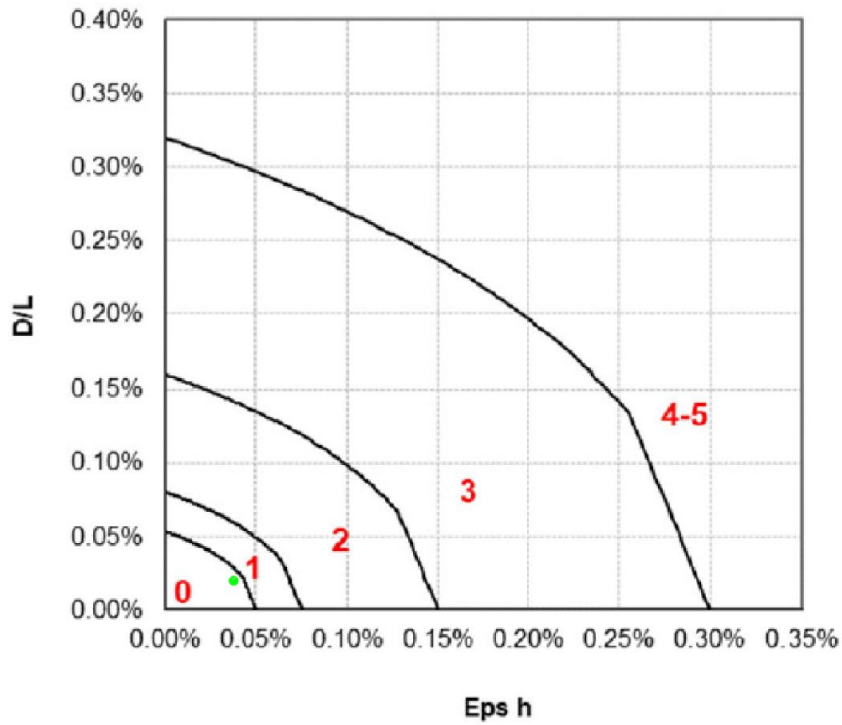


Figura 23 – Analisi GN01\_C1bis\_ed6 – valutazione del danno

## 5.2.2 ANALISI GN01\_C2\_ED8

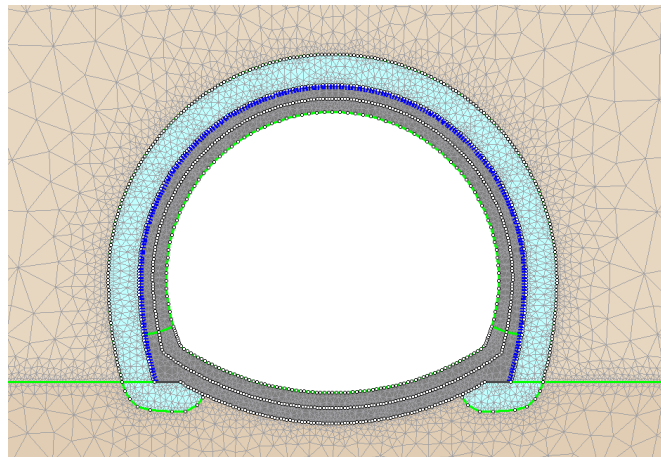
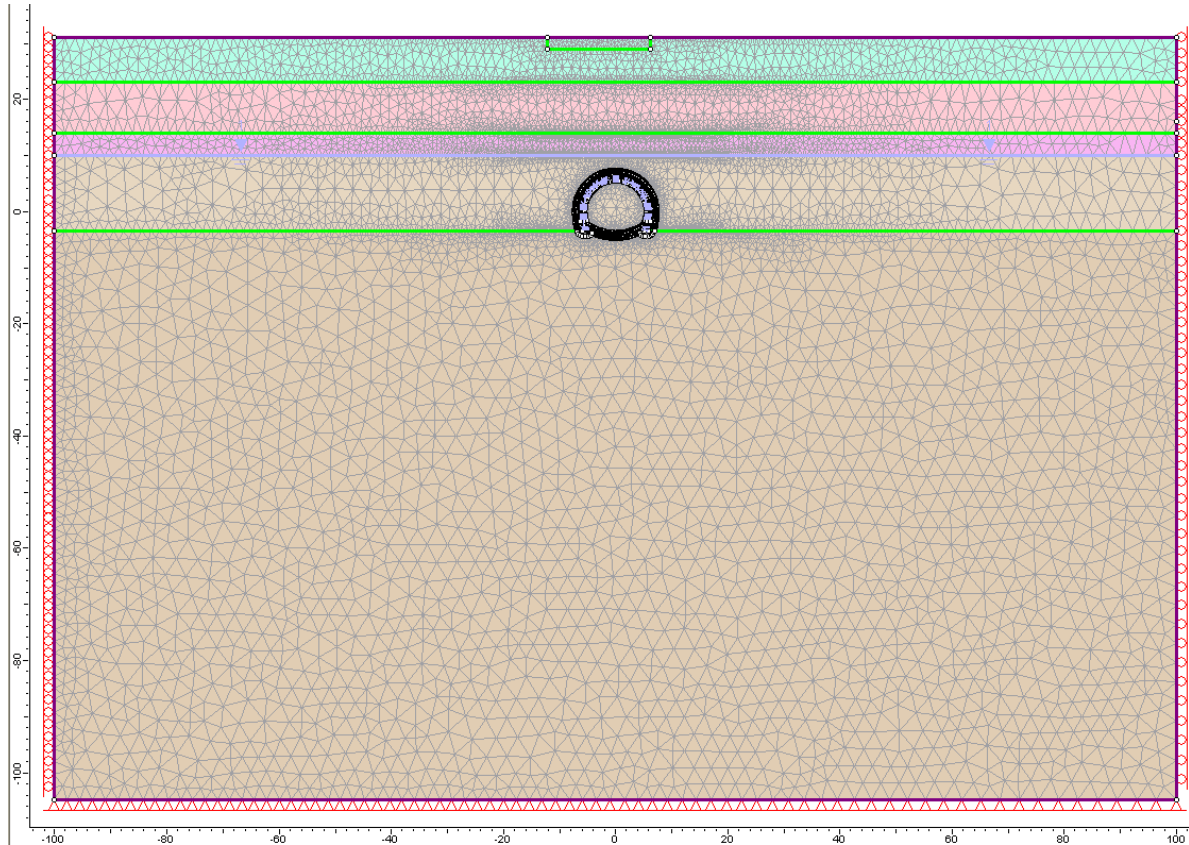
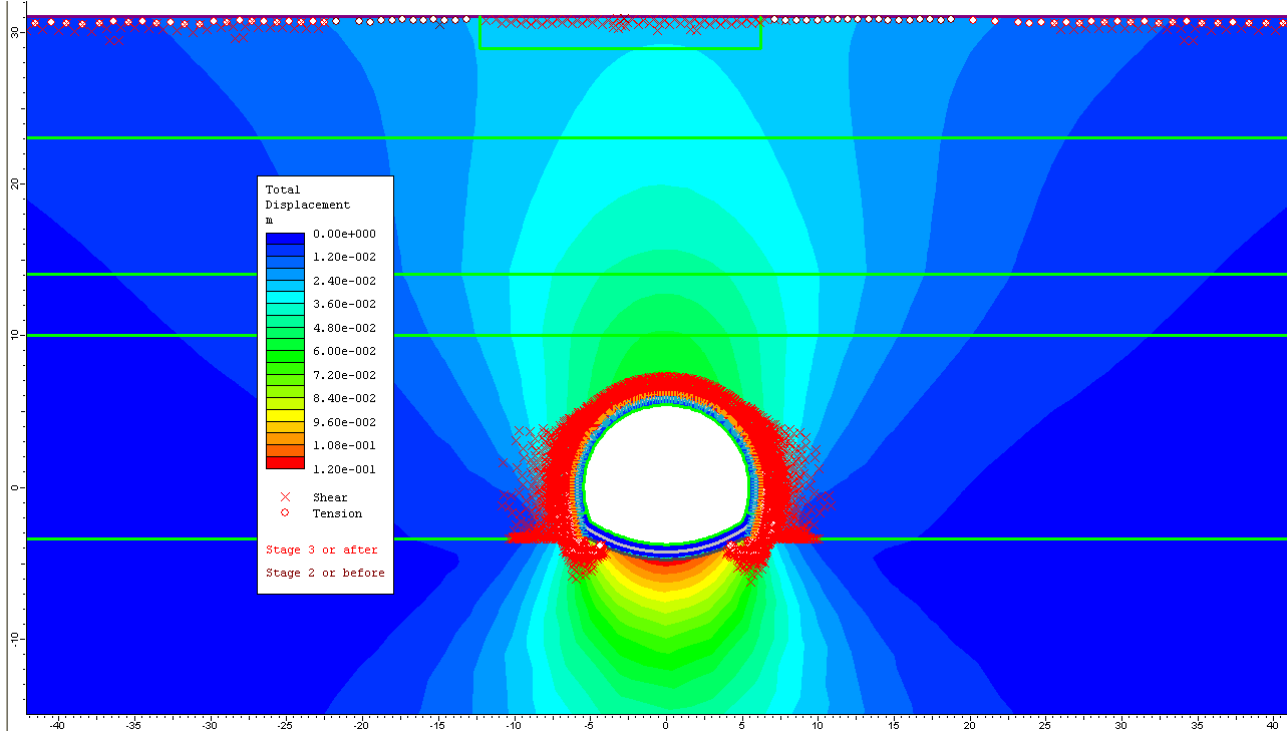


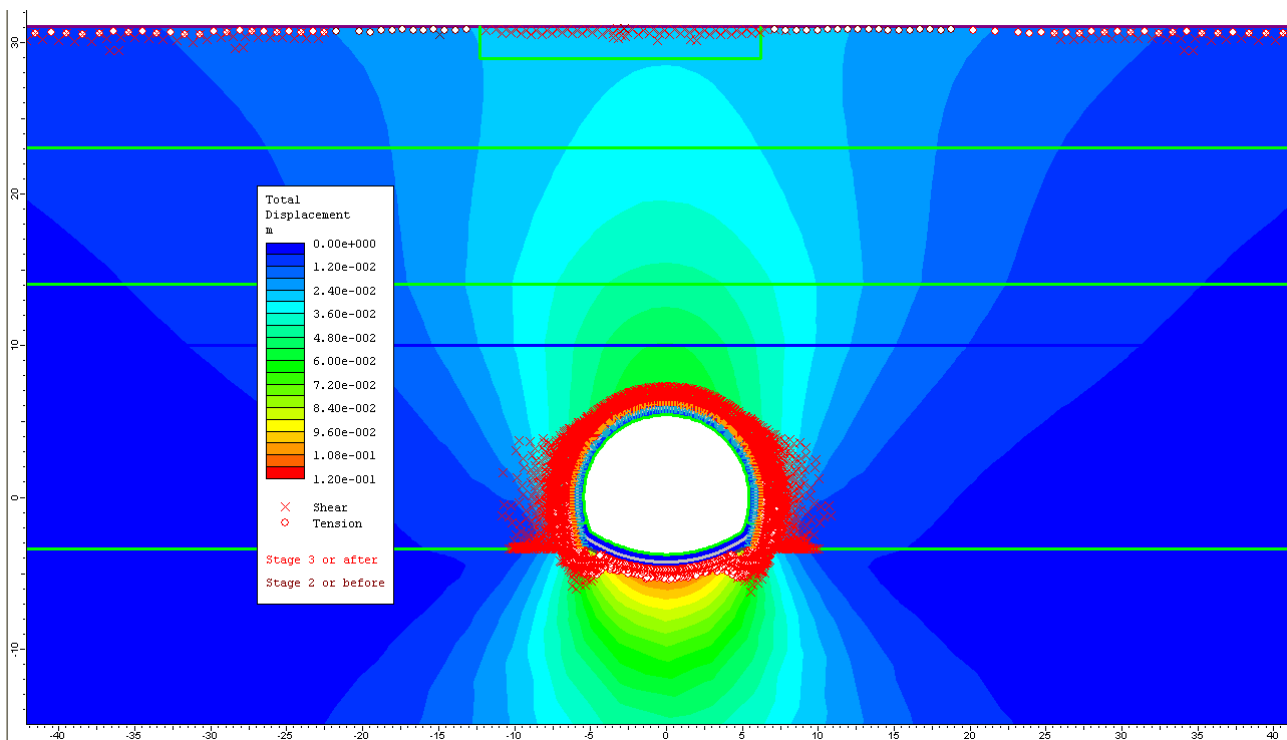
Figura 24 – Analisi GN01\_C2\_ed8 – modello di calcolo adottato

**RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	32 di 38



**Figura 25 – Analisi GN01\_C2\_ed8 – spostamenti totali e plasticizzazioni nella fase 10**



**Figura 26 – Analisi GN01\_C2\_ed8 – spostamenti totali e plasticizzazioni nella fase 11**



RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	33 di 38

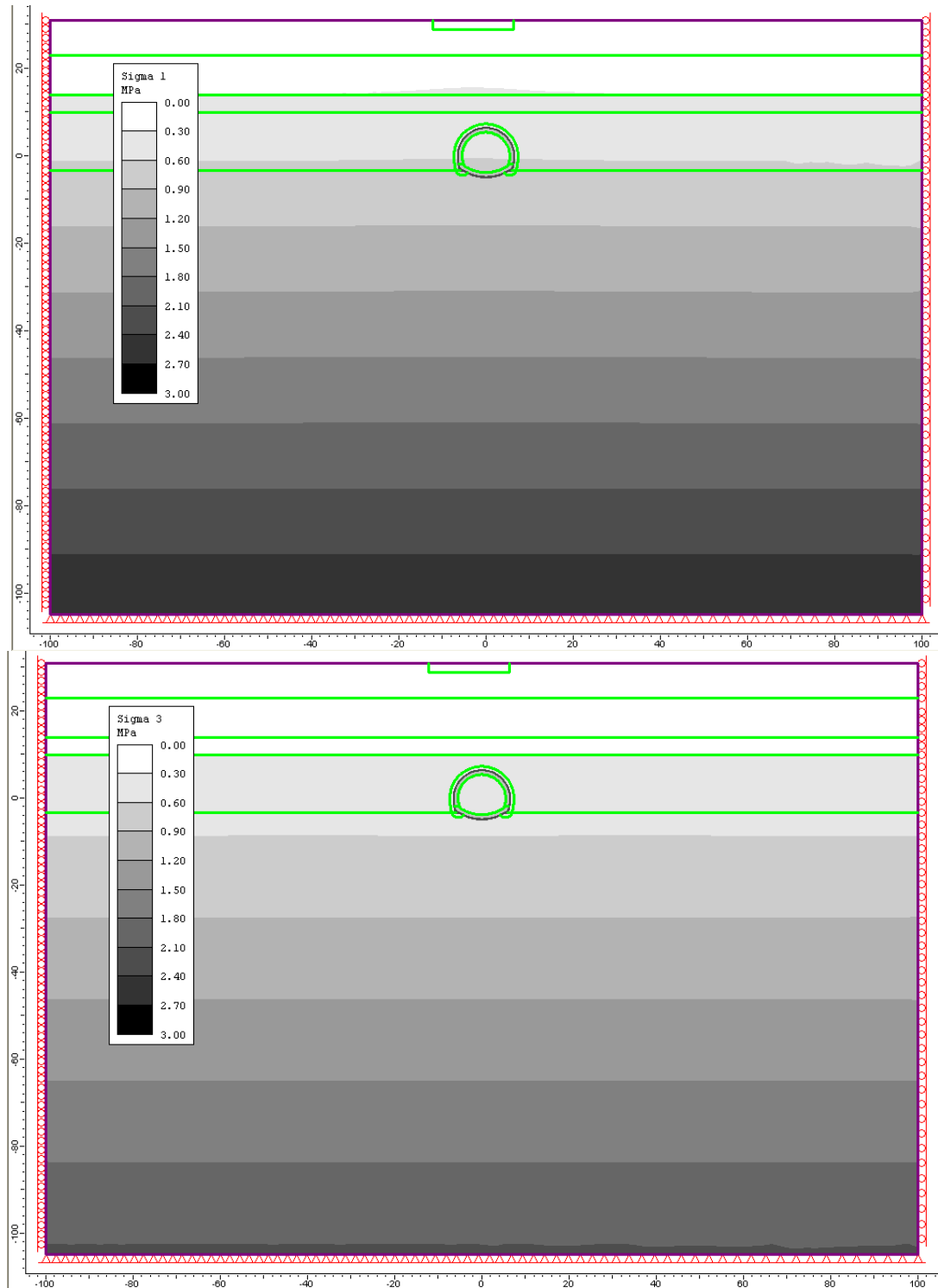
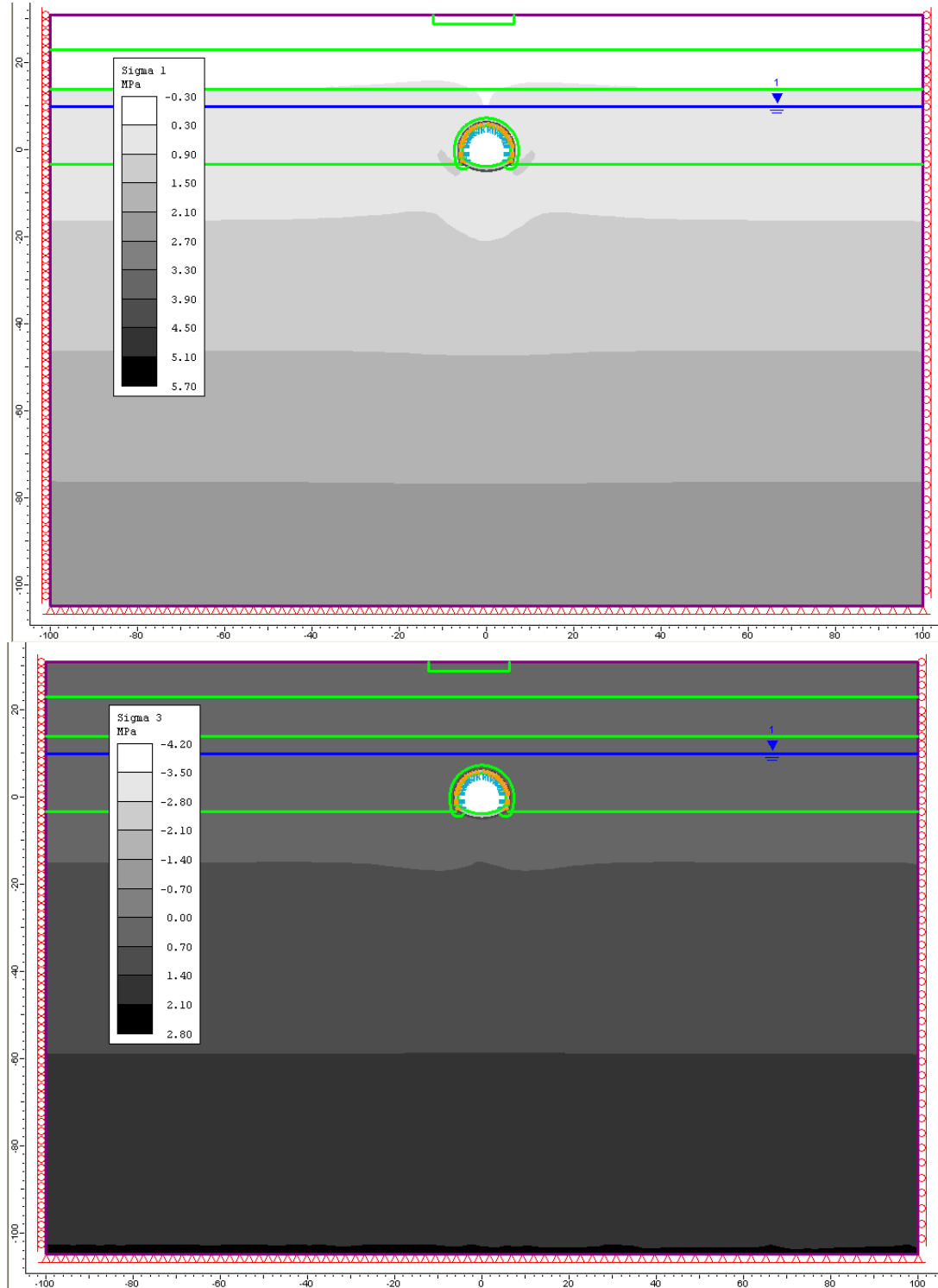


Figura 27 – Analisi GN01\_C2\_ed8 – tensioni principali  $\sigma_1$  e  $\sigma_3$  nella fase 1

**RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	34 di 38



**Figura 28 – Analisi GN01\_C2\_ed8 – tensioni principali  $\sigma_1$  e  $\sigma_3$  nella fase 11**

Di seguito si riportano i cedimenti verticali ed orizzontali in corrispondenza della sezione trasversale analizzata. Considerando che l'edificio si trova in posizione di sagging, ossia le deformazioni orizzontali sono solo di compressione, il danno è stato valutato soltanto con il rapporto di inflessione.

RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	35 di 38

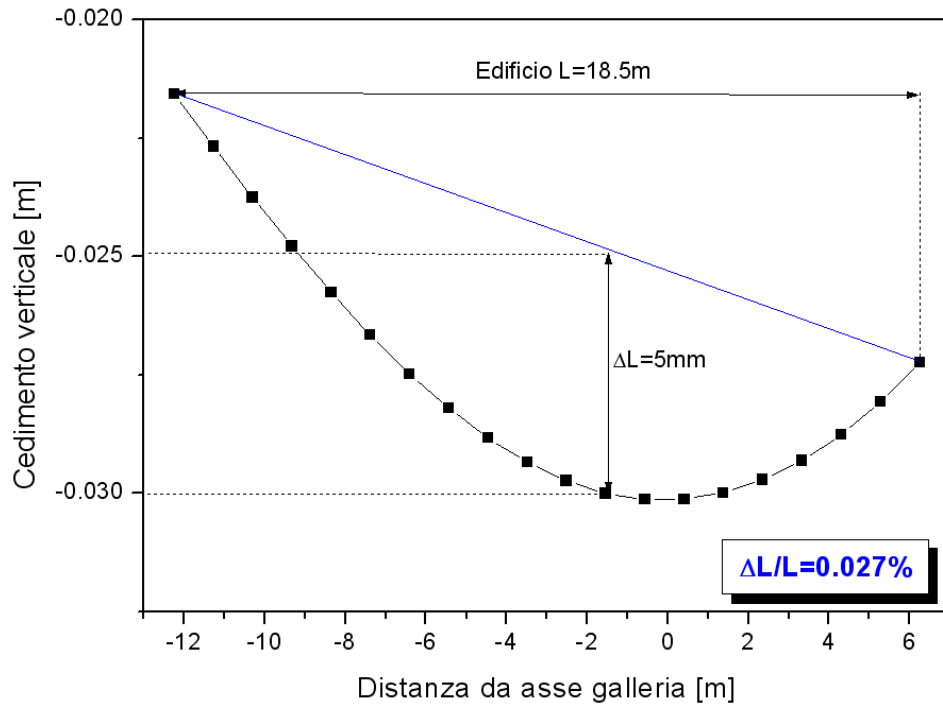


Figura 29 – Analisi GN01\_C2\_ed8 – spostamenti orizzontali e verticali sotto l'edificio ricavati dalla sezione trasversale

**RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE  
SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE  
INTERFERENZE IN SUPERFICIE**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	36 di 38

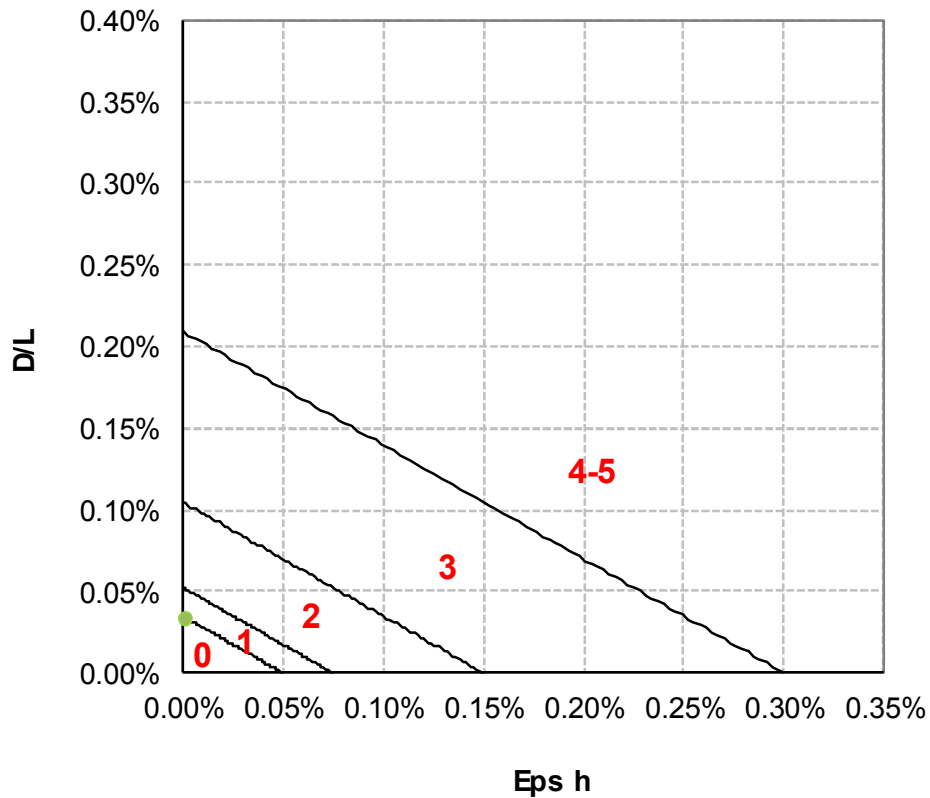


Figura 30 – Analisi GN01\_C2\_ed8 – valutazione del danno per la sezione trasversale di analisi

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>37 di 38</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	37 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	37 di 38								

### 5.2.3 SINTESI DEI RISULTATI

Sulla base delle valutazioni di dettaglio effettuate mediante modelli numerici, per gli edifici più critici individuati nel Progetto Definitivo, si sono ottenuti i seguenti danni attesi:

**Tabella 9: sintesi dei risultati ottenuti**

Edificio	L/H	$\Delta/L$ [%]	$\varepsilon_h$ [%]	danno atteso
5	2	0.010	0.022	0
6	2	0.020	0.038	0
8 sez trasversale	1	0.027	0.053	1

Per gli edifici 5, 6 corrisponde una categoria di danno pari a 0, mentre per l'edificio 8 corrisponde una categoria di danno 1 ossia un danno molto lieve. Per questo ultimo edificio, si tratta per lo più di fessure sottili cui si rimedia facilmente con lavori di tinteggiatura. Il danno in genere è limitato agli intonaci delle pareti interne. Fessure alle pareti esterne rilevabili con attento esame. Tipica apertura delle lesioni  $\leq 1$  mm.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE</b> <b>SUBSIDENZE E DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE</b> <b>INTERFERENZE IN SUPERFICIE</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GN0100 002</td> <td>D</td> <td>38 di 38</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	38 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	GN0100 002	D	38 di 38								

## 6 CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono stati analizzati gli effetti indotti dallo scavo della galleria di linea Monte Aglio sugli edifici interferenti a piano campagna in corrispondenza dell'imbocco lato Benevento.

A tal scopo sono stati ripresi gli studi condotti nelle precedenti fasi di progettazione, basati principalmente su metodi empirici per la valutazione della subsidenza in condizione di campo libero, per integrarli con analisi numeriche specifiche che considerano anche le fasi operative, la reale stratigrafia e le caratteristiche di resistenza e rigidità dei materiali.

Da tali analisi di dettaglio è emerso che per tutti gli edifici individuati come critici, sono attesi al massimo danni molto lievi senza considerare la rigidità delle fondazioni degli edifici. Medesimi risultati sono stati ottenuti in fase di Progetto Definitivo considerando l'interazione terreno-struttura.

L'andamento delle deformazioni in superficie, tramite il piano di monitoraggio, sarà confrontato con le previsioni. Nel caso in cui i valori misurati superano quelli attesi, si introdurranno delle contromisure per la limitazione degli effetti dello scavo.

**ALLEGATO 1**  
**TABULATI DI ANALISI RS2**

**Phase2 Analysis Information**  
**GN01\_C1\_ed5**

**Project Summary**

---

- File Name: Sezione C1\_liner\_r4\_cop13.6m\_r1.fez
- Last saved with Phase2 version: 9.021
- Project Title: GN01\_C1\_ed5

**General Settings**

---

- Number of Stages: 11
- Analysis Type: Plane Strain
- Solver Type: Gaussian Elimination
- Units: Metric, stress as MPa

**Analysis Options**

---

- Maximum Number of Iterations: 1000
- Tolerance: 0.001
- Number of Load Steps: Automatic
- Convergence Type: Absolute Energy
- Tensile Failure: Reduces Shear Strength
- Joint tension reduces joint stiffness by a factor of 0.01

**Groundwater Analysis**

---

- Method: Piezometric Lines
- Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m<sup>3</sup>
- Probability: None

**Field Stress**

---

- Field stress: gravity
- Using actual ground surface
- Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.463
- Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.463
- Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
- Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

**Mesh**

---

- Mesh type: graded
- Element type: 3 noded triangles
- Number of elements on Stage 1: 28350
- Number of nodes on Stage 1: 14348
- Number of elements on Stage 2: 20546
- Number of nodes on Stage 2: 10662
- Number of elements on Stage 3: 20546
- Number of nodes on Stage 3: 10662
- Number of elements on Stage 4: 20546
- Number of nodes on Stage 4: 10662
- Number of elements on Stage 5: 20546
- Number of nodes on Stage 5: 10662
- Number of elements on Stage 6: 20546
- Number of nodes on Stage 6: 10662
- Number of elements on Stage 7: 20546
- Number of nodes on Stage 7: 10662
- Number of elements on Stage 8: 23073
- Number of nodes on Stage 8: 11889

- Number of elements on Stage 9: 23073
- Number of nodes on Stage 9: 11889
- Number of elements on Stage 10: 26324
- Number of nodes on Stage 10: 13494
- Number of elements on Stage 11: 26324
- Number of nodes on Stage 11: 13494

**Mesh Quality**


- All elements are of good quality

**Poor quality elements defined as:**


- Side length ratio (maximum / minimum) > 30.00
- Minimum interior angle < 2.0 degrees
- Maximum interior angle > 175.0 degrees

**Material Properties**

**Material: Pir**

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.015 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	22.5 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	27 degrees
Peak cohesion	0.0025 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	27 degrees
Residual Cohesion	0.0025 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Material: cls**

Color	
Initial element loading	body force only
Unit weight	0.025 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	31475.8 MPa
Poisson's ratio	0.2
Failure criterion	Mohr-Coulomb

Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	35 degrees
Peak cohesion	10.5 MPa
Material type	Elastic
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0


**Properties changed in Stage 9**

- o Young's modulus: 28863.3 MPa (factor = 0.917)


**Properties changed in Stage 10**

- o Young's modulus: 31475.8 MPa (factor = 1)

**Material: DT**

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.018 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	22.5 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	27 degrees
Peak cohesion	0.0025 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	27 degrees
Residual Cohesion	0.0025 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0


**Material: TGCs**

Color	
-------	---




Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.017 MN/m <sup>3</sup>
Elastic type	isotropic
Young's modulus	40 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	32.5 degrees
Peak cohesion	0.0025 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	32.5 degrees
Residual Cohesion	0.0025 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

**Material: AVL**


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.02 MN/m <sup>3</sup>
Elastic type	isotropic
Young's modulus	27 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	1 degrees
Peak cohesion	0.195 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	1 degrees
Residual Cohesion	0.195 MPa
Datum Dependent Modulus	Yes
Modulus at Datum	27 MPa
Datum	13.1 m
Change	0.9 MPa/m
Cutoff	45 MPa
Datum Dependent Cohesion	Yes
Cohesion at Datum (peak)	0.195 MPa
Cohesion at Datum (residual)	0.195 MPa
Datum	13.1 m
Change (peak)	0.004 MPa/m
Change (residual)	0.004 MPa/m
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m

Unit weight of overburden	0.027 MN/m <sup>3</sup>
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Material: Jet grouting\_TGCs**


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.017 MN/m <sup>3</sup>
Elastic type	isotropic
Young's modulus	1000 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	32.5 degrees
Peak cohesion	0.47 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	32.5 degrees
Residual Cohesion	0.47 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

**Material: Jet grouting\_Pir e DT**

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.017 MN/m <sup>3</sup>
Elastic type	isotropic
Young's modulus	1000 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	27 degrees
Peak cohesion	0.549 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	27 degrees
Residual Cohesion	0.549 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m <sup>3</sup>
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0


Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Material: AVL >40m**

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.02 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	45 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	1 degrees
Peak cohesion	0.195 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	1 degrees
Residual Cohesion	0.195 MPa
Datum Dependent Modulus	Yes
Modulus at Datum	45 MPa
Datum	13.1 m
Change	1.75 MPa/m
Datum Dependent Cohesion	Yes
Cohesion at Datum (peak)	0.195 MPa
Cohesion at Datum (residual)	0.195 MPa
Datum	13.1 m
Change (peak)	0.004 MPa/m
Change (residual)	0.004 MPa/m
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Joint Properties**


**Joint: giunto sostegno di prima fase**

Color	
Normal stiffness	120.2 MPa/m
Shear stiffness	40.067 MPa/m
Initial joint deformation	allowed
Pressure from Groundwater Analysis	Not Included
Additional Pressure Inside Joint	Not Included

Slip Criterion	Mohr-Coulomb
Tensile strength	0 MPa (tension positive)
Cohesion	0.581 MPa
Friction angle	30 degrees

**Liner Properties**

**Liner: 1 fase**

Color	
Liner Type	Reinforced Concrete
Equivalent Young's modulus	36566.1 MPa
Equivalent thickness	0.296973 m
Poisson ratio	0

**Reinforcement Properties**

Type	I-beam(W): IPN180
Spacing	0.5 m
Section Depth	0.2 m
Area	0.00334 m2
Moment of inertia	2.14e-005 m4
Young's modulus	210000 MPa
Poisson ratio	0.25
Compressive strength	262 MPa
Tensile strength	262 MPa

**Concrete Properties**

Thickness	0.3 m
Young's modulus	29961 MPa
Poisson ratio	0.2
Compressive strength	13.33 MPa
Tensile strength	1.03 MPa

**Properties changed in Stage 5**

- o Young's modulus: 2.9961 MPa (factor = 0.0001)
- o Compressive strength: 0.001333 MPa (factor = 0.0001)
- o Tensile strength: 0.000103 MPa (factor = 0.0001)

**Properties changed in Stage 6**

- o Young's modulus: 25137.3 MPa (factor = 0.839)
- o Compressive strength: 7.38482 MPa (factor = 0.554)
- o Tensile strength: 0.57062 MPa (factor = 0.554)

**Properties changed in Stage 7**

- o Young's modulus: 26725.2 MPa (factor = 0.892)
- o Compressive strength: 9.9975 MPa (factor = 0.75)
- o Tensile strength: 0.7725 MPa (factor = 0.75)

**Properties changed in Stage 8**

- o Young's modulus: 27144.7 MPa (factor = 0.906)
- o Compressive strength: 10.7307 MPa (factor = 0.805)
- o Tensile strength: 0.82915 MPa (factor = 0.805)

**Properties changed in Stage 9**

- Young's modulus: 29961 MPa (factor = 1)
- Compressive strength: 13.33 MPa (factor = 1)
- Tensile strength: 1.03 MPa (factor = 1)

#### Composite Liner Properties

- Composite name: 1 fase
- Joint: giunto sostegno di prima fase between soil/rock and layer 1
- Layer 1: 1 fase

#### List of All Coordinates

##### Excavation boundary

X	Y
-4.98483	-3.402
-4.89778	-3.45214
-4.81022	-3.5014
-4.72217	-3.54976
-4.63364	-3.59723
-4.54462	-3.6438
-4.45514	-3.68946
-4.3652	-3.73421
-4.27481	-3.77805
-4.18398	-3.82097
-4.09272	-3.86296
-4.00104	-3.90403
-3.90894	-3.94416
-3.89989	-3.948
-3.81645	-3.98336
-3.72356	-4.02162
-3.6526	-4.05
-3.63028	-4.05893
-3.53664	-4.09529
-3.44263	-4.1307
-3.34826	-4.16516
-3.25355	-4.19865
-3.15851	-4.23119
-3.06313	-4.26275
-2.96745	-4.29335
-2.87146	-4.32298
-2.77517	-4.35163
-2.6786	-4.3793
-2.58175	-4.40599
-2.48463	-4.43169
-2.42039	-4.448
-2.38726	-4.45641
-2.28965	-4.48014
-2.1918	-4.50288
-2.09372	-4.52462
-1.99542	-4.54537
-1.89693	-4.56512

-1.79823	-4.58387
-1.69935	-4.60161
-1.6003	-4.61835
-1.50108	-4.63409
-1.40171	-4.64882
-1.30219	-4.66254
-1.20254	-4.67524
-1.10276	-4.68694
-1.00287	-4.69762
-0.902879	-4.70729
-0.802793	-4.71595
-0.702625	-4.72359
-0.602384	-4.73021
-0.502082	-4.73581
-0.401727	-4.7404
-0.301332	-4.74396
-0.200905	-4.74651
-0.100458	-4.74804
5.68e-014	-4.74855
0.100458	-4.74804
0.200905	-4.74651
0.301332	-4.74396
0.401727	-4.7404
0.502082	-4.73581
0.602384	-4.73021
0.702625	-4.72359
0.802793	-4.71595
0.902879	-4.70729
1.00287	-4.69762
1.10276	-4.68694
1.20254	-4.67524
1.30219	-4.66254
1.40171	-4.64882
1.50108	-4.63409
1.6003	-4.61835
1.69935	-4.60161
1.79823	-4.58387
1.89693	-4.56512
1.99542	-4.54537
2.09372	-4.52462
2.1918	-4.50288
2.28965	-4.48014
2.38726	-4.45641
2.42039	-4.448
2.48463	-4.43169
2.58175	-4.40599
2.6786	-4.3793
2.77517	-4.35163
2.87146	-4.32298

2.96745	-4.29335
3.06313	-4.26275
3.15851	-4.23119
3.25355	-4.19865
3.34826	-4.16516
3.44263	-4.1307
3.53664	-4.09529
3.63028	-4.05893
3.6526	-4.05
3.72356	-4.02162
3.81645	-3.98336
3.89989	-3.948
3.90894	-3.94416
4.00104	-3.90403
4.09272	-3.86296
4.18398	-3.82097
4.27481	-3.77805
4.3652	-3.73421
4.45514	-3.68946
4.54462	-3.6438
4.63364	-3.59723
4.72217	-3.54976
4.81022	-3.5014
4.89778	-3.45214
4.98483	-3.402
6.00552	-3.402
6.0335	-3.3063
6.06069	-3.21037
6.08708	-3.11422
6.11266	-3.01785
6.13744	-2.92127
6.16141	-2.82449
6.18457	-2.72751
6.20692	-2.63034
6.22846	-2.53299
6.24919	-2.43546
6.2691	-2.33776
6.2882	-2.2399
6.30648	-2.14188
6.32394	-2.04372
6.34058	-1.94541
6.35641	-1.84697
6.37141	-1.74839
6.38558	-1.6497
6.39893	-1.55089
6.41146	-1.45197
6.42316	-1.35296
6.43404	-1.25384
6.44409	-1.15464

6.45331	-1.05536
6.4617	-0.956011
6.46926	-0.856591
6.47599	-0.757112
6.48189	-0.65758
6.48697	-0.558002
6.49121	-0.458385
6.49461	-0.358737
6.49719	-0.259063
6.49894	-0.159371
6.49985	-0.0596686
6.49988	0.0400381
6.4985	0.139735
6.49559	0.239399
6.49115	0.339006
6.48519	0.438534
6.4777	0.537959
6.46869	0.637256
6.45815	0.736405
6.4461	0.835379
6.43252	0.934157
6.41744	1.03272
6.40084	1.13103
6.38274	1.22908
6.36314	1.32684
6.34203	1.42429
6.31944	1.5214
6.29536	1.61816
6.2698	1.71453
6.24276	1.8105
6.21426	1.90605
6.18429	2.00114
6.15287	2.09577
6.12	2.1899
6.08568	2.28352
6.04994	2.37659
6.01278	2.46912
5.97419	2.56105
5.93421	2.65239
5.89282	2.7431
5.85005	2.83317
5.80591	2.92257
5.7604	3.01128
5.71353	3.09929
5.66532	3.18656
5.61577	3.27309
5.56491	3.35884
5.51273	3.44381
5.45926	3.52796

5.4045	3.61129
5.34847	3.69376
5.29118	3.77537
5.23265	3.85608
5.17288	3.93589
5.1119	4.01478
5.04972	4.09272
4.98635	4.16969
4.9218	4.24569
4.8561	4.32068
4.78925	4.39466
4.72128	4.46761
4.6522	4.5395
4.58202	4.61033
4.51076	4.68007
4.43844	4.74871
4.36508	4.81623
4.29069	4.88262
4.21529	4.94786
4.1389	5.01194
4.06153	5.07483
3.98321	5.13654
3.90396	5.19703
3.82378	5.2563
3.7427	5.31434
3.66075	5.37112
3.57793	5.42664
3.49427	5.48088
3.40979	5.53384
3.3245	5.58549
3.23844	5.63583
3.15161	5.68484
3.06404	5.73251
2.97574	5.77884
2.88675	5.8238
2.79708	5.8674
2.70675	5.90961
2.61579	5.95043
2.52421	5.98986
2.43203	6.02787
2.33928	6.06447
2.24599	6.09964
2.15216	6.13337
2.05783	6.16566
1.96301	6.1965
1.86773	6.22588
1.77201	6.2538
1.67588	6.28024
1.57935	6.30521

1.48245	6.32869
1.3852	6.35069
1.28762	6.37119
1.18974	6.39019
1.09158	6.40769
0.993167	6.42368
0.894517	6.43815
0.795657	6.45112
0.69661	6.46256
0.597399	6.47249
0.498048	6.48089
0.398579	6.48777
0.299016	6.49312
0.199383	6.49694
0.0997033	6.49924
1.6485e-012	6.5
-0.0997033	6.49924
-0.199383	6.49694
-0.299016	6.49312
-0.398579	6.48777
-0.498048	6.48089
-0.597399	6.47249
-0.69661	6.46256
-0.795657	6.45112
-0.894517	6.43815
-0.993167	6.42368
-1.09158	6.40769
-1.18974	6.39019
-1.28762	6.37119
-1.3852	6.35069
-1.48245	6.32869
-1.57935	6.30521
-1.67588	6.28024
-1.77201	6.2538
-1.86773	6.22588
-1.96301	6.1965
-2.05783	6.16566
-2.15216	6.13337
-2.24599	6.09964
-2.33928	6.06447
-2.43203	6.02787
-2.52421	5.98986
-2.61579	5.95043
-2.70675	5.90961
-2.79708	5.8674
-2.88675	5.8238
-2.97574	5.77884
-3.06404	5.73251
-3.15161	5.68484

-3.23844	5.63583
-3.3245	5.58549
-3.40979	5.53384
-3.49427	5.48088
-3.57793	5.42664
-3.66075	5.37112
-3.7427	5.31434
-3.82378	5.2563
-3.90396	5.19703
-3.98321	5.13654
-4.06153	5.07483
-4.1389	5.01194
-4.21529	4.94786
-4.29069	4.88262
-4.36508	4.81623
-4.43844	4.74871
-4.51076	4.68007
-4.58202	4.61033
-4.6522	4.5395
-4.72128	4.46761
-4.78925	4.39466
-4.8561	4.32068
-4.9218	4.24569
-4.98635	4.16969
-5.04972	4.09272
-5.1119	4.01478
-5.17288	3.93589
-5.23265	3.85608
-5.29118	3.77537
-5.34847	3.69376
-5.4045	3.61129
-5.45926	3.52796
-5.51273	3.44381
-5.56491	3.35884
-5.61577	3.27309
-5.66532	3.18656
-5.71353	3.09929
-5.7604	3.01128
-5.80591	2.92257
-5.85005	2.83317
-5.89282	2.7431
-5.93421	2.65239
-5.97419	2.56105
-6.01278	2.46912
-6.04994	2.37659
-6.08568	2.28352
-6.12	2.1899
-6.15287	2.09577
-6.18429	2.00114

-6.21426	1.90605
-6.24276	1.8105
-6.2698	1.71453
-6.29536	1.61816
-6.31944	1.5214
-6.34203	1.42429
-6.36314	1.32684
-6.38274	1.22908
-6.40084	1.13103
-6.41744	1.03272
-6.43252	0.934157
-6.4461	0.835379
-6.45815	0.736405
-6.46869	0.637256
-6.4777	0.537959
-6.48519	0.438534
-6.49115	0.339006
-6.49559	0.239399
-6.4985	0.139735
-6.49988	0.0400381
-6.49985	-0.0596686
-6.49894	-0.159371
-6.49719	-0.259063
-6.49461	-0.358737
-6.49121	-0.458385
-6.48697	-0.558002
-6.48189	-0.65758
-6.47599	-0.757112
-6.46926	-0.856591
-6.4617	-0.956011
-6.45331	-1.05536
-6.44409	-1.15464
-6.43404	-1.25384
-6.42316	-1.35296
-6.41146	-1.45197
-6.39893	-1.55089
-6.38558	-1.6497
-6.37141	-1.74839
-6.35641	-1.84697
-6.34058	-1.94541
-6.32394	-2.04372
-6.30648	-2.14188
-6.2882	-2.2399
-6.2691	-2.33776
-6.24919	-2.43546
-6.22846	-2.53299
-6.20692	-2.63034
-6.18457	-2.72751
-6.16141	-2.82449

-6.13744	-2.92127
-6.11266	-3.01785
-6.08708	-3.11422
-6.06069	-3.21037
-6.0335	-3.3063
-6.00552	-3.402

**External boundary**

X	Y
-100	-97.7485
100	-97.7485
100	-19.9
100	-4.05
100	4.9
100	11.997
100	20.1
33.4997	20.1
14.0806	20.1
-100	20.1
-100	11.997
-100	4.9
-100	-4.05
-100	-19.9

**Stage boundary**

X	Y
5.66369	-2.35126
5.68426	-2.25375
5.70418	-2.1561
5.72344	-2.05832
5.74206	-1.96041
5.76001	-1.86239
5.77731	-1.76424
5.79396	-1.66598
5.80995	-1.56761
5.82528	-1.46914
5.83995	-1.37057
5.85396	-1.2719
5.86731	-1.17314
5.88001	-1.07429
5.89204	-0.975359
5.90341	-0.87635
5.91412	-0.777268
5.92416	-0.678117
5.93354	-0.5789
5.94226	-0.479623
5.95032	-0.38029
5.95771	-0.280906
5.96444	-0.181474

5.9705	-0.0819996
5.97497	0.0175364
5.97385	0.117188
5.97107	0.216807
5.96662	0.316366
5.96051	0.415837
5.95275	0.515192
5.94333	0.614404
5.93225	0.713445
5.91953	0.812287
5.90516	0.910904
5.88914	1.00927
5.87149	1.10735
5.8522	1.20512
5.83129	1.30256
5.80876	1.39964
5.7846	1.49633
5.75884	1.5926
5.73148	1.68843
5.70252	1.78378
5.67198	1.87865
5.63985	1.97298
5.60616	2.06678
5.57091	2.15999
5.53411	2.25261
5.49577	2.34459
5.4559	2.43593
5.41452	2.52659
5.37162	2.61654
5.32724	2.70577
5.28137	2.79424
5.23403	2.88194
5.18523	2.96884
5.135	3.05491
5.08333	3.14013
5.03025	3.22447
4.97577	3.30792
4.91991	3.39045
4.86267	3.47203
4.80409	3.55265
4.74417	3.63229
4.68293	3.71091
4.62038	3.78849
4.55655	3.86503
4.49146	3.94049
4.42511	4.01485
4.35753	4.0881
4.28874	4.16021
4.21876	4.23116

4.1476	4.30093
4.07529	4.36951
4.00185	4.43687
3.92729	4.503
3.85164	4.56788
3.77492	4.63148
3.69715	4.6938
3.61835	4.75481
3.53854	4.8145
3.45775	4.87284
3.37599	4.92984
3.2933	4.98546
3.20969	5.03969
3.12519	5.09252
3.03982	5.14394
2.9536	5.19392
2.86657	5.24246
2.77873	5.28954
2.69012	5.33515
2.60077	5.37928
2.51068	5.42191
2.41991	5.46303
2.32845	5.50263
2.23635	5.5407
2.14363	5.57723
2.05031	5.6122
1.95642	5.64562
1.86199	5.67747
1.76704	5.70773
1.6716	5.73641
1.57569	5.76349
1.47934	5.78897
1.38258	5.81284
1.28544	5.83509
1.18794	5.85572
1.09011	5.87472
0.991978	5.89208
0.893569	5.90781
0.79491	5.92189
0.696031	5.93432
0.596958	5.9451
0.497719	5.95423
0.398341	5.96171
0.298853	5.96752
0.199282	5.97168
0.0996547	5.97417
3.2969e-012	5.975
-0.0996547	5.97417
-0.199282	5.97168

-0.298853	5.96752
-0.398341	5.96171
-0.497719	5.95423
-0.596958	5.9451
-0.696031	5.93432
-0.79491	5.92189
-0.893569	5.90781
-0.991978	5.89208
-1.09011	5.87472
-1.18794	5.85572
-1.28544	5.83509
-1.38258	5.81284
-1.47934	5.78897
-1.57569	5.76349
-1.6716	5.73641
-1.76704	5.70773
-1.86199	5.67747
-1.95642	5.64562
-2.05031	5.6122
-2.14363	5.57723
-2.23635	5.5407
-2.32845	5.50263
-2.41991	5.46303
-2.51068	5.42191
-2.60077	5.37928
-2.69012	5.33515
-2.77873	5.28954
-2.86657	5.24246
-2.9536	5.19392
-3.03982	5.14394
-3.12519	5.09252
-3.20969	5.03969
-3.2933	4.98546
-3.37599	4.92984
-3.45775	4.87284
-3.53854	4.8145
-3.61835	4.75481
-3.69715	4.6938
-3.77492	4.63148
-3.85164	4.56788
-3.92729	4.503
-4.00185	4.43687
-4.07529	4.36951
-4.1476	4.30093
-4.21876	4.23116
-4.28874	4.16021
-4.35753	4.0881
-4.42511	4.01485
-4.49146	3.94049



-4.55655	3.86503
-4.62038	3.78849
-4.68293	3.71091
-4.74417	3.63229
-4.80409	3.55265
-4.86267	3.47203
-4.91991	3.39045
-4.97577	3.30792
-5.03025	3.22447
-5.08333	3.14013
-5.135	3.05491
-5.18523	2.96884
-5.23403	2.88194
-5.28137	2.79424
-5.32724	2.70577
-5.37162	2.61654
-5.41452	2.52659
-5.4559	2.43593
-5.49577	2.34459
-5.53411	2.25261
-5.57091	2.15999
-5.60616	2.06678
-5.63985	1.97298
-5.67198	1.87865
-5.70252	1.78378
-5.73148	1.68843
-5.75884	1.5926
-5.7846	1.49633
-5.80876	1.39964
-5.83129	1.30256
-5.8522	1.20512
-5.87149	1.10735
-5.88914	1.00927
-5.90516	0.910904
-5.91953	0.812287
-5.93225	0.713445
-5.94333	0.614404
-5.95275	0.515192
-5.96051	0.415837
-5.96662	0.316366
-5.97107	0.216807
-5.97385	0.117188
-5.97497	0.0175364
-5.9705	-0.0819996
-5.96444	-0.181474
-5.95771	-0.280906
-5.95032	-0.38029
-5.94226	-0.479623
-5.93354	-0.5789

-5.92416	-0.678117
-5.91412	-0.777268
-5.90341	-0.87635
-5.89204	-0.975359
-5.88001	-1.07429
-5.86731	-1.17314
-5.85396	-1.2719
-5.83995	-1.37057
-5.82528	-1.46914
-5.80995	-1.56761
-5.79396	-1.66598
-5.77731	-1.76424
-5.76001	-1.86239
-5.74206	-1.96041
-5.72344	-2.05832
-5.70418	-2.1561
-5.68426	-2.25375
-5.66369	-2.35126

Stage boundary

X	Y
-5.66369	-2.35126
-5.58383	-2.41086
-5.50335	-2.4696
-5.42225	-2.52749
-5.34053	-2.58452
-5.25822	-2.64068
-5.17532	-2.69596
-5.09184	-2.75036
-5.00779	-2.80388
-4.92317	-2.8565
-4.838	-2.90822
-4.75229	-2.95904
-4.66604	-3.00894
-4.57928	-3.05793
-4.49199	-3.106
-4.4042	-3.15313
-4.31592	-3.19934
-4.22715	-3.24461
-4.13791	-3.28893
-4.0482	-3.33231
-3.95804	-3.37473
-3.86744	-3.4162
-3.7764	-3.4567
-3.68493	-3.49624
-3.59306	-3.5348
-3.50077	-3.57239
-3.4081	-3.609
-3.31504	-3.64463

-3.22161	-3.67927
-3.12782	-3.71291
-3.03368	-3.74556
-2.9392	-3.77722
-2.84438	-3.80786
-2.74925	-3.83751
-2.65381	-3.86614
-2.55807	-3.89376
-2.46204	-3.92036
-2.36574	-3.94595
-2.35766	-3.948
-2.26917	-3.97051
-2.17235	-3.99405
-2.07528	-4.01656
-1.97798	-4.03804
-1.92093	-4.05
-1.88046	-4.05849
-1.78272	-4.0779
-1.68479	-4.09628
-1.58667	-4.11362
-1.48837	-4.12992
-1.3899	-4.14517
-1.29127	-4.15938
-1.1925	-4.17255
-1.0936	-4.18467
-0.994572	-4.19574
-0.895434	-4.20576
-0.796195	-4.21473
-0.696866	-4.22265
-0.59746	-4.22951
-0.497986	-4.23532
-0.398456	-4.24008
-0.298881	-4.24378
-0.199273	-4.24643
-0.0996421	-4.24802
2.842e-013	-4.24855
0.0996421	-4.24802
0.199273	-4.24643
0.298881	-4.24378
0.398456	-4.24008
0.497986	-4.23532
0.59746	-4.22951
0.696866	-4.22265
0.796195	-4.21473
0.895434	-4.20576
0.994572	-4.19574
1.0936	-4.18467
1.1925	-4.17255
1.29127	-4.15938

1.3899	-4.14517
1.48837	-4.12992
1.58667	-4.11362
1.68479	-4.09628
1.78272	-4.0779
1.88046	-4.05849
1.92093	-4.05
1.97798	-4.03804
2.07528	-4.01656
2.17235	-3.99405
2.26917	-3.97051
2.36574	-3.94595
2.46204	-3.92036
2.55807	-3.89376
2.65381	-3.86614
2.74925	-3.83751
2.84438	-3.80786
2.9392	-3.77722
3.03368	-3.74556
3.12782	-3.71291
3.22161	-3.67927
3.31504	-3.64463
3.4081	-3.609
3.50077	-3.57239
3.59306	-3.5348
3.68493	-3.49624
3.7764	-3.4567
3.86744	-3.4162
3.95804	-3.37473
4.0482	-3.33231
4.13791	-3.28893
4.22715	-3.24461
4.31592	-3.19934
4.4042	-3.15313
4.49199	-3.106
4.57928	-3.05793
4.66604	-3.00894
4.75229	-2.95904
4.838	-2.90822
4.92317	-2.8565
5.00779	-2.80388
5.09184	-2.75036
5.17532	-2.69596
5.25822	-2.64068
5.34053	-2.58452
5.42225	-2.52749
5.50335	-2.4696
5.58383	-2.41086
5.66369	-2.35126

Material boundary

X	Y
-4.97312	-2.22948
-4.86317	-2.30238
-4.75216	-2.37364
-4.6401	-2.44325
-4.52702	-2.5112
-4.41294	-2.57745
-4.2979	-2.64202
-4.18191	-2.70486
-4.065	-2.76599
-3.9472	-2.82537
-3.82853	-2.883
-3.70902	-2.93886
-3.5887	-2.99295
-3.46759	-3.04525
-3.34571	-3.09575
-3.2231	-3.14443
-3.09978	-3.19129
-2.97579	-3.23632
-2.85113	-3.27951
-2.72585	-3.32084
-2.59998	-3.36031
-2.47353	-3.39792
-2.34654	-3.43364
-2.21903	-3.46748
-2.09103	-3.49942
-1.96258	-3.52947
-1.83369	-3.5576
-1.7044	-3.58382
-1.57474	-3.60813
-1.44473	-3.63051
-1.3144	-3.65096
-1.18379	-3.66947
-1.05291	-3.68605
-0.921803	-3.70068
-0.790493	-3.71338
-0.65901	-3.72412
-0.527382	-3.73291
-0.395638	-3.73975
-0.263807	-3.74464
-0.131918	-3.74757
1.137e-013	-3.74855
0.131918	-3.74757
0.263807	-3.74464
0.395638	-3.73975
0.527382	-3.73291
0.65901	-3.72412

0.790493	-3.71338
0.921803	-3.70068
1.05291	-3.68605
1.18379	-3.66947
1.3144	-3.65096
1.44473	-3.63051
1.57474	-3.60813
1.7044	-3.58382
1.83369	-3.5576
1.96258	-3.52947
2.09103	-3.49942
2.21903	-3.46748
2.34654	-3.43364
2.47353	-3.39792
2.59998	-3.36031
2.72585	-3.32084
2.85113	-3.27951
2.97579	-3.23632
3.09978	-3.19129
3.2231	-3.14443
3.34571	-3.09575
3.46759	-3.04525
3.5887	-2.99295
3.70902	-2.93886
3.82853	-2.883
3.9472	-2.82537
4.065	-2.76599
4.18191	-2.70486
4.2979	-2.64202
4.41294	-2.57745
4.52702	-2.5112
4.6401	-2.44325
4.75216	-2.37364
4.86317	-2.30238
4.97312	-2.22948
5.07795	-1.97912
5.17018	-1.72386
5.21513	-1.5827
5.2496	-1.46432
5.31599	-1.20115
5.3692	-0.935006
5.40909	-0.666539
5.43556	-0.396419
5.44856	-0.125316
5.4484	-0.0410046
5.44804	0.146099
5.43401	0.41715
5.40651	0.687168
5.36559	0.955481

5.31137	1.22142
5.24397	1.48434
5.16357	1.74357
5.07036	1.99848
4.96458	2.24843
4.84649	2.49281
4.71637	2.731
4.61281	2.9
4.57456	2.96242
4.4214	3.18649
4.25728	3.40266
4.08259	3.61039
3.89779	3.80917
3.70331	3.9985
3.49965	4.17791
3.28731	4.34696
3.06682	4.50523
2.83872	4.65233
2.60359	4.78788
2.36199	4.91157
2.11454	5.02307
1.86184	5.12211
1.60452	5.20846
1.34323	5.28188
1.0786	5.3422
0.811301	5.38928
0.541988	5.42298
0.27133	5.44324
-2.842e-013	5.45
-0.27133	5.44324
-0.541988	5.42298
-0.811301	5.38928
-1.0786	5.3422
-1.34323	5.28188
-1.60452	5.20846
-1.86184	5.12211
-2.11454	5.02307
-2.36199	4.91157
-2.60359	4.78788
-2.83872	4.65233
-3.06682	4.50523
-3.28731	4.34696
-3.49965	4.17791
-3.70331	3.9985
-3.89779	3.80917
-4.08259	3.61039
-4.25728	3.40266
-4.4214	3.18649
-4.57456	2.96242

-4.61281	2.9
-4.71637	2.731
-4.84649	2.49281
-4.96458	2.24843
-5.07036	1.99848
-5.16357	1.74357
-5.24397	1.48434
-5.31137	1.22142
-5.36559	0.955481
-5.40651	0.687168
-5.43401	0.41715
-5.44804	0.146099
-5.4484	-0.0397032
-5.44856	-0.125316
-5.43556	-0.396419
-5.40909	-0.666539
-5.3692	-0.935006
-5.31599	-1.20115
-5.2496	-1.46432
-5.21513	-1.5827
-5.17018	-1.72386
-5.07795	-1.97912
-4.97312	-2.22948

**Material boundary**

X	Y
5.21513	-1.5827
5.77731	-1.76424
5.90624	-1.78266
6.35641	-1.84697

**Material boundary**

X	Y
-6.35641	-1.84697
-5.9071	-1.78278
-5.77731	-1.76424
-5.21513	-1.5827

**Material boundary**

X	Y
4.54462	-3.6438
4.52998	-3.7217
4.68132	-3.89827
4.7725	-3.948
4.959	-4.05

**Material boundary**

X	Y
-6.5814	-3.57041

-6.46188	-3.74332
-6.27043	-3.91629
-6.17642	-3.948
-5.877	-4.05

**Material boundary**

X	Y
100	4.9
5.1379	4.9
4.29069	4.88262
3.45775	4.87284
2.36199	4.91157
-2.36199	4.91157
-3.45775	4.87284
-4.29069	4.88262
-5.1379	4.9
-100	4.9

**Material boundary**

X	Y
100	-19.9
-100	-19.9

**Material boundary**

X	Y
100	11.997
-100	11.997

**Material boundary**

X	Y
-100	-4.05
-6.17642	-4.05
-5.877	-4.05
-5.29755	-4.05
-4.95854	-4.05
-4.7725	-4.05
-3.89989	-4.05
-3.6526	-4.05
-1.92093	-4.05
1.92093	-4.05
3.6526	-4.05
4.7725	-4.05
4.959	-4.05
5.29763	-4.05

**Material boundary**

X	Y
-4.95854	-4.05
-4.7725	-3.948

-4.68132	-3.89827
-4.52998	-3.7217
-4.54462	-3.6438

**Material boundary**

X	Y
5.29763	-4.05
5.8854	-4.05
6.17642	-3.948
6.27043	-3.91629
6.46188	-3.74332
6.5814	-3.57041
6.61009	-3.47231
6.63001	-3.402
6.66635	-3.27058
6.69322	-3.16938
6.71924	-3.06795
6.74441	-2.96631
6.76874	-2.86446
6.79221	-2.76241
6.81483	-2.66017
6.8366	-2.55774
6.85751	-2.45514
6.87757	-2.35236
6.89677	-2.24943
6.91511	-2.14633
6.93259	-2.04309
6.9492	-1.9397
6.96495	-1.83618
6.97984	-1.73253
6.99386	-1.62876
7.00702	-1.52488
7.01931	-1.42089
7.03073	-1.3168
7.04128	-1.21262
7.05097	-1.10835
7.05978	-1.00401
7.06772	-0.899601
7.07479	-0.795126
7.08099	-0.690597
7.08632	-0.586019
7.09077	-0.481401
7.09435	-0.376749
7.09706	-0.27207
7.09889	-0.167373
7.09985	-0.0624953
7.09988	0.0441099
7.09838	0.152634
7.0952	0.261498

7.09035	0.3703
7.08384	0.479015
7.07566	0.587618
7.06581	0.696082
7.05431	0.804382
7.04114	0.912493
7.02631	1.02039
7.00983	1.12805
6.99769	1.2
6.97193	1.34254
6.95052	1.44932
6.92747	1.55577
6.90279	1.66184
6.87649	1.76753
6.84857	1.8728
6.81903	1.97763
6.7879	2.08199
6.75516	2.18587
6.72084	2.28923
6.68493	2.39205
6.64746	2.49431
6.60841	2.59598
6.56782	2.69704
6.52567	2.79747
6.482	2.89723
6.43679	2.99632
6.39008	3.0947
6.34185	3.19236
6.29214	3.28926
6.24095	3.38539
6.18828	3.48072
6.13417	3.57523
6.0786	3.6689
6.02161	3.76171
5.9632	3.85363
5.90339	3.94465
5.84219	4.03473
5.77961	4.12387
5.71568	4.21204
5.6504	4.29922
5.58379	4.38538
5.51586	4.47052
5.44664	4.5546
5.37614	4.63761
5.30437	4.71953
5.23135	4.80034
5.1379	4.9
5.08164	4.95855
5.00498	5.03591

4.92715	5.11209
4.84816	5.18706
4.76802	5.26082
4.68676	5.33334
4.60441	5.4046
4.52096	5.47459
4.43646	5.54329
4.35091	5.61069
4.26433	5.67677
4.17675	5.74151
4.08819	5.8049
3.99867	5.86693
3.90821	5.92758
3.81683	5.98683
3.72455	6.04467
3.63139	6.10109
3.53738	6.15607
3.44253	6.20961
3.34688	6.26168
3.25044	6.31228
3.15323	6.3614
3.05528	6.40902
2.95662	6.45513
2.85725	6.49972
2.75722	6.54278
2.65653	6.58431
2.55522	6.62428
2.45331	6.66269
2.35083	6.69954
2.24779	6.73481
2.14422	6.7685
2.04014	6.80059
1.93559	6.83109
1.83058	6.85997
1.72514	6.88725
1.61929	6.9129
1.51306	6.93692
1.40648	6.95931
1.29957	6.98007
1.19235	6.99918
1.08485	7.01665
0.977091	7.03246
0.869105	7.04662
0.760915	7.05913
0.652545	7.06997
0.544022	7.07914
0.435372	7.08666
0.326618	7.0925
0.217788	7.09668

0.108907	7.09918
1.7053e-012	7.10002
-0.108907	7.09918
-0.217788	7.09668
-0.326618	7.0925
-0.435372	7.08666
-0.544022	7.07914
-0.652545	7.06997
-0.760915	7.05913
-0.869105	7.04662
-0.977091	7.03246
-1.08485	7.01665
-1.19235	6.99918
-1.29957	6.98007
-1.40648	6.95931
-1.51306	6.93692
-1.61929	6.9129
-1.72514	6.88725
-1.83058	6.85997
-1.93559	6.83109
-2.04014	6.80059
-2.14422	6.7685
-2.24779	6.73481
-2.35083	6.69954
-2.45331	6.66269
-2.55522	6.62428
-2.65653	6.58431
-2.75722	6.54278
-2.85725	6.49972
-2.95662	6.45513
-3.05528	6.40902
-3.15323	6.3614
-3.25044	6.31228
-3.34688	6.26168
-3.44253	6.20961
-3.53738	6.15607
-3.63139	6.10109
-3.72455	6.04467
-3.81683	5.98683
-3.90821	5.92758
-3.99867	5.86693
-4.08819	5.8049
-4.17675	5.74151
-4.26433	5.67677
-4.35091	5.61069
-4.43646	5.54329
-4.52096	5.47459
-4.60441	5.4046
-4.68676	5.33334

-4.76802	5.26082
-4.84816	5.18706
-4.92715	5.11209
-5.00498	5.03591
-5.08164	4.95855
-5.1379	4.9
-5.23135	4.80034
-5.30437	4.71953
-5.37614	4.63761
-5.44664	4.5546
-5.51586	4.47052
-5.58379	4.38538
-5.6504	4.29922
-5.71568	4.21204
-5.77961	4.12387
-5.84219	4.03473
-5.90339	3.94465
-5.9632	3.85363
-6.02161	3.76171
-6.0786	3.6689
-6.13417	3.57523
-6.18828	3.48072
-6.24095	3.38539
-6.29214	3.28926
-6.34185	3.19236
-6.39008	3.0947
-6.43679	2.99632
-6.482	2.89723
-6.52567	2.79747
-6.56782	2.69704
-6.60841	2.59598
-6.64746	2.49431
-6.68493	2.39205
-6.72084	2.28923
-6.75516	2.18587
-6.7879	2.08199
-6.81903	1.97763
-6.84857	1.8728
-6.87649	1.76753
-6.90279	1.66184
-6.92747	1.55577
-6.95052	1.44932
-6.97193	1.34254
-6.99769	1.2
-7.00983	1.12805
-7.02631	1.02039
-7.04114	0.912493
-7.05431	0.804382
-7.06581	0.696082

-7.07566	0.587618
-7.08384	0.479015
-7.09035	0.3703
-7.0952	0.261498
-7.09838	0.152634
-7.09988	0.0441099
-7.09985	-0.0624953
-7.09889	-0.167373
-7.09706	-0.27207
-7.09435	-0.376749
-7.09077	-0.481401
-7.08632	-0.586019
-7.08099	-0.690597
-7.07479	-0.795126
-7.06772	-0.899601
-7.05978	-1.00401
-7.05097	-1.10835
-7.04128	-1.21262
-7.03073	-1.3168
-7.01931	-1.42089
-7.00702	-1.52488
-6.99386	-1.62876
-6.97984	-1.73253
-6.96495	-1.83618
-6.9492	-1.9397
-6.93259	-2.04309
-6.91511	-2.14633
-6.89677	-2.24943
-6.87757	-2.35236
-6.85751	-2.45514
-6.8366	-2.55774
-6.81483	-2.66017
-6.79221	-2.76241
-6.76874	-2.86446
-6.74441	-2.96631
-6.71924	-3.06795
-6.69322	-3.16938
-6.66635	-3.27058
-6.63001	-3.402
-6.5814	-3.57041

**Material boundary**

X	Y
5.8854	-4.05
6.17642	-4.05
100	-4.05

**Material boundary**

X	Y
---	---

14.0806	20.1
14.0806	17.8599

**Material boundary**

X	Y
14.0806	17.8599
33.4997	17.8599

**Material boundary**

X	Y
33.4997	20.1
33.4997	17.8599



**Phase2 Analysis Information  
GN01\_C1bis\_ed6**

**Project Summary**

---

- File Name: Sezione C1bis\_edificio6\_r1.fez
- Last saved with Phase2 version: 9.021
- Project Title: GN01\_C1bis\_ed6

**General Settings**

---

- Number of Stages: 11
- Analysis Type: Plane Strain
- Solver Type: Gaussian Elimination
- Units: Metric, stress as MPa

**Analysis Options**

---

- Maximum Number of Iterations: 1000
- Tolerance: 0.001
- Number of Load Steps: Automatic
- Convergence Type: Absolute Energy
- Tensile Failure: Reduces Shear Strength
- Joint tension reduces joint stiffness by a factor of 0.01

**Groundwater Analysis**

---

- Method: Piezometric Lines
- Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m3
- Probability: None

**Field Stress**

---

- Field stress: gravity
- Using actual ground surface
- Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.8
- Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.8
- Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
- Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

**Mesh**

---

- Mesh type: graded
- Element type: 3 noded triangles
- Number of elements on Stage 1: 30237
- Number of nodes on Stage 1: 15289
- Number of elements on Stage 2: 23021
- Number of nodes on Stage 2: 11879
- Number of elements on Stage 3: 23021
- Number of nodes on Stage 3: 11879
- Number of elements on Stage 4: 23021
- Number of nodes on Stage 4: 11879
- Number of elements on Stage 5: 23021
- Number of nodes on Stage 5: 11879
- Number of elements on Stage 6: 23021
- Number of nodes on Stage 6: 11879
- Number of elements on Stage 7: 23021
- Number of nodes on Stage 7: 11879
- Number of elements on Stage 8: 24797
- Number of nodes on Stage 8: 12755
- Number of elements on Stage 9: 24797

- Number of nodes on Stage 9: 12755
- Number of elements on Stage 10: 27663
- Number of nodes on Stage 10: 14138
- Number of elements on Stage 11: 27663
- Number of nodes on Stage 11: 14138

**Mesh Quality**

---

- All elements are of good quality


**Poor quality elements defined as:**

- Side length ratio (maximum / minimum) > 30.00
- Minimum interior angle < 2.0 degrees
- Maximum interior angle > 175.0 degrees

**Material Properties**


---

**Material: Pir**

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.015 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	22.5 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	27 degrees
Peak cohesion	0.0025 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	27 degrees
Residual Cohesion	0.0025 MPa
Datum Dependent Modulus	Yes
Modulus at Datum	22.5 MPa
Datum	17.42 m
Change	0.986842 MPa/m
Cutoff	30 MPa
Datum Dependent Cohesion	Yes
Cohesion at Datum (peak)	0.0025 MPa
Cohesion at Datum (residual)	0.0025 MPa
Datum	17.42 m
Change (peak)	0.000329 MPa/m
Cutoff (peak)	0.005 MPa
Change (residual)	0.000329 MPa/m
Cutoff (residual)	0.005 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0

Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Material: cls**

Color	
Initial element loading	body force only
Unit weight	0.025 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	31475.8 MPa
Poisson's ratio	0.2
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	35 degrees
Peak cohesion	10.5 MPa
Material type	Elastic
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0


**Properties changed in Stage 9**

- o Young's modulus: 28863.3 MPa (factor = 0.917)

**Properties changed in Stage 10**


- o Young's modulus: 31475.8 MPa (factor = 1)

**Material: DT**


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.018 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	22.5 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	27 degrees
Peak cohesion	0.0025 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	27 degrees
Residual Cohesion	0.0025 MPa

Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Material: TGCs**


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.017 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	40 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	32.5 degrees
Peak cohesion	0.0025 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	32.5 degrees
Residual Cohesion	0.0025 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Material: AVL**


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.02 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	27 MPa
Poisson's ratio	0.35
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	1 degrees
Peak cohesion	0.195 MPa

Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	1 degrees
Residual Cohesion	0.195 MPa
Datum Dependent Modulus	Yes
Modulus at Datum	27 MPa
Datum	5 m
Change	0.9 MPa/m
Datum Dependent Cohesion	Yes
Cohesion at Datum (peak)	0.195 MPa
Cohesion at Datum (residual)	0.195 MPa
Datum	25 m
Change (peak)	0.004 MPa/m
Change (residual)	0.004 MPa/m
Piezo to use	None
Ru value	0

**Material: Consolidamento radiale AVL**


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.02 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	491 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	1 degrees
Peak cohesion	0.286 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	1 degrees
Residual Cohesion	0.286 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0

**Material: Consolidamento radiale TGCs**

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.017 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	413 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	32.5 degrees
Peak cohesion	0.025 MPa

Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	32.5 degrees
Residual Cohesion	0.025 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Material: ALV sotto A.R.**

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.02 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	81 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	1 degrees
Peak cohesion	0.195 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	1 degrees
Residual Cohesion	0.195 MPa
Datum Dependent Modulus	Yes
Modulus at Datum	81 MPa
Datum	5 m
Change	0.9 MPa/m
Datum Dependent Cohesion	Yes
Cohesion at Datum (peak)	0.195 MPa
Cohesion at Datum (residual)	0.195 MPa
Datum	6.3 m
Change (peak)	0.004 MPa/m
Change (residual)	0.004 MPa/m
Piezo to use	None
Ru value	0

**Joint Properties**


**Joint: giunto sostegno di prima fase**

Color	
Normal stiffness	34.43 MPa/m

Shear stiffness	11.48 MPa/m
Initial joint deformation	allowed
Pressure from Groundwater Analysis	Not Included
Additional Pressure Inside Joint	Not Included
Slip Criterion	Mohr-Coulomb
Tensile strength	0 MPa (tension positive)
Cohesion	0.0925 MPa
Friction angle	25.25 degrees

### Liner Properties

#### Liner: 1 fase

Color	
Liner Type	Reinforced Concrete
Equivalent Young's modulus	36566.1 MPa
Equivalent thickness	0.296973 m
Poisson ratio	0

#### Reinforcement Properties

Type	I-beam(W): IPN180
Spacing	0.5 m
Section Depth	0.2 m
Area	0.00334 m <sup>2</sup>
Moment of inertia	2.14e-005 m <sup>4</sup>
Young's modulus	210000 MPa
Poisson ratio	0.25
Compressive strength	262 MPa
Tensile strength	262 MPa

#### Concrete Properties

Thickness	0.3 m
Young's modulus	29961 MPa
Poisson ratio	0.2
Compressive strength	13.33 MPa
Tensile strength	1.03 MPa

#### Properties changed in Stage 5

- Young's modulus: 2.9961 MPa (factor = 0.0001)
- Compressive strength: 0.001333 MPa (factor = 0.0001)
- Tensile strength: 0.000103 MPa (factor = 0.0001)

#### Properties changed in Stage 6

- Young's modulus: 25137.3 MPa (factor = 0.839)
- Compressive strength: 7.38482 MPa (factor = 0.554)
- Tensile strength: 0.57062 MPa (factor = 0.554)

#### Properties changed in Stage 7

- Young's modulus: 26725.2 MPa (factor = 0.892)
- Compressive strength: 9.9975 MPa (factor = 0.75)
- Tensile strength: 0.7725 MPa (factor = 0.75)

#### Properties changed in Stage 8

- Young's modulus: 27144.7 MPa (factor = 0.906)
- Compressive strength: 10.7307 MPa (factor = 0.805)
- Tensile strength: 0.82915 MPa (factor = 0.805)

#### Properties changed in Stage 9

- Young's modulus: 29961 MPa (factor = 1)
- Compressive strength: 13.33 MPa (factor = 1)
- Tensile strength: 1.03 MPa (factor = 1)

#### Composite Liner Properties

- Composite name: 1 fase
- Joint: giunto sostegno di prima fase between soil/rock and layer 1
- Layer 1: 1 fase

#### List of All Coordinates

##### Excavation boundary

X	Y
6.3998	0.0503909
6.39823	0.150405
6.3951	0.250382
6.39041	0.350297
6.38415	0.450128
6.37634	0.549848
6.37162	0.6
6.36696	0.649434
6.35604	0.748861
6.34356	0.848106
6.32953	0.947143
6.31395	1.04595
6.29683	1.1445
6.27818	1.24277
6.25799	1.34074
6.23627	1.43838
6.21303	1.53567
6.18827	1.63258
6.162	1.72909
6.13422	1.82519
6.10495	1.92083
6.07418	2.01601
6.04193	2.11069
6.00821	2.20486
5.97302	2.29849
5.93636	2.39156
5.89826	2.48405
5.85872	2.57593
5.81775	2.66717
5.77535	2.75777
5.73155	2.8477
5.68634	2.93692
5.63975	3.02544

5.59177	3.11321
5.54244	3.20022
5.49174	3.28645
5.43971	3.37187
5.38635	3.45648
5.33167	3.54024
5.27569	3.62313
5.21842	3.70514
5.15988	3.78624
5.10008	3.86642
5.03903	3.94566
4.97675	4.02393
4.91325	4.10122
4.84855	4.1775
4.78267	4.25277
4.71562	4.327
4.64742	4.40017
4.57809	4.47226
4.50763	4.54326
4.43608	4.61316
4.36344	4.68192
4.28973	4.74955
4.21498	4.81601
4.1392	4.88129
4.06241	4.94539
3.98462	5.00827
3.90586	5.06994
3.82615	5.13036
3.7455	5.18953
3.66394	5.24743
3.58148	5.30406
3.49815	5.35938
3.41396	5.4134
3.32894	5.46609
3.24311	5.51745
3.15648	5.56746
3.06908	5.61611
2.98094	5.66339
2.89206	5.70929
2.80248	5.75379
2.71221	5.79689
2.62129	5.83857
2.52972	5.87882
2.43753	5.91764
2.34475	5.95501
2.25139	5.99093
2.15749	6.02538
2.06306	6.05837
1.96812	6.08987

1.8727	6.11988
1.77683	6.1484
1.68052	6.17542
1.5838	6.20093
1.4867	6.22493
1.38923	6.2474
1.29142	6.26835
1.1933	6.28777
1.09489	6.30565
0.996203	6.32199
0.897278	6.33679
0.798133	6.35004
0.698793	6.36174
0.599283	6.37188
0.499626	6.38047
0.399848	6.3875
0.299971	6.39297
0.200022	6.39687
0.100023	6.39922
-1.3642e-012	6.4
-0.100023	6.39922
-0.200022	6.39687
-0.299971	6.39297
-0.399848	6.3875
-0.499626	6.38047
-0.599283	6.37188
-0.698793	6.36174
-0.798133	6.35004
-0.897278	6.33679
-0.996203	6.32199
-1.09489	6.30565
-1.1933	6.28777
-1.29142	6.26835
-1.38923	6.2474
-1.4867	6.22493
-1.5838	6.20093
-1.68052	6.17542
-1.77683	6.1484
-1.8727	6.11988
-1.96812	6.08987
-2.06306	6.05837
-2.15749	6.02538
-2.25139	5.99093
-2.34475	5.95501
-2.43753	5.91764
-2.52972	5.87882
-2.62129	5.83857
-2.71221	5.79689
-2.80248	5.75379

-2.89206	5.70929
-2.98094	5.66339
-3.06908	5.61611
-3.15648	5.56746
-3.24311	5.51745
-3.32894	5.46609
-3.41396	5.4134
-3.49815	5.35938
-3.58148	5.30406
-3.66394	5.24743
-3.7455	5.18953
-3.82615	5.13036
-3.90586	5.06994
-3.98462	5.00827
-4.06241	4.94539
-4.1392	4.88129
-4.21498	4.81601
-4.28973	4.74955
-4.36344	4.68192
-4.43608	4.61316
-4.50763	4.54326
-4.57809	4.47226
-4.64742	4.40017
-4.71562	4.327
-4.78267	4.25277
-4.84855	4.1775
-4.91325	4.10122
-4.97675	4.02393
-5.03903	3.94566
-5.10008	3.86642
-5.15988	3.78624
-5.21842	3.70514
-5.27569	3.62313
-5.33167	3.54024
-5.38635	3.45648
-5.43971	3.37187
-5.49174	3.28645
-5.54244	3.20022
-5.59177	3.11321
-5.63975	3.02544
-5.68634	2.93692
-5.73155	2.8477
-5.77535	2.75777
-5.81775	2.66717
-5.85872	2.57593
-5.89826	2.48405
-5.93636	2.39156
-5.97302	2.29849
-6.00821	2.20486

-6.04193	2.11069
-6.07418	2.01601
-6.10495	1.92083
-6.13422	1.82519
-6.162	1.72909
-6.18827	1.63258
-6.21303	1.53567
-6.23627	1.43838
-6.25799	1.34074
-6.27818	1.24277
-6.29683	1.1445
-6.31395	1.04595
-6.32953	0.947143
-6.34356	0.848106
-6.35604	0.748861
-6.36696	0.649434
-6.37162	0.6
-6.37634	0.549848
-6.38415	0.450128
-6.39041	0.350297
-6.3951	0.250382
-6.39823	0.150405
-6.3998	0.0503909
-6.3999	-0.0496355
-6.39905	-0.149659
-6.39737	-0.249671
-6.39484	-0.349666
-6.39147	-0.449636
-6.38725	-0.549574
-6.38219	-0.649472
-6.37628	-0.749325
-6.36954	-0.849124
-6.36195	-0.948862
-6.35352	-1.04853
-6.34425	-1.14813
-6.33414	-1.24764
-6.32319	-1.34707
-6.3114	-1.4464
-6.29877	-1.54563
-6.2853	-1.64474
-6.271	-1.74374
-6.25586	-1.84262
-6.23989	-1.94136
-6.22309	-2.03996
-6.20546	-2.13842
-6.18699	-2.23673
-6.16769	-2.33488
-6.14757	-2.43286
-6.12662	-2.53067

-6.10485	-2.6283
-6.08225	-2.72574
-6.05883	-2.82299
-6.03459	-2.92003
-6.00954	-3.01687
-5.98366	-3.11349
-5.95698	-3.20989
-5.92947	-3.30606
-5.90116	-3.402
-4.98483	-3.402
-4.89778	-3.45211
-4.81022	-3.50136
-4.72217	-3.54973
-4.63364	-3.5972
-4.54462	-3.64377
-4.45514	-3.68943
-4.3652	-3.73418
-4.27481	-3.77802
-4.18398	-3.82094
-4.09272	-3.86293
-4.00104	-3.904
-3.90894	-3.94413
-3.81645	-3.98333
-3.72356	-4.02158
-3.63028	-4.05889
-3.53664	-4.09526
-3.44263	-4.13067
-3.34826	-4.16512
-3.25355	-4.19862
-3.15851	-4.23115
-3.06313	-4.26272
-2.96745	-4.29332
-2.87146	-4.32294
-2.77517	-4.35159
-2.6786	-4.37926
-2.58175	-4.40595
-2.48463	-4.43166
-2.38726	-4.45638
-2.28965	-4.48011
-2.1918	-4.50284
-2.09372	-4.52459
-1.99542	-4.54533
-1.89693	-4.56508
-1.79823	-4.58383
-1.69935	-4.60158
-1.6003	-4.61832
-1.50108	-4.63405
-1.40171	-4.64878
-1.30219	-4.6625

-1.20254	-4.67521
-1.10276	-4.68691
-1.00287	-4.69759
-0.902879	-4.70726
-0.802793	-4.71591
-0.702625	-4.72355
-0.602384	-4.73017
-0.502082	-4.73578
-0.401727	-4.74036
-0.301332	-4.74393
-0.200905	-4.74648
-0.100458	-4.74801
6.1959e-012	-4.74852
0.100458	-4.74801
0.200905	-4.74648
0.301332	-4.74393
0.401727	-4.74036
0.502082	-4.73578
0.602384	-4.73017
0.702625	-4.72355
0.802793	-4.71591
0.902879	-4.70726
1.00287	-4.69759
1.10276	-4.68691
1.20254	-4.67521
1.30219	-4.6625
1.40171	-4.64878
1.50108	-4.63405
1.6003	-4.61832
1.69935	-4.60158
1.79823	-4.58383
1.89693	-4.56508
1.99542	-4.54533
2.09372	-4.52459
2.1918	-4.50284
2.28965	-4.48011
2.38726	-4.45638
2.48463	-4.43166
2.58175	-4.40595
2.6786	-4.37926
2.77517	-4.35159
2.87146	-4.32294
2.96745	-4.29332
3.06313	-4.26272
3.15851	-4.23115
3.25355	-4.19862
3.34826	-4.16512
3.44263	-4.13067
3.53664	-4.09526

3.63028	-4.05889
3.72356	-4.02158
3.81645	-3.98333
3.90894	-3.94413
4.00104	-3.904
4.09272	-3.86293
4.18398	-3.82094
4.27481	-3.77802
4.3652	-3.73418
4.45514	-3.68943
4.54462	-3.64377
4.63364	-3.5972
4.72217	-3.54973
4.81022	-3.50136
4.89778	-3.45211
4.98483	-3.402
5.90116	-3.402
5.92947	-3.30606
5.95698	-3.20989
5.98366	-3.11349
6.00954	-3.01687
6.03459	-2.92003
6.05883	-2.82299
6.08225	-2.72574
6.10485	-2.6283
6.12662	-2.53067
6.14757	-2.43286
6.16769	-2.33488
6.18699	-2.23673
6.20546	-2.13842
6.22309	-2.03996
6.23989	-1.94136
6.25586	-1.84262
6.271	-1.74374
6.2853	-1.64474
6.29877	-1.54563
6.3114	-1.4464
6.32319	-1.34707
6.33414	-1.24764
6.34425	-1.14813
6.35352	-1.04853
6.36195	-0.948862
6.36954	-0.849124
6.37628	-0.749325
6.38219	-0.649472
6.38725	-0.549574
6.39147	-0.449636
6.39484	-0.349666
6.39737	-0.249671

6.39905	-0.149659
6.3999	-0.0496355

**External boundary**

X	Y
-100	-101.949
100	-101.949
100	-3.402
100	0.6
100	9.6
100	16.6
100	24.6
-12.9711	24.6
-37.3748	24.6
-100	24.6
-100	16.6
-100	9.6
-100	0.6
-100	-3.402

**Stage boundary**

X	Y
5.58549	-2.40909
5.60926	-2.31157
5.6322	-2.21385
5.6543	-2.11594
5.67558	-2.01784
5.69601	-1.91956
5.71561	-1.82112
5.73437	-1.72251
5.7523	-1.62374
5.76938	-1.52483
5.78561	-1.42577
5.80101	-1.32658
5.81556	-1.22727
5.82926	-1.12783
5.84212	-1.02828
5.85413	-0.928623
5.86529	-0.828867
5.8756	-0.729021
5.88506	-0.62909
5.89367	-0.529083
5.90143	-0.429005
5.90833	-0.328866
5.91439	-0.228671
5.91959	-0.128428
5.92393	-0.0281452
5.92456	0.0722106
5.92249	0.172566



5.91871	0.272871
5.91324	0.373099
5.90607	0.473219
5.89721	0.573203
5.89437	0.6
5.88665	0.673023
5.87441	0.77265
5.86047	0.872055
5.84486	0.97121
5.82757	1.07009
5.8086	1.16865
5.78797	1.26689
5.76568	1.36476
5.74173	1.46224
5.71614	1.55929
5.6889	1.65591
5.66003	1.75204
5.62954	1.84767
5.59743	1.94278
5.56372	2.03732
5.52841	2.13128
5.49151	2.22463
5.45303	2.31734
5.41299	2.40939
5.3714	2.50074
5.32826	2.59137
5.2836	2.68127
5.23742	2.77039
5.18974	2.85872
5.14056	2.94622
5.08991	3.03289
5.03781	3.11868
4.98425	3.20357
4.92926	3.28755
4.87286	3.37058
4.81507	3.45265
4.75588	3.53372
4.69534	3.61378
4.63345	3.6928
4.57022	3.77077
4.50569	3.84765
4.43986	3.92343
4.37276	3.99808
4.3044	4.07158
4.23481	4.14392
4.164	4.21506
4.092	4.285
4.01882	4.3537
3.94449	4.42116

3.86902	4.48735
3.79245	4.55225
3.71479	4.61584
3.63606	4.67811
3.55629	4.73903
3.4755	4.7986
3.39371	4.85679
3.31094	4.91358
3.22723	4.96897
3.14259	5.02292
3.05705	5.07544
2.97063	5.1265
2.88335	5.17609
2.79525	5.22419
2.70635	5.27079
2.61667	5.31589
2.52624	5.35945
2.43509	5.40148
2.34324	5.44195
2.25071	5.48087
2.15754	5.51821
2.06375	5.55397
1.96936	5.58813
1.87441	5.62069
1.77893	5.65164
1.68293	5.68097
1.58645	5.70866
1.48951	5.73472
1.39215	5.75913
1.29439	5.78188
1.19625	5.80298
1.09778	5.82241
0.998983	5.84018
0.899904	5.85626
0.800566	5.87067
0.700999	5.88339
0.60123	5.89442
0.501289	5.90376
0.401204	5.9114
0.301004	5.91735
0.200717	5.9216
0.100373	5.92415
-1.4211e-012	5.925
-0.100373	5.92415
-0.200717	5.9216
-0.301004	5.91735
-0.401204	5.9114
-0.501289	5.90376
-0.60123	5.89442

-0.700999	5.88339
-0.800566	5.87067
-0.899904	5.85626
-0.998983	5.84018
-1.09778	5.82241
-1.19625	5.80298
-1.29439	5.78188
-1.39215	5.75913
-1.48951	5.73472
-1.58645	5.70866
-1.68293	5.68097
-1.77893	5.65164
-1.87441	5.62069
-1.96936	5.58813
-2.06375	5.55397
-2.15754	5.51821
-2.25071	5.48087
-2.34324	5.44195
-2.43509	5.40148
-2.52624	5.35945
-2.61667	5.31589
-2.70635	5.27079
-2.79525	5.22419
-2.88335	5.17609
-2.97063	5.1265
-3.05705	5.07544
-3.14259	5.02292
-3.22723	4.96897
-3.31094	4.91358
-3.39371	4.85679
-3.4755	4.7986
-3.55629	4.73903
-3.63606	4.67811
-3.71479	4.61584
-3.79245	4.55225
-3.86902	4.48735
-3.94449	4.42116
-4.01882	4.3537
-4.092	4.285
-4.164	4.21506
-4.23481	4.14392
-4.3044	4.07158
-4.37276	3.99808
-4.43986	3.92343
-4.50569	3.84765
-4.57022	3.77077
-4.63345	3.6928
-4.69534	3.61378
-4.75588	3.53372

-4.81507	3.45265
-4.87286	3.37058
-4.92926	3.28755
-4.98425	3.20357
-5.03781	3.11868
-5.08991	3.03289
-5.14056	2.94622
-5.18974	2.85872
-5.23742	2.77039
-5.2836	2.68127
-5.32826	2.59137
-5.3714	2.50074
-5.41299	2.40939
-5.45303	2.31734
-5.49151	2.22463
-5.52841	2.13128
-5.56372	2.03732
-5.59743	1.94278
-5.62954	1.84767
-5.66003	1.75204
-5.6889	1.65591
-5.71614	1.55929
-5.74173	1.46224
-5.76568	1.36476
-5.78797	1.26689
-5.8086	1.16865
-5.82757	1.07009
-5.84486	0.97121
-5.86047	0.872055
-5.87441	0.77265
-5.88665	0.673023
-5.89437	0.6
-5.89721	0.573203
-5.90607	0.473219
-5.91324	0.373099
-5.91871	0.272871
-5.92249	0.172566
-5.92456	0.0722106
-5.92393	-0.0281452
-5.91959	-0.128428
-5.91439	-0.228671
-5.90833	-0.328866
-5.90143	-0.429005
-5.89367	-0.529083
-5.88506	-0.62909
-5.8756	-0.729021
-5.86529	-0.828867
-5.85413	-0.928623
-5.84212	-1.02828

-5.82926	-1.12783
-5.81556	-1.22727
-5.80101	-1.32658
-5.78561	-1.42577
-5.76938	-1.52483
-5.7523	-1.62374
-5.73437	-1.72251
-5.71561	-1.82112
-5.69601	-1.91956
-5.67558	-2.01784
-5.6543	-2.11594
-5.6322	-2.21385
-5.60926	-2.31157
-5.58549	-2.40909

**Stage boundary**

X	Y
-5.58549	-2.40909
-5.505	-2.4679
-5.42389	-2.52585
-5.34217	-2.58293
-5.25986	-2.63915
-5.17695	-2.69449
-5.09346	-2.74895
-5.00939	-2.80252
-4.92476	-2.8552
-4.83958	-2.90697
-4.75385	-2.95784
-4.66759	-3.0078
-4.58081	-3.05683
-4.49351	-3.10495
-4.4057	-3.15214
-4.3174	-3.19839
-4.22861	-3.24371
-4.13935	-3.28808
-4.04962	-3.3315
-3.95944	-3.37397
-3.86881	-3.41547
-3.77775	-3.45602
-3.68626	-3.4956
-3.59435	-3.5342
-3.50205	-3.57183
-3.40934	-3.60848
-3.31626	-3.64414
-3.2228	-3.67881
-3.12898	-3.71249
-3.03481	-3.74518
-2.94029	-3.77686
-2.84545	-3.80754

-2.75029	-3.83721
-2.65481	-3.86587
-2.55904	-3.89351
-2.46298	-3.92014
-2.36664	-3.94575
-2.27004	-3.97034
-2.17318	-3.9939
-2.07608	-4.01643
-1.97874	-4.03793
-1.88119	-4.05839
-1.78342	-4.07782
-1.68544	-4.09622
-1.58728	-4.11357
-1.48895	-4.12988
-1.39044	-4.14515
-1.29178	-4.15937
-1.19297	-4.17255
-1.09403	-4.18467
-0.994962	-4.19575
-0.895785	-4.20577
-0.796507	-4.21475
-0.697139	-4.22267
-0.597694	-4.22953
-0.498181	-4.23534
-0.398612	-4.2401
-0.298998	-4.2438
-0.199351	-4.24644
-0.099681	-4.24802
0	-4.24855
0.099681	-4.24802
0.199351	-4.24644
0.298998	-4.2438
0.398612	-4.2401
0.498181	-4.23534
0.597694	-4.22953
0.697139	-4.22267
0.796507	-4.21475
0.895785	-4.20577
0.994962	-4.19575
1.09403	-4.18467
1.19297	-4.17255
1.29178	-4.15937
1.39044	-4.14515
1.48895	-4.12988
1.58728	-4.11357
1.68544	-4.09622
1.78342	-4.07782
1.88119	-4.05839
1.97874	-4.03793

2.07608	-4.01643
2.17318	-3.9939
2.27004	-3.97034
2.36664	-3.94575
2.46298	-3.92014
2.55904	-3.89351
2.65481	-3.86587
2.75029	-3.83721
2.84545	-3.80754
2.94029	-3.77686
3.03481	-3.74518
3.12898	-3.71249
3.2228	-3.67881
3.31626	-3.64414
3.40934	-3.60848
3.50205	-3.57183
3.59435	-3.5342
3.68626	-3.4956
3.77775	-3.45602
3.86881	-3.41547
3.95944	-3.37397
4.04962	-3.3315
4.13935	-3.28808
4.22861	-3.24371
4.3174	-3.19839
4.4057	-3.15214
4.49351	-3.10495
4.58081	-3.05683
4.66759	-3.0078
4.75385	-2.95784
4.83958	-2.90697
4.92476	-2.8552
5.00939	-2.80252
5.09346	-2.74895
5.17695	-2.69449
5.25986	-2.63915
5.34217	-2.58293
5.42389	-2.52585
5.505	-2.4679
5.58549	-2.40909

**Material boundary**

X	Y
-6.23989	-1.94136
-5.73437	-1.72251
-5.21513	-1.5827
-5.17332	-1.71443
-5.12819	-1.84505
-5.07975	-1.97449

-5.02805	-2.10266
-4.97312	-2.22948
-4.47312	-2.22948
-4.47312	-2.54278
-4.37144	-2.601
-4.269	-2.65788
-4.16583	-2.7134
-4.06193	-2.76756
-3.95733	-2.82035
-3.85204	-2.87176
-3.74608	-2.92177
-3.63947	-2.97039
-3.53224	-3.0176
-3.42439	-3.06339
-3.31595	-3.10776
-3.20693	-3.1507
-3.09736	-3.19219
-2.98725	-3.23225
-2.87662	-3.27085
-2.76549	-3.30799
-2.65389	-3.34366
-2.54182	-3.37786
-2.42932	-3.41058
-2.31639	-3.44182
-2.20306	-3.47157
-2.08935	-3.49983
-1.97528	-3.52658
-1.86087	-3.55184
-1.74613	-3.57558
-1.63109	-3.59781
-1.51577	-3.61852
-1.40018	-3.63772
-1.28436	-3.65539
-1.16831	-3.67154
-1.05205	-3.68615
-0.935618	-3.69924
-0.819021	-3.71079
-0.702282	-3.7208
-0.585421	-3.72928
-0.468458	-3.73621
-0.351415	-3.74161
-0.23431	-3.74547
-0.117165	-3.74778
-2.179e-013	-3.74855
0.117165	-3.74778
0.23431	-3.74547
0.351415	-3.74161
0.468458	-3.73621
0.585421	-3.72928

0.702282	-3.7208
0.819021	-3.71079
0.935618	-3.69924
1.05205	-3.68615
1.16831	-3.67154
1.28436	-3.65539
1.40018	-3.63772
1.51577	-3.61852
1.63109	-3.59781
1.74613	-3.57558
1.86087	-3.55184
1.97528	-3.52658
2.08935	-3.49983
2.20306	-3.47157
2.31639	-3.44182
2.42932	-3.41058
2.54182	-3.37786
2.65389	-3.34366
2.76549	-3.30799
2.87662	-3.27085
2.98725	-3.23225
3.09736	-3.19219
3.20693	-3.1507
3.31595	-3.10776
3.42439	-3.06339
3.53224	-3.0176
3.63947	-2.97039
3.74608	-2.92177
3.85204	-2.87176
3.95733	-2.82035
4.06193	-2.76756
4.16583	-2.7134
4.269	-2.65788
4.37144	-2.601
4.47312	-2.54278

**Material boundary**

X	Y
6.23989	-1.94136
5.73437	-1.72251
5.21513	-1.5827
5.28324	-1.33785
5.33987	-1.0901
5.38488	-0.839972
5.41819	-0.58802
5.43971	-0.334789
5.4494	-0.0808304
5.44886	-0.0172516
5.44724	0.173304

5.43324	0.427062
5.41558	0.6
5.40743	0.679891
5.36985	0.931242
5.3206	1.18057
5.25978	1.42733
5.18752	1.67098
5.10398	1.911
5.00934	2.14687
4.90381	2.37806
4.78761	2.60409
4.661	2.82445
4.52426	3.03868
4.37768	3.24629
4.22158	3.44684
4.0563	3.6399
3.8822	3.82505
3.69966	4.00187
3.50908	4.17
3.31086	4.32905
3.10544	4.4787
2.89327	4.6186
2.67481	4.74846
2.45053	4.868
2.22093	4.97695
1.98649	5.07507
1.74773	5.16216
1.50518	5.23803
1.25935	5.3025
1.01078	5.35545
0.760015	5.39675
0.507597	5.42631
0.254075	5.44407
-6.216e-013	5.45
-0.254075	5.44407
-0.507597	5.42631
-0.760015	5.39675
-1.01078	5.35545
-1.25935	5.3025
-1.50518	5.23803
-1.74773	5.16216
-1.98649	5.07507
-2.22093	4.97695
-2.45053	4.868
-2.67481	4.74846
-2.89327	4.6186
-3.10544	4.4787
-3.31086	4.32905
-3.50908	4.17

-3.69966	4.00187
-3.8822	3.82505
-4.0563	3.6399
-4.22158	3.44684
-4.37768	3.24629
-4.52426	3.03868
-4.661	2.82445
-4.78761	2.60409
-4.90381	2.37806
-5.00934	2.14687
-5.10398	1.911
-5.18752	1.67098
-5.25978	1.42733
-5.3206	1.18057
-5.36985	0.931242
-5.40743	0.679891
-5.41558	0.6
-5.43324	0.427062
-5.44724	0.173304
-5.44886	-0.0172516
-5.4494	-0.0808304
-5.43971	-0.334789
-5.41819	-0.58802
-5.38488	-0.839972
-5.33987	-1.0901
-5.28324	-1.33785
-5.21513	-1.5827

**Material boundary**

X	Y
4.97312	-2.22948
4.47312	-2.22948
4.47312	-2.54278

**Material boundary**

X	Y
6.08225	-2.72574
7.13632	-3.04705
7.15277	-2.97876
7.17746	-2.87228
7.20126	-2.76559
7.22415	-2.6587
7.24614	-2.55162
7.26723	-2.44436
7.28741	-2.33693
7.30668	-2.22933
7.32504	-2.12157
7.34249	-2.01366
7.35904	-1.90561

7.37467	-1.79742
7.38938	-1.6891
7.40318	-1.58066
7.41607	-1.47211
7.42803	-1.36346
7.43908	-1.25471
7.44921	-1.14587
7.45843	-1.03694
7.46672	-0.927946
7.47409	-0.818883
7.48054	-0.709762
7.48608	-0.600589
7.49068	-0.491375
7.49437	-0.382125
7.49714	-0.272848
7.49898	-0.163551
7.4999	-0.0496355
7.49979	0.0595388
7.49796	0.176256
7.49429	0.293417
7.48879	0.410507
7.48146	0.527496
7.47578	0.6
7.4723	0.644356
7.46132	0.761059
7.44851	0.877576
7.43389	0.993878
7.41745	1.10994
7.3992	1.22573
7.37914	1.34122
7.35727	1.45638
7.33361	1.57118
7.30816	1.68561
7.28093	1.79962
7.25191	1.91319
7.22113	2.02629
7.18858	2.1389
7.15427	2.25099
7.11822	2.36252
7.08042	2.47348
7.0409	2.58384
6.99966	2.69356
6.95671	2.80263
6.91206	2.91101
6.86572	3.01868
6.8177	3.12561
6.76802	3.23178
6.71669	3.33716
6.66371	3.44172

6.60911	3.54545
6.55289	3.64831
6.49507	3.75027
6.43567	3.85132
6.37469	3.95143
6.31216	4.05058
6.24808	4.14873
6.18248	4.24588
6.11537	4.34198
6.04676	4.43702
5.97668	4.53099
5.90514	4.62384
5.83215	4.71556
5.75774	4.80614
5.68192	4.89553
5.60472	4.98374
5.52615	5.07072
5.44622	5.15647
5.36497	5.24095
5.28241	5.32416
5.19855	5.40607
5.11343	5.48665
5.02705	5.5659
4.93945	5.64379
4.85064	5.72029
4.76065	5.7954
4.6695	5.8691
4.5772	5.94136
4.48379	6.01217
4.38928	6.08151
4.2937	6.14936
4.19707	6.21572
4.09941	6.28055
4.00075	6.34385
3.90112	6.4056
3.82692	6.45
3.69902	6.5244
3.5966	6.58141
3.4933	6.63682
3.38915	6.6906
3.28417	6.74275
3.17839	6.79326
3.07183	6.8421
2.96453	6.88927
2.85649	6.93476
2.74776	6.97856
2.63836	7.02065
2.52832	7.06103
2.41766	7.09968

2.3064	7.1366
2.19459	7.17177
2.08223	7.20519
1.96937	7.23686
1.85603	7.26675
1.74223	7.29487
1.62801	7.32121
1.51339	7.34576
1.3984	7.36851
1.28307	7.38947
1.16743	7.40862
1.0515	7.42596
0.935316	7.44148
0.818902	7.45519
0.702288	7.46708
0.585502	7.47714
0.468574	7.48538
0.35153	7.49179
0.234401	7.49637
0.117215	7.49912
-4.995e-013	7.50003
-0.117215	7.49912
-0.234401	7.49637
-0.35153	7.49179
-0.468574	7.48538
-0.585502	7.47714
-0.702288	7.46708
-0.818902	7.45519
-0.935316	7.44148
-1.0515	7.42596
-1.16743	7.40862
-1.28307	7.38947
-1.3984	7.36851
-1.51339	7.34576
-1.62801	7.32121
-1.74223	7.29487
-1.85603	7.26675
-1.96937	7.23686
-2.08223	7.20519
-2.19459	7.17177
-2.3064	7.1366
-2.41766	7.09968
-2.52832	7.06103
-2.63836	7.02065
-2.74776	6.97856
-2.85649	6.93476
-2.96453	6.88927
-3.07183	6.8421
-3.17839	6.79326

-3.28417	6.74275
-3.38915	6.6906
-3.4933	6.63682
-3.5966	6.58141
-3.69902	6.5244
-3.82692	6.45
-3.90112	6.4056
-4.00075	6.34385
-4.09941	6.28055
-4.19707	6.21572
-4.2937	6.14936
-4.38928	6.08151
-4.48379	6.01217
-4.5772	5.94136
-4.6695	5.8691
-4.76065	5.7954
-4.85064	5.72029
-4.93945	5.64379
-5.02705	5.5659
-5.11343	5.48665
-5.19855	5.40607
-5.28241	5.32416
-5.36497	5.24095
-5.44622	5.15647
-5.52615	5.07072
-5.60472	4.98374
-5.68192	4.89553
-5.75774	4.80614
-5.83215	4.71556
-5.90514	4.62384
-5.97668	4.53099
-6.04676	4.43702
-6.11537	4.34198
-6.18248	4.24588
-6.24808	4.14873
-6.31216	4.05058
-6.37469	3.95143
-6.43567	3.85132
-6.49507	3.75027
-6.55289	3.64831
-6.60911	3.54545
-6.66371	3.44172
-6.71669	3.33716
-6.76802	3.23178
-6.8177	3.12561
-6.86572	3.01868
-6.91206	2.91101
-6.95671	2.80263
-6.99966	2.69356

-7.0409	2.58384
-7.08042	2.47348
-7.11822	2.36252
-7.15427	2.25099
-7.18858	2.1389
-7.22113	2.02629
-7.25191	1.91319
-7.28093	1.79962
-7.30816	1.68561
-7.33361	1.57118
-7.35727	1.45638
-7.37914	1.34122
-7.3992	1.22573
-7.41745	1.10994
-7.43389	0.993878
-7.44851	0.877576
-7.46132	0.761059
-7.4723	0.644356
-7.47578	0.6
-7.48146	0.527496
-7.48879	0.410507
-7.49429	0.293417
-7.49796	0.176256
-7.49979	0.0595388
-7.4999	-0.0496355
-7.49898	-0.163551
-7.49714	-0.272848
-7.49437	-0.382125
-7.49068	-0.491375
-7.48608	-0.600589
-7.48054	-0.709762
-7.47409	-0.818883
-7.46672	-0.927946
-7.45843	-1.03694
-7.44921	-1.14587
-7.43908	-1.25471
-7.42803	-1.36346
-7.41607	-1.47211
-7.40318	-1.58066
-7.38938	-1.6891
-7.37467	-1.79742
-7.35904	-1.90561
-7.34249	-2.01366
-7.32504	-2.12157
-7.30668	-2.22933
-7.28741	-2.33693
-7.26723	-2.44436
-7.24614	-2.55162
-7.22415	-2.6587



-7.20126	-2.76559
-7.17746	-2.87228
-7.15277	-2.97876
-7.13632	-3.04705

**Material boundary**

X	Y
-7.13632	-3.04705
-6.08225	-2.72574

**Material boundary**

X	Y
4.97312	-2.22948
5.02805	-2.10266
5.07975	-1.97449
5.12819	-1.84505
5.17332	-1.71443
5.21513	-1.5827

**Material boundary**

X	Y
100	-3.402
6.9822	-3.402
5.90116	-3.402

**Material boundary**

X	Y
-100	-3.402
-6.95777	-3.402
-5.90116	-3.402

**Material boundary**

X	Y
-7.13632	-3.04705
-6.95777	-3.402
-6.666	-3.872
-6.286	-4.126
-5.677	-4.126
-5.233	-3.898
-4.98483	-3.402

**Material boundary**

X	Y
7.13632	-3.04705
6.9822	-3.402
6.705	-3.796
6.31587	-4.126
5.642	-4.126
5.275	-3.923

4.98483	-3.402
---------	--------

**Material boundary**

X	Y
-12.9711	24.6
-12.9711	22.1217

**Material boundary**

X	Y
-37.3748	24.6
-37.3748	22.1217

**Material boundary**

X	Y
-12.9711	22.1217
-37.3748	22.1217

**Material boundary**

X	Y
-100	16.6
100	16.6

**Material boundary**

X	Y
-100	0.6
-7.47578	0.6
-6.37162	0.6
-5.89437	0.6
-5.41558	0.6
5.41558	0.6
5.89437	0.6
6.37162	0.6
7.47578	0.6
100	0.6

**Material boundary**

X	Y
-100	9.6
100	9.6

**Phase2 Analysis Information**  
**GN01\_C2\_ed8**

**Project Summary**

---

- File Name: Sezione C2\_liner\_24.4m.fe2
- Last saved with Phase2 version: 9.021
- Project Title: GN01\_C2\_ed8

**General Settings**

---

- Number of Stages: 11
- Analysis Type: Plane Strain
- Solver Type: Gaussian Elimination
- Units: Metric, stress as MPa

**Analysis Options**

---

- Maximum Number of Iterations: 1000
- Tolerance: 0.001
- Number of Load Steps: Automatic
- Convergence Type: Absolute Energy
- Tensile Failure: Reduces Shear Strength
- Joint tension reduces joint stiffness by a factor of 0.01

**Groundwater Analysis**

---

- Method: Piezometric Lines
- Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m<sup>3</sup>
- Probability: None

**Field Stress**

---

- Field stress: gravity
- Using actual ground surface
- Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.8
- Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.8
- Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
- Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

**Mesh**

---

- Mesh type: graded
- Element type: 3 noded triangles
- Number of elements on Stage 1: 30472
- Number of nodes on Stage 1: 15424
- Number of elements on Stage 2: 24522
- Number of nodes on Stage 2: 12643
- Number of elements on Stage 3: 24522
- Number of nodes on Stage 3: 12643
- Number of elements on Stage 4: 24522
- Number of nodes on Stage 4: 12643
- Number of elements on Stage 5: 24522
- Number of nodes on Stage 5: 12643
- Number of elements on Stage 6: 24522
- Number of nodes on Stage 6: 12643
- Number of elements on Stage 7: 24522
- Number of nodes on Stage 7: 12643
- Number of elements on Stage 8: 26278
- Number of nodes on Stage 8: 13506

- Number of elements on Stage 9: 26278
- Number of nodes on Stage 9: 13506
- Number of elements on Stage 10: 28904
- Number of nodes on Stage 10: 14771
- Number of elements on Stage 11: 28904
- Number of nodes on Stage 11: 14771

**Mesh Quality**

---

- All elements are of good quality


**Poor quality elements defined as:**

- Side length ratio (maximum / minimum) > 30.00
- Minimum interior angle < 2.0 degrees
- Maximum interior angle > 175.0 degrees


**Material Properties**

---

**Material: Pir**


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.018 MN/m <sup>3</sup>
Elastic type	isotropic
Young's modulus	22.5 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	27 degrees
Peak cohesion	0.0025 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	27 degrees
Residual Cohesion	0.0025 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m <sup>3</sup>
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Material: cls**


Color	
Initial element loading	body force only
Unit weight	0.025 MN/m <sup>3</sup>
Elastic type	isotropic
Young's modulus	31475.8 MPa
Poisson's ratio	0.2
Failure criterion	Mohr-Coulomb

Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	35 degrees
Peak cohesion	10.5 MPa
Material type	Elastic
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Material: DT**


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.018 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	22.5 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	27 degrees
Peak cohesion	0.0025 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	27 degrees
Residual Cohesion	0.0025 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Material: TGCs**

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.017 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	40 MPa
Poisson's ratio	0.3


Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	32.5 degrees
Peak cohesion	0.0025 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	32.5 degrees
Residual Cohesion	0.0025 MPa
Piezo to use	None
Ru value	0
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Material: AVL inferiori**


Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.02 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	81 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	1 degrees
Peak cohesion	0.195 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	1 degrees
Residual Cohesion	0.195 MPa
Datum Dependent Modulus	Yes
Modulus at Datum	81 MPa
Datum	11 m
Change	2.7 MPa/m
Datum Dependent Cohesion	Yes
Cohesion at Datum (peak)	0.195 MPa
Cohesion at Datum (residual)	0.195 MPa
Datum	11 m
Change (peak)	0.004 MPa/m
Change (residual)	0.004 MPa/m
Stage 1: Piezo to use	None
Stage 11: Piezo to use	1
Hu Type	Auto

Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0

**Material: Consolidamento radiale\_AVL**

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.02 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	431 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	1 degrees
Peak cohesion	0.339 MPa
Material type	Plastic
Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	1 degrees
Residual Cohesion	0.339 MPa
Stage 1: Piezo to use	None
Hu Type	Custom
Hu value	0.85
Field Stress	Gravity
Ground surface elevation	0 m
Unit weight of overburden	0.027 MN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)	a=1 b=0 c=0
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane)	a=1 b=0 c=0
Locked-in horizontal stress (in-plane)	0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane)	0


**Material: AVL sotto A.R.**

Color	
Initial element loading	field stress & body force
Unit weight	0.02 MN/m3
Elastic type	isotropic
Young's modulus	27 MPa
Poisson's ratio	0.3
Failure criterion	Mohr-Coulomb
Peak tensile strength	0 MPa
Residual tensile strength	0 MPa
Peak friction angle	1 degrees
Peak cohesion	0.195 MPa
Material type	Plastic

Dilation Angle	0 degrees
Residual Friction Angle	1 degrees
Residual Cohesion	0.195 MPa
Datum Dependent Modulus	Yes
Modulus at Datum	27 MPa
Datum	11 m
Change	0.9 MPa/m
Datum Dependent Cohesion	Yes
Cohesion at Datum (peak)	0.195 MPa
Cohesion at Datum (residual)	0.195 MPa
Datum	11 m
Change (peak)	0.004 MPa/m
Change (residual)	0.004 MPa/m
Stage 1: Piezo to use	None
Stage 11: Piezo to use	1
Hu Type	Auto


**Joint Properties**

**Joint: Joint 1**

Color	
Normal stiffness	54.8 MPa/m
Shear stiffness	18.3 MPa/m
Initial joint deformation	allowed
Pressure from Groundwater Analysis	Not Included
Additional Pressure Inside Joint	Not Included
Slip Criterion	Mohr-Coulomb
Tensile strength	0 MPa (tension positive)
Cohesion	0.495 MPa
Friction angle	1 degrees

**Liner Properties**

**Liner: 1 fase**

Color	
Liner Type	Reinforced Concrete
Equivalent Young's modulus	37328.4 MPa
Equivalent thickness	0.30615 m
Poisson ratio	0

**Reinforcement Properties**

Type	I-beam(W): IPN180
Spacing	0.5 m
Section Depth	0.2 m
Area	0.00461 m2
Moment of inertia	4.25e-005 m4
Young's modulus	210000 MPa
Poisson ratio	0.25
Compressive strength	262 MPa

Tensile strength 262 MPa

**Concrete Properties**

Thickness	0.3 m
Young's modulus	29961 MPa
Poisson ratio	0.2
Compressive strength	13.33 MPa
Tensile strength	1.03 MPa

**Properties changed in Stage 5**

- o Young's modulus: 2.9961 MPa (factor = 0.0001)
- o Compressive strength: 0.001333 MPa (factor = 0.0001)
- o Tensile strength: 0.000103 MPa (factor = 0.0001)

**Properties changed in Stage 6**

- o Young's modulus: 25137.3 MPa (factor = 0.839)
- o Compressive strength: 7.38482 MPa (factor = 0.554)
- o Tensile strength: 0.57062 MPa (factor = 0.554)

**Properties changed in Stage 7**

- o Young's modulus: 26725.2 MPa (factor = 0.892)
- o Compressive strength: 9.9975 MPa (factor = 0.75)
- o Tensile strength: 0.7725 MPa (factor = 0.75)

**Properties changed in Stage 8**

- o Young's modulus: 27144.7 MPa (factor = 0.906)
- o Compressive strength: 10.7307 MPa (factor = 0.805)
- o Tensile strength: 0.82915 MPa (factor = 0.805)

**Properties changed in Stage 9**

- o Young's modulus: 29961 MPa (factor = 1)
- o Compressive strength: 13.33 MPa (factor = 1)
- o Tensile strength: 1.03 MPa (factor = 1)

**Composite Liner Properties**

- Composite name: 1 fase
- Joint: Joint 1 between soil/rock and layer 1
- Layer 1: 1 fase

**List of All Coordinates**

**Excavation boundary**

X	Y
-4.98826	-3.4
-4.90116	-3.45021
-4.81356	-3.49954
-4.72546	-3.54798
-4.63687	-3.59552
-4.54781	-3.64215
-4.45828	-3.68788
-4.36828	-3.7327
-4.27784	-3.7766
-4.18696	-3.81958
-4.09564	-3.86164
-4.0039	-3.90276

-3.91175	-3.94296
-3.81919	-3.98221
-3.72625	-4.02052
-3.63291	-4.05789
-3.5392	-4.09431
-3.44513	-4.12977
-3.3507	-4.16428
-3.25593	-4.19782
-3.16082	-4.23041
-3.06539	-4.26202
-2.96963	-4.29266
-2.87358	-4.32233
-2.77722	-4.35103
-2.68058	-4.37874
-2.58367	-4.40547
-2.48648	-4.43121
-2.38904	-4.45597
-2.29136	-4.47973
-2.19343	-4.50251
-2.09529	-4.52428
-1.99692	-4.54506
-1.89835	-4.56484
-1.79958	-4.58362
-1.70063	-4.60139
-1.6015	-4.61816
-1.50221	-4.63392
-1.40276	-4.64867
-1.30317	-4.66241
-1.20345	-4.67513
-1.1036	-4.68685
-1.00363	-4.69755
-0.903563	-4.70723
-0.803402	-4.7159
-0.703158	-4.72355
-0.602842	-4.73018
-0.502463	-4.73579
-0.402033	-4.74038
-0.301561	-4.74396
-0.201058	-4.74651
-0.100534	-4.74804
-2.842e-013	-4.74855
0.100534	-4.74804
0.201058	-4.74651
0.301561	-4.74396
0.402033	-4.74038
0.502463	-4.73579
0.602842	-4.73018
0.703158	-4.72355
0.803402	-4.7159

0.903563	-4.70723
1.00363	-4.69755
1.1036	-4.68685
1.20345	-4.67513
1.30317	-4.66241
1.40276	-4.64867
1.50221	-4.63392
1.6015	-4.61816
1.70063	-4.60139
1.79958	-4.58362
1.89835	-4.56484
1.99692	-4.54506
2.09529	-4.52428
2.19343	-4.50251
2.29136	-4.47973
2.38904	-4.45597
2.48648	-4.43121
2.58367	-4.40547
2.68058	-4.37874
2.77722	-4.35103
2.87358	-4.32233
2.96963	-4.29266
3.06539	-4.26202
3.16082	-4.23041
3.25593	-4.19782
3.3507	-4.16428
3.44513	-4.12977
3.5392	-4.09431
3.63291	-4.05789
3.72625	-4.02052
3.81919	-3.98221
3.91175	-3.94296
4.0039	-3.90276
4.09564	-3.86164
4.18696	-3.81958
4.27784	-3.7766
4.36828	-3.7327
4.45828	-3.68788
4.54781	-3.64215
4.63687	-3.59552
4.72546	-3.54798
4.81356	-3.49954
4.90116	-3.45021
4.98826	-3.4
5.84956	-3.4
5.87801	-3.30395
5.90565	-3.20767
5.93248	-3.11115
5.95848	-3.01441

5.98366	-2.91745
6.00801	-2.82028
6.03154	-2.72291
6.05424	-2.62534
6.07612	-2.52758
6.09716	-2.42964
6.11737	-2.33153
6.13674	-2.23324
6.15528	-2.1348
6.17299	-2.0362
6.18986	-1.93746
6.20588	-1.83857
6.22107	-1.73956
6.23542	-1.64042
6.24892	-1.54115
6.26159	-1.44178
6.2734	-1.34231
6.28438	-1.24274
6.2945	-1.14307
6.30378	-1.04333
6.31222	-0.943512
6.3198	-0.843625
6.32654	-0.743677
6.33243	-0.643675
6.33747	-0.543628
6.34166	-0.443541
6.345	-0.343422
6.34749	-0.243278
6.34913	-0.143117
6.34992	-0.0429449
6.34974	0.0572292
6.34805	0.157389
6.34478	0.257509
6.33992	0.357566
6.3335	0.457533
6.32549	0.557387
6.31591	0.657102
6.30476	0.756653
6.29204	0.856016
6.27775	0.955166
6.2619	1.05408
6.24449	1.15273
6.22553	1.25109
6.20502	1.34914
6.18297	1.44686
6.15937	1.54422
6.13425	1.64119
6.1076	1.73775
6.07942	1.83388

6.04974	1.92955
6.01855	2.02475
5.98586	2.11944
5.95168	2.2136
5.91602	2.30721
5.87889	2.40025
5.84029	2.49269
5.80024	2.58451
5.75875	2.67569
5.71582	2.7662
5.67148	2.85602
5.62572	2.94513
5.57856	3.03351
5.53001	3.12114
5.48009	3.20798
5.4288	3.29403
5.37616	3.37926
5.32218	3.46365
5.26688	3.54718
5.21027	3.62982
5.15236	3.71156
5.09317	3.79238
5.03271	3.87225
4.971	3.95116
4.90805	4.02908
4.84388	4.10601
4.77851	4.18191
4.71195	4.25677
4.64421	4.33057
4.57532	4.40329
4.50529	4.47492
4.43413	4.54543
4.36188	4.61482
4.28854	4.68305
4.21413	4.75012
4.13867	4.816
4.06218	4.88069
3.98469	4.94417
3.9062	5.00641
3.82673	5.06741
3.74632	5.12714
3.66497	5.1856
3.58271	5.24277
3.49956	5.29864
3.41554	5.35318
3.33067	5.4064
3.24497	5.45826
3.15846	5.50877
3.07117	5.55791

2.98311	5.60567
2.89431	5.65203
2.80479	5.69699
2.71457	5.74052
2.62368	5.78263
2.53213	5.8233
2.43996	5.86252
2.34717	5.90028
2.2538	5.93657
2.15987	5.97139
2.06541	6.00471
1.97042	6.03655
1.87495	6.06688
1.77902	6.0957
1.68263	6.12301
1.58584	6.14879
1.48864	6.17304
1.39108	6.19576
1.29317	6.21693
1.19493	6.23656
1.0964	6.25463
0.9976	6.27115
0.898549	6.2861
0.799274	6.2995
0.699801	6.31132
0.600153	6.32158
0.500356	6.33026
0.400434	6.33736
0.300413	6.34289
0.200317	6.34684
0.100171	6.34921
-1.99e-013	6.35
-0.100171	6.34921
-0.200317	6.34684
-0.300413	6.34289
-0.400434	6.33736
-0.500356	6.33026
-0.600153	6.32158
-0.699801	6.31132
-0.799274	6.2995
-0.898549	6.2861
-0.9976	6.27115
-1.0964	6.25463
-1.19493	6.23656
-1.29317	6.21693
-1.39108	6.19576
-1.48864	6.17304
-1.58584	6.14879
-1.68263	6.12301

-1.77902	6.0957
-1.87495	6.06688
-1.97042	6.03655
-2.06541	6.00471
-2.15987	5.97139
-2.2538	5.93657
-2.34717	5.90028
-2.43996	5.86252
-2.53213	5.8233
-2.62368	5.78263
-2.71457	5.74052
-2.80479	5.69699
-2.89431	5.65203
-2.98311	5.60567
-3.07117	5.55791
-3.15846	5.50877
-3.24497	5.45826
-3.33067	5.4064
-3.41554	5.35318
-3.49956	5.29864
-3.58271	5.24277
-3.66497	5.1856
-3.74632	5.12714
-3.82673	5.06741
-3.9062	5.00641
-3.98469	4.94417
-4.06218	4.88069
-4.13867	4.816
-4.21413	4.75012
-4.28854	4.68305
-4.36188	4.61482
-4.43413	4.54543
-4.50529	4.47492
-4.57532	4.40329
-4.64421	4.33057
-4.71195	4.25677
-4.77851	4.18191
-4.84388	4.10601
-4.90805	4.02908
-4.971	3.95116
-5.03271	3.87225
-5.09317	3.79238
-5.15236	3.71156
-5.21027	3.62982
-5.26688	3.54718
-5.32218	3.46365
-5.37616	3.37926
-5.4288	3.29403
-5.48009	3.20798

-5.53001	3.12114
-5.57856	3.03351
-5.62572	2.94513
-5.67148	2.85602
-5.71582	2.7662
-5.75875	2.67569
-5.80024	2.58451
-5.84029	2.49269
-5.87889	2.40025
-5.91602	2.30721
-5.95168	2.2136
-5.98586	2.11944
-6.01855	2.02475
-6.04974	1.92955
-6.07942	1.83388
-6.1076	1.73775
-6.13425	1.64119
-6.15937	1.54422
-6.18297	1.44686
-6.20502	1.34914
-6.22553	1.25109
-6.24449	1.15273
-6.2619	1.05408
-6.27775	0.955166
-6.29204	0.856016
-6.30476	0.756653
-6.31591	0.657102
-6.32549	0.557387
-6.3335	0.457533
-6.33992	0.357566
-6.34478	0.257509
-6.34805	0.157389
-6.34974	0.0572292
-6.34992	-0.0429449
-6.34913	-0.143117
-6.34749	-0.243278
-6.345	-0.343422
-6.34166	-0.443541
-6.33747	-0.543628
-6.33243	-0.643675
-6.32654	-0.743677
-6.3198	-0.843625
-6.31222	-0.943512
-6.30378	-1.04333
-6.2945	-1.14307
-6.28438	-1.24274
-6.2734	-1.34231
-6.26159	-1.44178
-6.24892	-1.54115



-6.23542	-1.64042
-6.22107	-1.73956
-6.20588	-1.83857
-6.18986	-1.93746
-6.17299	-2.0362
-6.15528	-2.1348
-6.13674	-2.23324
-6.11737	-2.33153
-6.09716	-2.42964
-6.07612	-2.52758
-6.05424	-2.62534
-6.03154	-2.72291
-6.00801	-2.82028
-5.98366	-2.91745
-5.95848	-3.01441
-5.93248	-3.11115
-5.90565	-3.20767
-5.87801	-3.30395
-5.84956	-3.4

**External boundary**

X	Y
-100	-104.749
100	-104.749
100	-3.4
100	10.0499
100	14.0499
100	15.9769
100	23.0499
100	31.05
6.24938	31.05
-12.248	31.05
-100	31.05
-100	23.0499
-100	14.0499
-100	10.0499
-100	-3.4

**Stage boundary**

X	Y
-5.54957	-2.43553
-5.46941	-2.49352
-5.38864	-2.55067
-5.30727	-2.60696
-5.22532	-2.66239
-5.14279	-2.71695
-5.05969	-2.77065
-4.97602	-2.82346
-4.89181	-2.87539

-4.80705	-2.92644
-4.72176	-2.97659
-4.63595	-3.02583
-4.54963	-3.07417
-4.4628	-3.12161
-4.37548	-3.16812
-4.28767	-3.21371
-4.19938	-3.25838
-4.11064	-3.30211
-4.02143	-3.34491
-3.93178	-3.38676
-3.8417	-3.42767
-3.75119	-3.46763
-3.66026	-3.50664
-3.56893	-3.54469
-3.4772	-3.58177
-3.38509	-3.61788
-3.2926	-3.65303
-3.19975	-3.68719
-3.10654	-3.72038
-3.01299	-3.75259
-2.91911	-3.78381
-2.8249	-3.81404
-2.73038	-3.84327
-2.63556	-3.87151
-2.54044	-3.89875
-2.44504	-3.92499
-2.34938	-3.95022
-2.25345	-3.97445
-2.15727	-3.99766
-2.06085	-4.01986
-1.96421	-4.04104
-1.86735	-4.06121
-1.77028	-4.08035
-1.67301	-4.09847
-1.57556	-4.11557
-1.47794	-4.13164
-1.38015	-4.14668
-1.2822	-4.16069
-1.18412	-4.17367
-1.08591	-4.18562
-0.98757	-4.19653
-0.889125	-4.20641
-0.790582	-4.21525
-0.691951	-4.22305
-0.593243	-4.22981
-0.49447	-4.23554
-0.395641	-4.24022
-0.296769	-4.24386

-0.197865	-4.24647
-0.0989378	-4.24803
1.705e-013	-4.24855
0.0989378	-4.24803
0.197865	-4.24647
0.296769	-4.24386
0.395641	-4.24022
0.49447	-4.23554
0.593243	-4.22981
0.691951	-4.22305
0.790582	-4.21525
0.889125	-4.20641
0.98757	-4.19653
1.08591	-4.18562
1.18412	-4.17367
1.2822	-4.16069
1.38015	-4.14668
1.47794	-4.13164
1.57556	-4.11557
1.67301	-4.09847
1.77028	-4.08035
1.86735	-4.06121
1.96421	-4.04104
2.06085	-4.01986
2.15727	-3.99766
2.25345	-3.97445
2.34938	-3.95022
2.44504	-3.92499
2.54044	-3.89875
2.63556	-3.87151
2.73038	-3.84327
2.8249	-3.81404
2.91911	-3.78381
3.01299	-3.75259
3.10654	-3.72038
3.19975	-3.68719
3.2926	-3.65303
3.38509	-3.61788
3.4772	-3.58177
3.56893	-3.54469
3.66026	-3.50664
3.75119	-3.46763
3.8417	-3.42767
3.93178	-3.38676
4.02143	-3.34491
4.11064	-3.30211
4.19938	-3.25838
4.28767	-3.21371
4.37548	-3.16812

4.4628	-3.12161
4.54963	-3.07417
4.63595	-3.02583
4.72176	-2.97659
4.80705	-2.92644
4.89181	-2.87539
4.97602	-2.82346
5.05969	-2.77065
5.14279	-2.71695
5.22532	-2.66239
5.30727	-2.60696
5.38864	-2.55067
5.46941	-2.49352
5.54957	-2.43553

Stage boundary

X	Y
5.54957	-2.43553
5.57417	-2.33831
5.5979	-2.24088
5.62076	-2.14323
5.64276	-2.04539
5.66388	-1.94736
5.68413	-1.84914
5.70351	-1.75075
5.72201	-1.65218
5.73963	-1.55346
5.75637	-1.45458
5.77224	-1.35556
5.78722	-1.25641
5.80132	-1.15712
5.81453	-1.05771
5.82686	-0.958186
5.83831	-0.858558
5.84886	-0.758831
5.85853	-0.659015
5.86732	-0.559117
5.87521	-0.459144
5.88221	-0.359105
5.88833	-0.259008
5.89355	-0.158861
5.89788	-0.0586706
5.89985	0.0415746
5.89829	0.141845
5.89503	0.242075
5.89007	0.342235
5.8834	0.442295
5.87503	0.542228
5.86497	0.642005

5.85321	0.741596
5.83976	0.840972
5.82462	0.940106
5.8078	1.03897
5.7893	1.13753
5.76913	1.23576
5.7473	1.33364
5.7238	1.43113
5.69865	1.52821
5.67185	1.62484
5.64341	1.72101
5.61335	1.81668
5.58166	1.91183
5.54836	2.00642
5.51346	2.10043
5.47696	2.19384
5.43888	2.28661
5.39923	2.37872
5.35802	2.47014
5.31526	2.56085
5.27097	2.65083
5.22515	2.74003
5.17783	2.82844
5.12901	2.91604
5.0787	3.00279
5.02693	3.08868
4.97371	3.17367
4.91905	3.25775
4.86297	3.34089
4.80548	3.42306
4.74661	3.50424
4.68637	3.58441
4.62477	3.66354
4.56183	3.74162
4.49758	3.81861
4.43202	3.8945
4.36519	3.96927
4.2971	4.04289
4.22776	4.11534
4.15721	4.1866
4.08545	4.25666
4.01251	4.32548
3.93841	4.39305
3.86318	4.45936
3.78682	4.52437
3.70938	4.58808
3.63086	4.65047
3.5513	4.71151
3.4707	4.77119

3.38911	4.82949
3.30654	4.88639
3.22301	4.94188
3.13855	4.99595
3.05318	5.04857
2.96693	5.09974
2.87983	5.14943
2.79189	5.19763
2.70314	5.24433
2.61362	5.28952
2.52334	5.33318
2.43233	5.37529
2.34061	5.41586
2.24823	5.45486
2.15519	5.49228
2.06153	5.52812
1.96727	5.56236
1.87245	5.59499
1.77708	5.62601
1.6812	5.6554
1.58484	5.68316
1.48801	5.70927
1.39076	5.73374
1.29311	5.75655
1.19508	5.7777
1.09671	5.79717
0.998018	5.81498
0.899039	5.8311
0.799802	5.84554
0.700333	5.85829
0.600661	5.86934
0.500816	5.87871
0.400827	5.88637
0.300721	5.89233
0.200529	5.89659
0.100279	5.89915
-5.684e-013	5.9
-0.100279	5.89915
-0.200529	5.89659
-0.300721	5.89233
-0.400827	5.88637
-0.500816	5.87871
-0.600661	5.86934
-0.700333	5.85829
-0.799802	5.84554
-0.899039	5.8311
-0.998018	5.81498
-1.09671	5.79717
-1.19508	5.7777

-1.29311	5.75655
-1.39076	5.73374
-1.48801	5.70927
-1.58484	5.68316
-1.6812	5.6554
-1.77708	5.62601
-1.87245	5.59499
-1.96727	5.56236
-2.06153	5.52812
-2.15519	5.49228
-2.24823	5.45486
-2.34061	5.41586
-2.43233	5.37529
-2.52334	5.33318
-2.61362	5.28952
-2.70314	5.24433
-2.79189	5.19763
-2.87983	5.14943
-2.96693	5.09974
-3.05318	5.04857
-3.13855	4.99595
-3.22301	4.94188
-3.30654	4.88639
-3.38911	4.82949
-3.4707	4.77119
-3.5513	4.71151
-3.63086	4.65047
-3.70938	4.58808
-3.78682	4.52437
-3.86318	4.45936
-3.93841	4.39305
-4.01251	4.32548
-4.08545	4.25666
-4.15721	4.1866
-4.22776	4.11534
-4.2971	4.04289
-4.36519	3.96927
-4.43202	3.8945
-4.49758	3.81861
-4.56183	3.74162
-4.62477	3.66354
-4.68637	3.58441
-4.74661	3.50424
-4.80548	3.42306
-4.86297	3.34089
-4.91905	3.25775
-4.97371	3.17367
-5.02693	3.08868
-5.0787	3.00279

-5.12901	2.91604
-5.17783	2.82844
-5.22515	2.74003
-5.27097	2.65083
-5.31526	2.56085
-5.35802	2.47014
-5.39923	2.37872
-5.43888	2.28661
-5.47696	2.19384
-5.51346	2.10043
-5.54836	2.00642
-5.58166	1.91183
-5.61335	1.81668
-5.64341	1.72101
-5.67185	1.62484
-5.69865	1.52821
-5.7238	1.43113
-5.7473	1.33364
-5.76913	1.23576
-5.7893	1.13753
-5.8078	1.03897
-5.82462	0.940106
-5.83976	0.840972
-5.85321	0.741596
-5.86497	0.642005
-5.87503	0.542228
-5.8834	0.442295
-5.89007	0.342235
-5.89503	0.242075
-5.89829	0.141845
-5.89985	0.0415746
-5.89788	-0.0586706
-5.89355	-0.158861
-5.88833	-0.259008
-5.88221	-0.359105
-5.87521	-0.459144
-5.86732	-0.559117
-5.85853	-0.659015
-5.84886	-0.758831
-5.83831	-0.858558
-5.82686	-0.958186
-5.81453	-1.05771
-5.80132	-1.15712
-5.78722	-1.25641
-5.77224	-1.35556
-5.75637	-1.45458
-5.73963	-1.55346
-5.72201	-1.65218
-5.70351	-1.75075

-5.68413	-1.84914
-5.66388	-1.94736
-5.64276	-2.04539
-5.62076	-2.14323
-5.5979	-2.24088
-5.57417	-2.33831
-5.54957	-2.43553

**Material boundary**

X	Y
0.507597	5.42631
0.254075	5.44407
-1.13343e-013	5.45
-0.254075	5.44407
-0.507597	5.42631
-0.760015	5.39675
-1.01078	5.35545
-1.25935	5.3025
-1.50518	5.23803
-1.74773	5.16216
-1.98649	5.07507
-2.22093	4.97695
-2.45053	4.868
-2.67481	4.74846
-2.89327	4.6186
-3.10544	4.4787
-3.31086	4.32905
-3.50908	4.17
-3.69966	4.00187
-3.8822	3.82505
-4.0563	3.6399
-4.22158	3.44684
-4.37768	3.24629
-4.52426	3.03868
-4.661	2.82445
-4.78761	2.60409
-4.90381	2.37806
-5.00934	2.14687
-5.10398	1.911
-5.18752	1.67098
-5.25978	1.42733
-5.3206	1.18057
-5.36985	0.931242
-5.40743	0.679891
-5.43324	0.427062
-5.44724	0.173304
-5.4494	-0.0808304
-5.43971	-0.334789
-5.41819	-0.58802

-5.38488	-0.839972
-5.33987	-1.0901
-5.28324	-1.33785
-5.21513	-1.5827
-5.19464	-1.6487
-5.17332	-1.71443
-5.15117	-1.77988
-5.12819	-1.84505
-5.10438	-1.90992
-5.07975	-1.97449
-5.05431	-2.03874
-5.02805	-2.10266
-5.00099	-2.16624
-4.97312	-2.22948
-4.86317	-2.30238
-4.75216	-2.37364
-4.6401	-2.44325
-4.52702	-2.5112
-4.41294	-2.57745
-4.2979	-2.64202
-4.18191	-2.70486
-4.065	-2.76599
-3.9472	-2.82537
-3.82853	-2.883
-3.70902	-2.93886
-3.5887	-2.99295
-3.46759	-3.04525
-3.34571	-3.09575
-3.2231	-3.14443
-3.09978	-3.19129
-2.97579	-3.23632
-2.85113	-3.27951
-2.72585	-3.32084
-2.59998	-3.36031
-2.47353	-3.39792
-2.34654	-3.43364
-2.21903	-3.46748
-2.09103	-3.49942
-1.96258	-3.52947
-1.83369	-3.5576
-1.7044	-3.58382
-1.57474	-3.60813
-1.44473	-3.63051
-1.3144	-3.65096
-1.18379	-3.66947
-1.05291	-3.68605
-0.921803	-3.70068
-0.790493	-3.71338
-0.65901	-3.72412

-0.527382	-3.73291
-0.395638	-3.73975
-0.263807	-3.74464
-0.131918	-3.74757
-2.19696e-014	-3.74855
0.131918	-3.74757
0.263807	-3.74464
0.395638	-3.73975
0.527382	-3.73291
0.65901	-3.72412
0.790493	-3.71338
0.921803	-3.70068
1.05291	-3.68605
1.18379	-3.66947
1.3144	-3.65096
1.44473	-3.63051
1.57474	-3.60813
1.7044	-3.58382
1.83369	-3.5576
1.96258	-3.52947
2.09103	-3.49942
2.21903	-3.46748
2.34654	-3.43364
2.47353	-3.39792
2.59998	-3.36031
2.72585	-3.32084
2.85113	-3.27951
2.97579	-3.23632
3.09978	-3.19129
3.2231	-3.14443
3.34571	-3.09575
3.46759	-3.04525
3.5887	-2.99295
3.70902	-2.93886
3.82853	-2.883
3.9472	-2.82537
4.065	-2.76599
4.18191	-2.70486
4.2979	-2.64202
4.41294	-2.57745
4.52702	-2.5112
4.6401	-2.44325
4.75216	-2.37364
4.86317	-2.30238
4.97312	-2.22948
5.00099	-2.16624
5.02805	-2.10266
5.05431	-2.03874
5.07975	-1.97449

5.10438	-1.90992
5.12819	-1.84505
5.15117	-1.77988
5.17332	-1.71443
5.19464	-1.6487
5.21513	-1.5827
5.28324	-1.33785
5.33987	-1.0901
5.38488	-0.839972
5.41819	-0.58802
5.43971	-0.334789
5.4494	-0.0808304
5.44724	0.173304
5.43324	0.427062
5.40743	0.679891
5.36985	0.931242
5.3206	1.18057
5.25978	1.42733
5.18752	1.67098
5.10398	1.911
5.00934	2.14687
4.90381	2.37806
4.78761	2.60409
4.661	2.82445
4.52426	3.03868
4.37768	3.24629
4.22158	3.44684
4.0563	3.6399
3.8822	3.82505
3.69966	4.00187
3.50908	4.17
3.31086	4.32905
3.10544	4.4787
2.89327	4.6186
2.67481	4.74846
2.45053	4.868
2.22093	4.97695
1.98649	5.07507
1.74773	5.16216
1.50518	5.23803
1.25935	5.3025
1.01078	5.35545
0.760015	5.39675
0.507597	5.42631

**Material boundary**

X	Y
5.84956	-3.4
6.8901	-3.4

6.92531	-3.26987
6.95262	-3.16469
6.97904	-3.05929
7.00456	-2.95366
7.02919	-2.84783
7.05291	-2.74179
7.07574	-2.63555
7.09766	-2.52912
7.11868	-2.4225
7.13879	-2.31572
7.158	-2.20876
7.17629	-2.10165
7.19368	-1.99439
7.21016	-1.88698
7.22572	-1.77943
7.24037	-1.67176
7.2541	-1.56397
7.26692	-1.45606
7.27882	-1.34805
7.28981	-1.23995
7.29988	-1.13175
7.30903	-1.02347
7.31725	-0.915119
7.32456	-0.806701
7.33095	-0.698225
7.33642	-0.589698
7.34096	-0.481129
7.34459	-0.372525
7.34729	-0.263895
7.34907	-0.155245
7.34993	-0.0459898
7.34973	0.0665767
7.34777	0.182175
7.34398	0.298063
7.33837	0.413877
7.33093	0.529588
7.32166	0.645167
7.31057	0.760585
7.29766	0.875815
7.28294	0.990826
7.2664	1.10559
7.24806	1.22008
7.22791	1.33427
7.20596	1.44812
7.18222	1.56161
7.15669	1.67472
7.12939	1.78741
7.1003	1.89965
7.06945	2.01142

7.03684	2.12269
7.00248	2.23343
6.96638	2.34362
6.92854	2.45322
6.88898	2.56221
6.8477	2.67057
6.80472	2.77826
6.76005	2.88525
6.71369	2.99153
6.66567	3.09707
6.61598	3.20184
6.56465	3.3058
6.51168	3.40895
6.4571	3.51125
6.4009	3.61267
6.34312	3.71319
6.28375	3.81279
6.22282	3.91145
6.16035	4.00912
6.09634	4.1058
6.03081	4.20146
5.96378	4.29608
5.89527	4.38962
5.82529	4.48207
5.75386	4.57341
5.681	4.6636
5.60672	4.75264
5.53105	4.8405
5.45401	4.92715
5.3756	5.01257
5.29586	5.09674
5.2148	5.17965
5.13244	5.26127
5.04881	5.34158
4.96392	5.42056
4.87779	5.49819
4.79045	5.57445
4.70192	5.64933
4.61221	5.7228
4.52136	5.79484
4.42939	5.86545
4.33631	5.93459
4.24215	6.00226
4.14694	6.06843
4.05069	6.13309
3.95344	6.19623
3.8552	6.25782
3.75601	6.31786
3.65588	6.37633

3.55484	6.4332
3.45291	6.48848
3.35012	6.54214
3.24651	6.59418
3.14208	6.64457
3.03687	6.69331
2.93091	6.74038
2.82421	6.78578
2.71682	6.82949
2.60874	6.87149
2.50002	6.91179
2.39068	6.95037
2.28074	6.98722
2.17023	7.02233
2.05918	7.05569
1.94762	7.08729
1.83558	7.11713
1.72308	7.1452
1.61015	7.1715
1.49682	7.196
1.38312	7.21872
1.26907	7.23964
1.15471	7.25876
1.04006	7.27607
0.925148	7.29157
0.810009	7.30526
0.694668	7.31713
0.579155	7.32718
0.463497	7.3354
0.347723	7.3418
0.231864	7.34637
0.115946	7.34912
-2.274e-013	7.35003
-0.115946	7.34912
-0.231864	7.34637
-0.347723	7.3418
-0.463497	7.3354
-0.579155	7.32718
-0.694668	7.31713
-0.810009	7.30526
-0.925148	7.29157
-1.04006	7.27607
-1.15471	7.25876
-1.26907	7.23964
-1.38312	7.21872
-1.49682	7.196
-1.61015	7.1715
-1.72308	7.1452
-1.83558	7.11713

-1.94762	7.08729
-2.05918	7.05569
-2.17023	7.02233
-2.28074	6.98722
-2.39068	6.95037
-2.50002	6.91179
-2.60874	6.87149
-2.71682	6.82949
-2.82421	6.78578
-2.93091	6.74038
-3.03687	6.69331
-3.14208	6.64457
-3.24651	6.59418
-3.35012	6.54214
-3.45291	6.48848
-3.55484	6.4332
-3.65588	6.37633
-3.75601	6.31786
-3.8552	6.25782
-3.95344	6.19623
-4.05069	6.13309
-4.14694	6.06843
-4.24215	6.00226
-4.33631	5.93459
-4.42939	5.86545
-4.52136	5.79484
-4.61221	5.7228
-4.70192	5.64933
-4.79045	5.57445
-4.87779	5.49819
-4.96392	5.42056
-5.04881	5.34158
-5.13244	5.26127
-5.2148	5.17965
-5.29586	5.09674
-5.3756	5.01257
-5.45401	4.92715
-5.53105	4.8405
-5.60672	4.75264
-5.681	4.6636
-5.75386	4.57341
-5.82529	4.48207
-5.89527	4.38962
-5.96378	4.29608
-6.03081	4.20146
-6.09634	4.1058
-6.16035	4.00912
-6.22282	3.91145
-6.28375	3.81279



-6.34312	3.71319
-6.4009	3.61267
-6.4571	3.51125
-6.51168	3.40895
-6.56465	3.3058
-6.61598	3.20184
-6.66567	3.09707
-6.71369	2.99153
-6.76005	2.88525
-6.80472	2.77826
-6.8477	2.67057
-6.88898	2.56221
-6.92854	2.45322
-6.96638	2.34362
-7.00248	2.23343
-7.03684	2.12269
-7.06945	2.01142
-7.1003	1.89965
-7.12939	1.78741
-7.15669	1.67472
-7.18222	1.56161
-7.20596	1.44812
-7.22791	1.33427
-7.24806	1.22008
-7.2664	1.10559
-7.28294	0.990826
-7.29766	0.875815
-7.31057	0.760585
-7.32166	0.645167
-7.33093	0.529588
-7.33837	0.413877
-7.34398	0.298063
-7.34777	0.182175
-7.34973	0.0665767
-7.34993	-0.0459898
-7.34907	-0.155245
-7.34729	-0.263895
-7.34459	-0.372525
-7.34096	-0.481129
-7.33642	-0.589698
-7.33095	-0.698225
-7.32456	-0.806701
-7.31725	-0.915119
-7.30903	-1.02347
-7.29988	-1.13175
-7.28981	-1.23995
-7.27882	-1.34805
-7.26692	-1.45606
-7.2541	-1.56397

-7.24037	-1.67176
-7.22572	-1.77943
-7.21016	-1.88698
-7.19368	-1.99439
-7.17629	-2.10165
-7.158	-2.20876
-7.13879	-2.31572
-7.11868	-2.4225
-7.09766	-2.52912
-7.07574	-2.63555
-7.05291	-2.74179
-7.02919	-2.84783
-7.00456	-2.95366
-6.97904	-3.05929
-6.95262	-3.16469
-6.92531	-3.26987
-6.8901	-3.4

**Material boundary**

X	Y
-6.8901	-3.4
-5.84956	-3.4

**Material boundary**

X	Y
100	23.0499
-100	23.0499

**Material boundary**

X	Y
6.8901	-3.4
100	-3.4

**Material boundary**

X	Y
-6.8901	-3.4
-100	-3.4

**Material boundary**

X	Y
-6.8901	-3.4
-6.81513	-3.70379
-6.64607	-3.94837
-6.37974	-4.18899
-5.97812	-4.32448
-5.25334	-4.35936
-4.82763	-4.35936
-4.43018	-4.14257
-4.2402	-3.90502

-4.18696	-3.81958
----------	----------

**Material boundary**

X	Y
4.18696	-3.81958
4.2402	-3.90502
4.43018	-4.14257
4.82763	-4.35936
5.25334	-4.35936
5.97812	-4.32448
6.37974	-4.18899
6.64607	-3.94837
6.81513	-3.70379
6.8901	-3.4

**Material boundary**

X	Y
100	14.0499
-100	14.0499

**Material boundary**

X	Y
100	10.0499
-100	10.0499

**Material boundary**

X	Y
-5.21513	-1.5827
-5.70351	-1.75075
-6.20588	-1.83857

**Material boundary**

X	Y
5.21513	-1.5827
5.70351	-1.75075
6.20588	-1.83857

**Material boundary**

X	Y
-12.248	28.9034
6.24938	28.9034

**Material boundary**

X	Y
-12.248	28.9034
-12.248	31.05

**Material boundary**

X	Y
---	---

6.24938	28.9034
6.24938	31.05

**Piezometric line**

X	Y
-100	10.0499
100	10.0499