

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LA COPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

## PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO**

RELAZIONE

GALLERIA ARTIFICIALE E IMBOCCHI GN  
GA08 - GALLERIA LIMATA - IMBOCCO LATO CANCELLO  
Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO  Ing. M. FERRONI		-

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

I F 2 R    2 2    E    Z Z    C L    G A 0 8 0 0    0 0 1    C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	N. Cognome A. Santi	29/06/21	N. Cognome L.Repetto	30/06/21	N. Cognome M.Nuti	30/06/21	IL PROGETTISTA Ing. P. Cucino
B	REVISIONE A SEGUITO RDV	N. Cognome A. Santi	29/10/21	N. Cognome L.Repetto	30/10/21	N. Cognome M.Nuti	30/10/21	ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO Dotting. PAOLO CUCINO SCRIZIONE ALBO N° 2216
C	REVISIONE A SEGUITO RDV	N. Cognome A. Santi	28/11/21	N. Cognome L.Repetto	29/11/21	N. Cognome M.Nuti	29/11/21	
								30/11/21

File: IF2R.2.2.E.ZZ.CL.GA.08.0.0.001.C.doc

n. Elab.:

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 2 di 99

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ</b>	<b>4</b>
1.1	INTRODUZIONE	4
1.2	OGGETTO SPECIFICO DELLA RELAZIONE – SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	4
<b>2</b>	<b>NORMATIVA, ELABORATI DI RIFERIMENTO E SOFTWARE UTILIZZATI</b>	<b>6</b>
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
2.2	PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)	6
2.3	ELABORATI DI RIFERIMENTO	7
2.3.1	<i>Documenti Referenziati</i>	7
2.3.2	<i>Documenti Correlati</i>	7
2.4	SOFTWARE IMPIEGATI	8
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b>	<b>9</b>
3.1	SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI	9
3.2	CLASSE DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI	13
3.3	ANCORAGGIO DELL'ARMATURA LONGITUDINALE	17
3.4	LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE	18
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA</b>	<b>19</b>
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	19
4.2	INDAGINE GEOTECNICHE	20
4.3	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA	20
4.3.1	<i>Caratterizzazione geotecnica</i>	20
4.3.2	<i>Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi</i>	22
4.3.3	<i>Il regime idraulico</i>	23

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	3 di 99

<b>5</b>	<b>DEFINIZIONE DELL’AZIONE SISMICA .....</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE DELL’OPERA E SOLUZIONI PROGETTUALI.....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>APPROCCI PROGETTUALI .....</b>	<b>32</b>
7.1	COMBINAZIONI DI CARICO.....	32
7.2	OPERE PROVVISORIE .....	35
7.3	GALLERIA ARTIFICIALE - STRUTTURE DEFINITIVE .....	36
<b>8</b>	<b>VERIFICA DELLE OPERE DELL’IMBOCCO .....</b>	<b>40</b>
8.1	OPERE DI IMBOCCO .....	40
8.1.1	Sezione 1 - pk 34+495,30.....	41
8.1.2	Sezione 2 - pk 34+468,30.....	47
8.2	GALLERIA SCATOLARE .....	52
8.2.1	Carichi applicati.....	55
8.2.2	Combinazioni dei carichi.....	57
8.2.3	Risultati dell’analisi non lineare statica .....	57
8.2.4	Verifiche agli stati limite.....	63
8.2.5	Incidenze medie.....	72
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>73</b>
9.1	SLIDE 2.....	74
9.1.1	Sez 1 .....	75
9.1.2	Sez 2 .....	91

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 4 di 99

## 1 GENERALITÀ

### 1.1 INTRODUZIONE

La presente relazione è parte integrante del progetto esecutivo per il raddoppio della linea Canello-Benevento sull'itinerario Napoli-Bari ed in particolare si riferisce al secondo lotto funzionale compreso tra la Stazione di Frasso Telesino/Dugenta (km 16+500 km) e l'impianto di Vitulano (km 46+950.00) per una estensione complessiva di circa 30.4 Km di linea."

Dall'analisi di tracciato e in funzione delle fasi di esercizio, è prevista una suddivisione dell'intervento in 3 lotti funzionali in relazione ai tratti in cui l'infrastruttura dialoga con gli impianti esistenti di Telese e San Lorenzo:

Lotto 1 (circa 11.2 km): dal km 16+500 fino all'impianto di Telese al km 27+700;

Lotto 2 (circa 11.3 km): da Telese fino all'impianto del PC di San Lorenzo (km 38+700);

Lotto 3 (circa 7.9 km): dall'impianto del PC di San Lorenzo fino a fine intervento (km 46+950km).

La presente relazione sintetizza gli aspetti principali della progettazione esecutiva delle opere di imbocco della galleria Limata ricadente nel Lotto 2.

La galleria Limata risulta ubicata fra le progressive km 34+449,30 (imbocco lato Canello) e km 34+800,16 (imbocco lato Benevento) per una lunghezza totale di 350,86 m. Il tratto in naturale è compreso fra le progressive km 34+468,30 e km 34+738,21 per una lunghezza di 269,91 m.

La galleria è a singola canna, doppio binario e verrà scavata con metodo tradizionale. Per l'inquadramento generale delle opere in sotterraneo si rimanda al documento "Relazione tecnica delle opere in sotterraneo" (Rif. [15]).

### 1.2 OGGETTO SPECIFICO DELLA RELAZIONE – SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Nella presente relazione si affrontano le problematiche progettuali connesse alla realizzazione dell'opera di imbocco della galleria Limata lato Canello (GA08) facente parte della linea ferroviaria compresa tra l'impianto di Frasso Telesino - Dugenta e quello di Vitulano, della linea Caserta – Foggia, itinerario Napoli-Bari. Per l'inquadramento generale delle opere in sotterraneo si rimanda al documento "Relazione tecnica delle opere in sotterraneo" (Rif. [15])

In questo documento, vengono descritte e verificate le parti strutturali costituenti l'opera di imbocco e vengono definite le modalità di esecuzione della stessa. Nello specifico verranno illustrate le soluzioni progettuali adottate, le verifiche di dimensionamento geotecnico e strutturale dell'opera, le verifiche di stabilità dell'insieme protesi – terreno e le verifiche strutturali della galleria artificiale.

L'elaborato in oggetto è stato realizzato con lo scopo di definire, nella zona di interesse:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>2.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GA.08.0.0.001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>5 di 99</b>

- il modello geotecnico del terreno;
- gli intervalli rappresentativi dei parametri geotecnici e geomeccanici dei litotipi individuati;
- le soluzioni progettuali e soddisfare le verifiche di dimensionamento delle opere di protesi e della galleria artificiale e le verifiche di stabilità.

La progettazione è stata sviluppata nel rispetto della normativa vigente, per i riferimenti normativi si rimanda al capitolo 2.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 6 di 99

## 2 **NORMATIVA, ELABORATI DI RIFERIMENTO E SOFTWARE UTILIZZATI**

### 2.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008, “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- [2] C.S.LL.PP., Circolare n°617 del 02/02/2009, “Istruzioni per l’applicazione delle “nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14/01/2008”;
- [3] Decreto Ministeriale 28/10/2005. “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”;
- [4] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea – 1303/2014 - relativa alla Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente “la sicurezza nelle gallerie ferroviarie” nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;
- [5] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea – 1300/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente le “persone a mobilità ridotta” nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;
- [6] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea – 1299/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.

### 2.2 **PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)**

- [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture ( RFI DTC SI PS MA IFS 001 A – rev 30/12/2016 )
- [10] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- [11] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- [12] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A – rev 30/12/2016)
- [13] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- [14] RFI, doc RFI DTC SI SP IFS 001 A “Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili” datato Dic 2016.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 7 di 99

## 2.3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

### 2.3.1 Documenti Referenziati

Sono stati utilizzati come input per il presente documento i seguenti elaborati:

- [15] Documento n.° IF2R.2.2.E.ZZ.RG.GN.00.0.0.001 “Relazione tecnica delle opere in sotterraneo”;
- [16] Documento n IF2R.2.2.E.ZZ.CL.GN.03.0.0.001 “Galleria Limata – Relazione geotecnica e di calcolo”;
- [17] Documento n.° IF2R.2.2.E.ZZ.F6.GN.03.0.0.001 “Profilo geotecnico - Galleria Limata”;
- [18] Documento n.° IF2R.2.2.E.ZZ.SP.GN.00.0.0.001 “Caratteristiche dei materiali – Note generali”;
- [19] Documento n.° IF2R.2.2.E.ZZ.AZ.GA.08.0.0.001 “Planimetria e sezioni di monitoraggio”;
- [20] Documento n.° IF2R.0.2.E.ZZ.RH.GE.00.0.1.002 “Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica”;
- [21] Documento n.° IF2R.0.2.E.ZZ.RB.GE.00.0.5.001 “Relazione geotecnica generale di linea delle opere all’aperto”;
- [22] Gestione Terre e Bonifiche, Elaborati specialistici.
- [23] Documento n.° IF2R.2.2.E.ZZ.L9.GA.08.0.0.001 “Fase provvisoria – Planimetria e profilo longitudinale”;
- [24] Documento n.° IF2R.2.2.E.ZZ.W9.GA.08.0.0.001 “Fase provvisoria – Sezioni caratteristiche”;
- [25] Documento n.° IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.GA.08.0.0.001 “Fase provvisoria – Sviluppata delle opere di imbocco e particolari costruttivi”;
- [26] Documento n.° IF2R.2.2.E.ZZ.PZ.GA.08.0.0.001 “Fasi costruttive”.

### 2.3.2 Documenti Correlati

I documenti correlati, la cui lettura è consigliata per allargare la conoscenza dell’ambito del quale il presente documento si inquadra, sono:

- [27] Slide2 (versione 9.009) – Manuale d’uso;
- [28] M. Bustamante, B. Doix (1985). Une méthode pour le calcul des tirants et des micropieux injectés. Bull. Liaison Lab. Ponts et Chaussées, Paris, n. 140, nov-dèc 1985 – Ref. 3047, 75-92;
- [29] C. Viggiani (1999). Fondazioni, Hevelius Edizioni;
- [30] 46, 811 pp.N.R. Morgestern & V.E. Price (1965). The analysis of the stability of generalised slip surfaces. Geotechnique, 15, 79-93.





APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 9 di 99

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori di resistenza e deformabilità adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 14/01/2008 e del "Manuale di progettazione delle opere civili" RFI DTC SI MA IFS 001 A.

Per la completa e puntuale definizione delle caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione dell'opera si rimanda all'elaborato specifico (Rif. [18] - "Caratteristiche dei materiali – Note generali").

Nelle verifiche di resistenza dei calcestruzzi, a favore di sicurezza, viene sempre considerato un calcestruzzo di classe di resistenza C25/30 come indicato nel Capitolato RFI.

#### 3.1 SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI

Nella Tabella che segue si riportano in sintesi le classi dei materiali impiegati per l'analisi strutturale:

ELEMENTI	CALCESTRUZZO
Magrone	C12/15
Spritz-Beton	C25/30
GA Scatolare: Elevazioni	C25/30
GA Scatolare: Fondazioni	C30/37
Ritombamento	Misto cementato
ELEMENTI	ACCIAIO PER BARRE
Tutti	B450C

Calcestruzzo magro	
Classe di resistenza	C12/15
Valore caratteristico resistenza cubica a 28 giorni	$R_{ck} = 15 \text{ MPa}$
Valore caratteristico resistenza cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 12 \text{ MPa}$
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 20 \text{ MPa}$

Tabella 1 Specifiche tecniche materiali – Calcestruzzo magro

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 10 di 99

<b>Calcestruzzo per spritz-beton</b>	
Classe di resistenza	C25/30
Valore caratteristico resistenza cubica a 28 giorni	$R_{ck} = 30 \text{ MPa}$
Valore caratteristico resistenza cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione assiale	$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} = 2,56 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0,85 f_{ck}/1,5 = 14,17 \text{ MPa}$
Modulo di Young a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0,3} = 31476 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio	$\sigma_c = 0,55f_{ck} = 13,75 \text{ MPa}$ (comb. caratteristica) $\sigma_c = 0,40f_{ck} = 10,00 \text{ MPa}$ (comb. quasi perm.)
Verifiche a fessurazione	$\sigma_t = f_{ctm} / 1,2 = 2,14 \text{ MPa}$

Tabella 2: Specifiche tecniche materiali – Spritz-beton

<b>Calcestruzzo per elevazioni</b>	
Classe di resistenza	C25/30
Valore caratteristico resistenza cubica a 28 giorni	$R_{ck} = 30 \text{ MPa}$
Valore caratteristico resistenza cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione assiale	$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} = 2,56 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0,85 f_{ck}/1,5 = 14,17 \text{ MPa}$
Modulo di Young a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0,3} = 31476 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio	$\sigma_c = 0,55f_{ck} = 13,75 \text{ MPa}$ (comb. caratteristica) $\sigma_c = 0,40f_{ck} = 10,00 \text{ MPa}$ (comb. quasi perm.)
Verifiche a fessurazione	$\sigma_t = f_{ctm} / 1,2 = 2,14 \text{ MPa}$

Tabella 3: Specifiche tecniche materiali – Strutture in elevazione

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 11 di 99

<b>Calcestruzzo per fondazioni</b>	
Classe di resistenza	C30/37
Valore caratteristico resistenza cubica a 28 giorni	$R_{ck} = 37 \text{ MPa}$
Valore caratteristico resistenza cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione assiale	$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} = 2,90 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0,85 f_{ck}/1,5 = 17,00 \text{ MPa}$
Modulo di Young a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0,3} = 32837 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio	$\sigma_c = 0,55f_{ck} = 16,50 \text{ MPa}$ (comb. caratteristica) $\sigma_c = 0,40f_{ck} = 12,00 \text{ MPa}$ (comb. quasi perm.)
Verifiche a fessurazione	$\sigma_t = f_{ctm} / 1,2 = 2,42 \text{ MPa}$

Tabella 4: Specifiche tecniche materiali – Fondazioni

<b>Acciaio per barre d'armatura</b>	
Tipo	B450C
Tensione caratteristica di rottura	$f_{uk} = 540 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391,3 \text{ MPa}$
Modulo di Young	$E = 210000 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio	$\sigma_{lim} = 0,75f_{yk} = 337,5 \text{ MPa}$

Tabella 5: Specifiche tecniche materiali – Acciaio per barre d'armatura

La valutazione dei parametri di resistenza al taglio del misto cementato è stata fatta assumendo che al termine del processo di maturazione lo stesso sia caratterizzata da una resistenza a compressione monoassiale pari a 1,50 MPa. Dalla resistenza a compressione  $\sigma_c$  si possono quindi valutare i parametri di resistenza al taglio, assumendo un comportamento a rottura alla Mohr-Coulomb. Nello specifico, assumendo che l'angolo d'attrito  $\varphi'$  sia un parametro intrinseco del materiale, nota  $\sigma_c$  si valuterà la coesione  $c'$ . A favore di sicurezza si è applicato un fattore di sicurezza  $F_s$  pari a 2,0.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 12 di 99

$$\sigma_c = \frac{2c' \cos \phi'}{1 - \sin \phi'}$$

$$c' = \frac{\sigma_c (1 - \sin \phi')}{2 \cos \phi'} \frac{1}{F_s}$$

Nella tabella seguente si riportano quindi i parametri con cui si è modellato il comportamento del misto cementato.

Materiale	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$C_k$ [kPa]	$\phi_k$ [°]
Misto cementato	23	187	37

Tabella 6: Specifiche tecniche materiali – Misto cementato

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 13 di 99

### 3.2 CLASSE DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI 11104, si definiscono di seguito la classe di esposizione del calcestruzzo delle diverse parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

Elemento	Classe cls	Classe esposizione	Ambiente	Diametro massimo aggregati	Max a/c	Min cemento
				[mm]		[kg/mc]
Elevazioni	C25/30	XC2	Ordinario	32	0,60	300
Fondazioni	C30/37	XA1	Aggressivo	32	0,55	320

Tabella 7: Classi di esposizione secondo UNI-EN 206-2006

Classe esposizione norma UNI 9958	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato/asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota: Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriporto o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante in questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riprese dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanza di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salsoedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
<b>5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti*</b>						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo. Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo, ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
<b>6 Attacco chimico**</b>						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

Figura 1: Classi di esposizione secondo UNI-EN 206-2006

La scelta delle classi di resistenza dei conglomerati riportate in precedenza viene di seguito verificata impiegando il Prospetto 4 della UNI-EN 11104 il quale prescrive, in funzione delle Classi di Esposizione, la resistenza minima delle miscele da adottare:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 14 di 99

M.

UNI 11104:2004

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																		
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico			
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto <i>a/c</i>	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza <sup>1)</sup>	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45				
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360				
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 <sup>2)</sup>						
Altri requisiti													Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo	È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati <sup>3)</sup>					

- <sup>1)</sup> Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.
- a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.
- b) Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Figura 2: Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – 11104

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 15 di 99

### **ANALISI DI DURABILITA' E CALCOLO DEL COPRIFERRO**

Normativa adottata: NTC08 § 4.1.6.1.3. e § C4.1.6.1.3

#### **Requisiti di durabilità:**

Vita utile di progetto:	<b>≥ 100 anni</b>
Classe di resistenza del calcestruzzo:	<b>C25/30</b>
Elemento simile ad una soletta:	<b>SI</b>
Controllo di qualità della produzione del cls:	<b>NO</b>
Controllo delle tolleranze di posa in cantiere:	<b>NO</b>
Tipologia di acciaio:	<b>ORDINARIO</b>
Diametro max della barra da carpenteria: [mm]	<b>30</b>
Disposizione delle barre	<b>2</b>
Classe di esposizione	<b>XC2</b>
XC2: Corrosione indotta da carbonatazione	

#### **Calcolo del copriferro minimo:**

Copriferro minimo Tabella (C 4.1.IV)	$c_{min}$	20	[mm]
Incremento dovuto alla vita nominale (>100 anni):	$\Delta c_{vita\ nominale}$	10	[mm]
Incremento dovuto alla classe del cls ( $C < C_{min}$ ):	$\Delta c_{classe}$	0	[mm]
Incremento dovuto al controllo di qualità:	$\Delta c_{controllo}$	0	[mm]
Copriferro minimo ( $\Sigma$ )	$c_{min}$	30	[mm]

#### **Calcolo del copriferro nominale:**

Copriferro minimo	$c_{min}$	30	[mm]
Tolleranza di posa:	$\Delta c_{dev}$	10	[mm]
Copriferro nominale § 4.4.1.1:	$c_{nom}$	40	[mm]

#### **Tabella riepilogativa:**

Classe di esposizione:	<b>XC2</b>
Condizioni ambientali (Tab.4.1 III NTC 08):	<b>Ordinarie</b>
Classe strutturale:	<b>S5</b>
<b>Copriferro nominale § 4.4.1.1:</b>	<b><math>c_{nom}</math> 40 [mm]</b>

Figura 3: Copriferro nominale – Elevazioni

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 16 di 99

### ANALISI DI DURABILITA' E CALCOLO DEL COPRIFERRO

Normativa adottata: NTC08 § 4.1.6.1.3. e § C4.1.6.1.3

#### Requisiti di durabilità:

Vita utile di progetto:	≥ 100 anni
Classe di resistenza del calcestruzzo:	C30/37
Elemento simile ad una soletta:	SI
Controllo di qualità della produzione del cls:	NO
Controllo delle tolleranze di posa in cantiere:	NO
Tipologia di acciaio:	ORDINARIO
Diametro max della barra da carpenteria: [mm]	30
Disposizione delle barre	2
Classe di esposizione	XA1
XA1: Attacco chimico	

#### Calcolo del copriferro minimo:

Copriferro minimo Tabella (C 4.1.IV)	$c_{min}$	30	[mm]
Incremento dovuto alla vita nominale (>100 anni):	$\Delta c_{vita\ nominale}$	10	[mm]
Incremento dovuto alla classe del cls ( $C < C_{min}$ ):	$\Delta c_{classe}$	0	[mm]
Incremento dovuto al controllo di qualità:	$\Delta c_{controllo}$	0	[mm]
Copriferro minimo ( $\Sigma$ )	$c_{min}$	40	[mm]

#### Calcolo del copriferro nominale:

Copriferro minimo	$c_{min}$	40	[mm]
Tolleranza di posa:	$\Delta c_{dev}$	10	[mm]
Copriferro nominale § 4.4.1.1:	$c_{nom}$	50	[mm]

#### Tabella riepilogativa:

Classe di esposizione:	XA1
Condizioni ambientali (Tab.4.1 III NTC 08):	Aggressive
Classe strutturale:	S5
Copriferro nominale § 4.4.1.1:	$c_{nom}$ 50 [mm]

Figura 4: Copriferro nominale – Fondazioni

Al fine di uniformare i copriferri, a favore di sicurezza, si utilizzano i seguenti valori:

Elemento	Copriferro
	[mm]
Elevazioni	50
Fondazioni	50

Tabella 8: Copriferro degli elementi adottato in PE



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	17 di 99

### 3.3 ANCORAGGIO DELL'ARMATURA LONGITUDINALE

La lunghezza di ancoraggio delle armature è definita secondo le prescrizioni riportate al paragrafo 8.4 della norma UNI EN 1992-1-1:2005. La lunghezza di ancoraggio di progetto  $l_{bd}$  risulta:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

essendo  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  e  $\alpha_5$  i coefficienti dati nel prospetto 8.2 del paragrafo 8.4.4.

- $\alpha_1$  tiene conto dell'effetto della forma delle barre posto che il copriferro sia adeguato;
- $\alpha_2$  tiene conto dell'effetto del ricoprimento minimo di calcestruzzo;
- $\alpha_3$  tiene conto dell'effetto del confinamento dovuto ad armatura trasversale;
- $\alpha_4$  tiene conto di una o più barre trasversali saldate ( $\phi_t > 0,6\phi$ ) lungo la lunghezza di ancoraggio di progetto  $l_{bd}$ ;
- $\alpha_5$  tiene conto dell'effetto della pressione trasversale al piano di spacco lungo la lunghezza di ancoraggio di progetto.

Il prodotto ( $\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5$ ) > 0,7

$l_{b,rqd}$  la lunghezza di ancoraggio necessaria di base è ottenuta con l'espressione:

$$l_{b,rqd} = (\phi / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd})$$

essendo:

- $\sigma_{sd}$  la tensione di progetto in corrispondenza del punto da cui si misura l'ancoraggio;
- $f_{bd}$  il valore di progetto della tensione di aderenza ultima pari a

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

avendo indicato con:

- $f_{ctd}$  il valore di progetto della resistenza a trazione del calcestruzzo secondo il punto 3.1.6 (2)
- $\eta_1$  coefficiente legato alla qualità della condizione di aderenza e alla posizione della barra durante il getto:
  - $\eta_1 = 1,0$  in condizione di "buona" aderenza;
  - $\eta_2 = 0,7$  in tutti gli altri casi e per barre in elementi strutturali con casseforme scorrevoli, a meno che non si possa dimostrare che esistano "buone" condizioni di aderenza;
- $\eta_2$  è riferito al diametro della barra:
  - $\eta_2 = 1,0$  per  $\phi \leq 32\text{mm}$ ;
  - $\eta_2 = (132 - \phi) / 100$  per  $\phi > 32\text{mm}$ .
- $l_{b,min}$  è la lunghezza di ancoraggio minima se non sussistono altre limitazioni:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 18 di 99

- per ancoraggi in trazione:  $l_{b,min} > \max(0,3 l_{b,rqd}; 10\phi; 100mm)$ ;
- per ancoraggi in compressione  $l_{b,min} > \max(0,6 l_{b,rqd}; 10\phi; 100mm)$ .

### 3.4 LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE

La lunghezza di sovrapposizione delle armature è definita secondo le prescrizioni riportate al paragrafo 8.7.3 della norma UNI EN 1992-1-1:2005. La lunghezza di sovrapposizione è pari a:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

dove:

$l_{b,rqd}$  è calcolato con l'espressione precedente;

$l_{0,min}$   $> \max(0,3 \cdot \alpha_3 \cdot l_{b,rqd}; 15\phi; 200mm)$ .

I valori di  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ,  $\alpha_4$  e  $\alpha_5$  possono essere ricavati dal prospetto 8.2 del paragrafo 8.4.4; tuttavia, per il calcolo di  $\alpha_3$ , si raccomanda che  $\Sigma A_{st,min}$  sia assunta pari a  $1,0 A_s$  ( $\sigma_{sd} / f_{yd}$ ), con:

$A_s$  = area della singola barra sovrapposta;

$\alpha_6 = (\rho_1 / 25)^{0,5}$  ma non maggiore di 1,5, né minore di 1,0, essendo  $\rho_1$  la percentuale di armatura sovrapposta entro la lunghezza  $0,65 l_0$  valutata a partire dal centro della lunghezza di sovrapposizione considerata. I valori di  $\alpha_6$  sono dati nel prospetto 8.3 del paragrafo 8.7.3.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	19 di 99

## 4 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

Nel seguito si riporta un breve inquadramento geologico e la sintesi della caratterizzazione e modellazione geotecnica.

### 4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico le opere di imbocco della galleria Limata interessano le seguenti formazioni:

#### ***Depositi alluvionali terrazzati:***

Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine e conoide alluvionale, costituiti da tre differenti litofacies a dominante ghiaioso-sabbiosa (**bn1**), sabbioso-limosa (**bn2**) e limoso-argillosa (**bn3**). Le opere di imbocco interessano le ultime due litofacies.

La litofacies più grossolana è costituita da ghiaie poligeniche ed eterometriche (**bn1**), da sub-angolose ad arrotondate, con locali ciottoli da sub-arrotondati ad arrotondati, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio, nocciola e giallastro, da scarsa ad abbondante, sciolta o moderatamente cementata; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio-azzurro, marrone e giallastro, a struttura indistinta, con sporadici inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-arrotondate ad arrotondate; localmente sono presenti lenti e/o livelli di conglomerati a clasti poligenici ed eterometrici, da subarrotondati ad arrotondati, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro.

La litofacies prevalentemente sabbioso-limosa, invece, è formata da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, marrone e giallastro (**bn2**), a struttura indistinta o debolmente laminata, con sporadici inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio e marrone, a struttura indistinta, con sporadici inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate.

#### ***Unità di Maddaloni:***

Si tratta di depositi lacustri con frequenti intercalazioni fluviali e vulcanoclastiche, costituiti da quattro differenti litofacies a dominante ghiaioso-sabbiosa (**MDL1**), sabbioso-limosa (**MDL2**), limoso-argillosa (**MDL3**) e travertinoso-sabbiosa (**MDL4**).

Le opere di imbocco interessano la litofacies pelitica (**MDL3**), che è costituita da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio, nocciola e grigio-azzurro a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate; a luoghi si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, nocciola e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con diffusi inclusi piroclastici e locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 20 di 99

Per una dettagliata descrizione del modello geologico del sito si rimanda al documento “Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica” (Rif. [20]).

## 4.2 INDAGINE GEOTECNICHE

Per la presente fase di progettazione, ad integrazione della campagna di indagini geognostiche svolta nel 2015 (Indagini propedeutiche alla progettazione definitiva per il " Raddoppio tratta Canello - Benevento; II° lotto funzionale Frasso Telesino - Vitulano") è stata condotta una nuova campagna di indagini nel 2017 (Progettazione definitiva per il " Raddoppio tratta Canello - Benevento; II° lotto funzionale Frasso Telesino - Vitulano") che ha interessato la tratta in progetto. Metodi e risultati della campagna di indagini sono esposti in dettaglio nell'elaborato di progetto “Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica” (Rif. [20]).

## 4.3 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

La definizione del modello geotecnico per il sottosuolo di riferimento è trattata diffusamente nella specifica sezione dedicata all'opera in esame nell'ambito dei seguenti documenti di progetto: [17], [20], [21].

### 4.3.1 Caratterizzazione geotecnica

Per la ricostruzione del modello geotecnico di questo imbocco sono disponibili i risultati del sondaggio integrativo L2-S002 accoppiato al sondaggio a distruzione di nucleo L2-D002. Come è evidente dallo stralcio della planimetria seguente il sondaggio è ubicato esattamente nella zona di interesse e quindi è pertinente e utilizzabile in maniera specifica per la modellazione geotecnica.

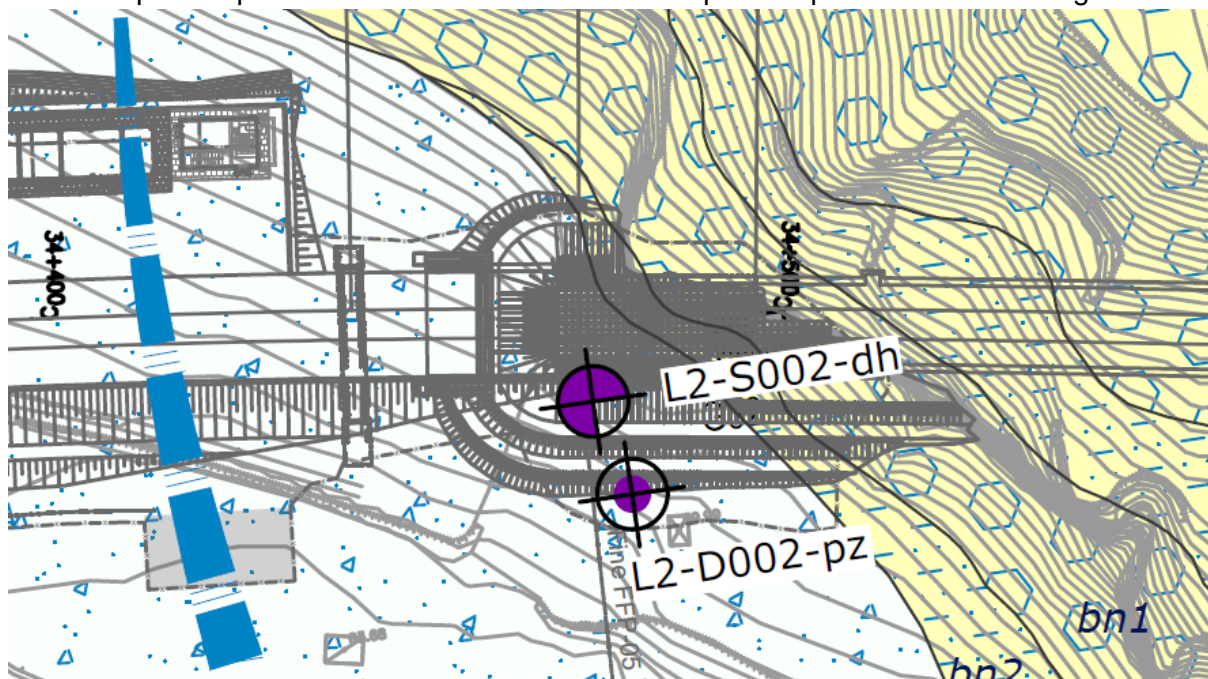


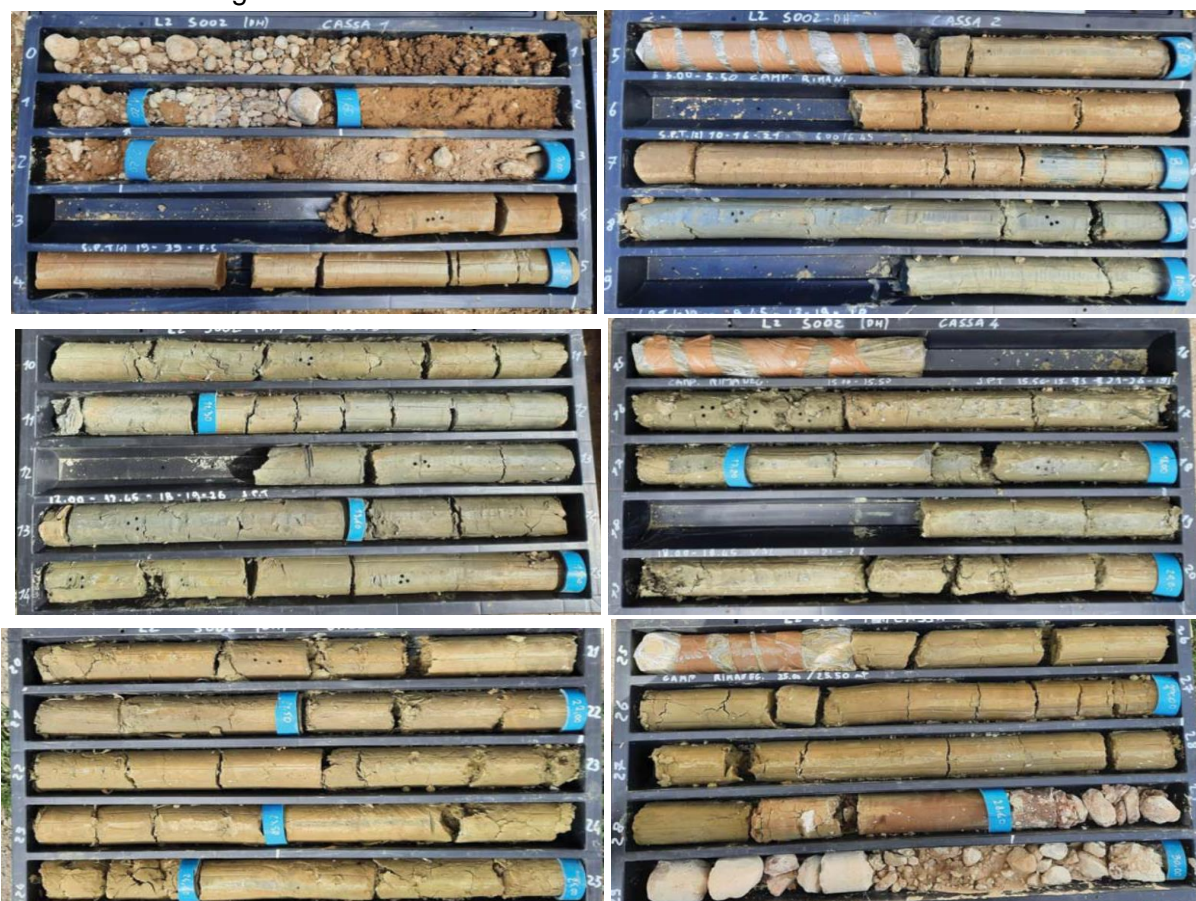
Figura 5: Ubicazione dei sondaggi nell'imbocco GA08 della galleria Limata (GN03)

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 21 di 99

Il sondaggio ha individuato la seguente stratigrafia sintetica.

- 0 – 3,6            Ghiaie riconducibili alla formazione bn1;
- 3,6 – 28,2        Limi argillosi e argille limose riconducibili all'unità di Maddaloni (MDL3) con una maggiore percentuale sabbiosa tra 20 e 28 m;
- 28,2 – 38,0      Calcari (formazione non attribuita dal punto di vista geologico, potrebbe trattarsi di ALVc);
- 38,0 – 40,0      Sabbie con ghiaia ma anche elementi lapidei calcarei (potrebbe trattarsi di un passaggio ad ALVb qualora i calcari sottostanti siano attribuibili ad ALVc).

Nelle foto che seguono viene riportata la successione di cassette dalle quali si evidenzia chiaramente la stratigrafia del sito.



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.08.0.0.001</td> <td>C</td> <td>22 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	22 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	22 di 99								



Figura 6: Sondaggio L2-S002

La suddetta stratigrafia non è stata recepita nel profilo geologico (e di conseguenza nel profilo geotecnico) che riporta invece l'unità MDL fino ad oltre 40 m dal p.p.

I calcari sono di natura vacuolare e a parte alcuni passaggi sono poco fratturati. Indipendentemente dalla loro attribuzione geologica (se ALVc o altro calcare) si tratta comunque di un passaggio ad un substrato che, dal punto di vista geotecnico, può essere considerato un substrato rigido per le problematiche che saranno trattate nel seguito.

Il piezometro D2 indica la falda a quote variabili tra 58 e 53,65, quindi oltre 10m al di sotto del p.c.

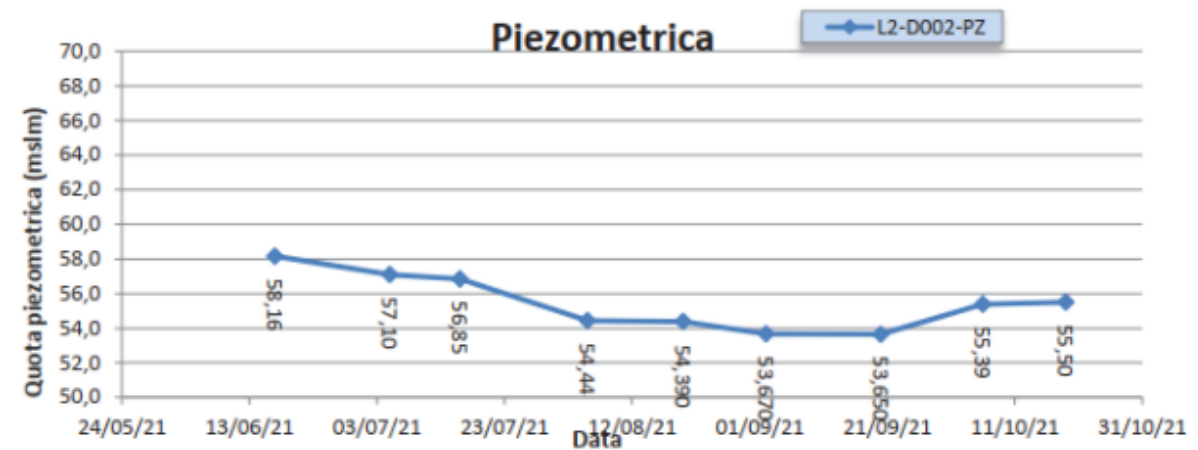


Figura 7: Piezometro D2

#### 4.3.2 Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi

Per i dettagli relativi alla caratterizzazione geotecnica generale si rimanda all'elaborato (Rif. [21]). Nella tabella seguente si riportano i parametri geotecnici caratteristici generali facendo anche riferimento ai nuovi sondaggi effettuati (in particolare L2-S002-DH, ma anche L2-S006-DH, L2-S007-PZ).

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 23 di 99

Strato	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c_k$ [kPa]	$c_u$ [kPa]	$\phi_k$ [°]	E [MPa]	$E_u$ [MPa]
bn	20	10	-	37	50	-
MDL3	20	19	200-250	24	60	60-75
ALVc	26	55	-	44	400	-

Tabella 9: Valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi per l'imbocco

Con riferimento invece ai moduli di deformabilità dei terreni MDL si può fare riferimento anche alle prove down-hole del sondaggio L2-S002.

Da questa prova si ricava un profilo delle  $V_s$  con un valore medio di circa 280 m/s tra 4 e 20 m e 380 m/s da 20 a 28m con un rapido aumento in corrispondenza dei calcari.

I moduli iniziali di taglio ( $G_0$ ) e di Young ( $E_0$ ) possono essere ricavati dai valori delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  utilizzando le seguenti equazioni:

$$G_0 = \frac{\gamma_t}{9,81} \cdot (V_s)^2 \quad [\text{kPa}]$$

$$E_0 = G_0 \cdot 2 \cdot (1 + \nu')$$

essendo:

- $\gamma_t$  = peso di volume naturale del terreno in kN/m<sup>3</sup>;
- $\nu'$  = coefficiente di Poisson del terreno;
- $V_s$  = velocità di propagazione delle onde di taglio in m/s.

Si ottiene un valore di  $E_0$  di 405 MPa fino tra 4 e 20 m e 735 MPa tra 20 e 28 m.

Per la stima dei moduli "operativi" da associare allo specifico problema al contorno è usuale, per problemi relativi a cedimenti di fondazioni fare riferimento a circa 1/5  $E_0$ , mentre per i rilevati si fa riferimento a valori tra 1/5 e 1/10. Per i problemi in esame si può fare riferimento ad un valore intermedio tra 1/5 e 1/10 con il quale si ricavano valori del modulo operativo di  $E \approx 55$  MPa tra 4 e 20 m e  $E \approx 100$  MPa tra 20 e 28m.

L'assunzione di un modulo di 60 MPa per tutto lo strato di MDL tra 4 e 28 m è quindi da considerare cautelativa.

#### 4.3.3 Il regime idraulico

È segnalata la presenza di falda alla quota massima di circa 58,0 m s.l.m. Per lo svolgimento dei calcoli, cautelativamente, si considera comunque all'interfaccia tra lo strato di bn e MDL.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 24 di 99

## 5 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato dal D.M. 14 Gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

Le opere in progetto per l'imbocco Limata lato Canello si trovano nel comune di San Lorenzo Maggiore, in un sito con le seguenti coordinate geografiche: Latitudine 41.22643, Longitudine 14.61467.

Alle opere provvisorie si attribuisce una vita nominale  $V_N$  di 35 anni e una classe d'uso II a cui corrisponde il coefficiente  $C_u$  pari a 1,0 (§ 2.4.2, DM 14/01/2008). Di conseguenza, il periodo di riferimento per la definizione dell'azione sismica,  $V_R$ , si assume pari a 35 anni (DM 14/01/2008).

Per la galleria artificiale si definisce una vita nominale  $V_N$  pari a 75 anni e una classe d'uso III a cui corrisponde il coefficiente  $C_u$  pari a 1,5 (§ 2.4.2, DM 14/01/2008). Di conseguenza il periodo di riferimento per la definizione dell'azione sismica risulta pari a  $V_R = V_N \cdot C_u = 112,5$  anni.

Con riferimento alla probabilità di superamento dell'azione sismica,  $P_{VR}$ , attribuita allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), nel periodo  $V_R$  dell'opera in progetto, si determina il periodo di ritorno  $T_R$  del sisma di progetto. Sulla base delle coordinate geografiche del sito e del tempo di ritorno del sisma di progetto,  $T_R$ , sopra definito, si ricavano i parametri che caratterizzano il sisma di progetto relativo al sito di riferimento, rigido ed orizzontale (Tabella 1 dell'allegato B del D.M. 14/01/2008):

- $a_g$ : accelerazione orizzontale massima
- $F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- $T_c^*$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il periodo di ritorno si determina con l'espressione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Per tenere conto dei fattori locali del sito, l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito è valutata con la relazione (DM 14/01/2008):

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)$$

dove:

- $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 25 di 99

- $S_s$  è il fattore di amplificazione stratigrafica del terreno, funzione della categoria del sottosuolo di fondazione e dei parametri sismici  $F_0$  e  $a_g/g$  (Tabella 3.2.V del D.M. 14/01/2008);

Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Figura 8: Espressioni di  $S_s$  e  $C_c$  – Tabella 3.2.V del D.M. 14/01/2008

- $S_T$  è il fattore di amplificazione che tiene conto delle condizioni topografiche, il cui valore dipende dalla categoria topografica e dall'ubicazione dell'opera (Tabella 3.2.VI del D.M. 14/01/2008).

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

La categoria di sottosuolo è stata valutata sulla base dei risultati della caratterizzazione geotecnica, in particolare sulla base della velocità delle onde di taglio ponderata sui primi 30 metri di profondità. Sulla base degli andamenti delle suddette grandezze con la profondità, con riferimento al documento "Relazione geotecnica e di calcolo" (Rif. [16]) cui si rimanda per maggiori approfondimenti, si individua come categoria di sottosuolo la classe sismica "C".

I valori delle grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica per le opere d'imbocco sono riassunti di seguito.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 26 di 99

	Imbocco lato Cannello	
	Strutture di sostegno	Galleria artificiale
Coordinate geografiche	Latitudine: 41.22643 Longitudine: 14.61467	
$T_R$	332	1898
$a_g/g$	0.212	0.355
$F_0$	2.311	2.354
Categoria di sottosuolo	C	
$S_s$	1,406	1.199
Categoria topografica	T2	
$S_T$	1,2	1,2
$a_{max}/g$	0.358	0.511

Tabella 10: Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.08.0.0.001</td> <td>C</td> <td>27 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	27 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	27 di 99								

## 6 DESCRIZIONE DELL'OPERA E SOLUZIONI PROGETTUALI

La galleria Limata ha una lunghezza complessiva di circa 350,86 m (dalla progr. km 34+449,30 alla 34+800,16), di cui 269,91 m in naturale (dalla progr. km 34+468,30 alla 34+738,21).

La soluzione da progetto definitivo prevedeva un imbocco realizzato con una paratia provvisoria di pali multi-tirantata e all'interno una galleria artificiale policentrica. A seguito del rilievo celerimetrico eseguito in fase di PE e a seguito di ulteriori approfondimenti eseguiti in sito si è notata una evidente differenza tra quanto riportato nel rilievo di PD e nel rilievo di PE.

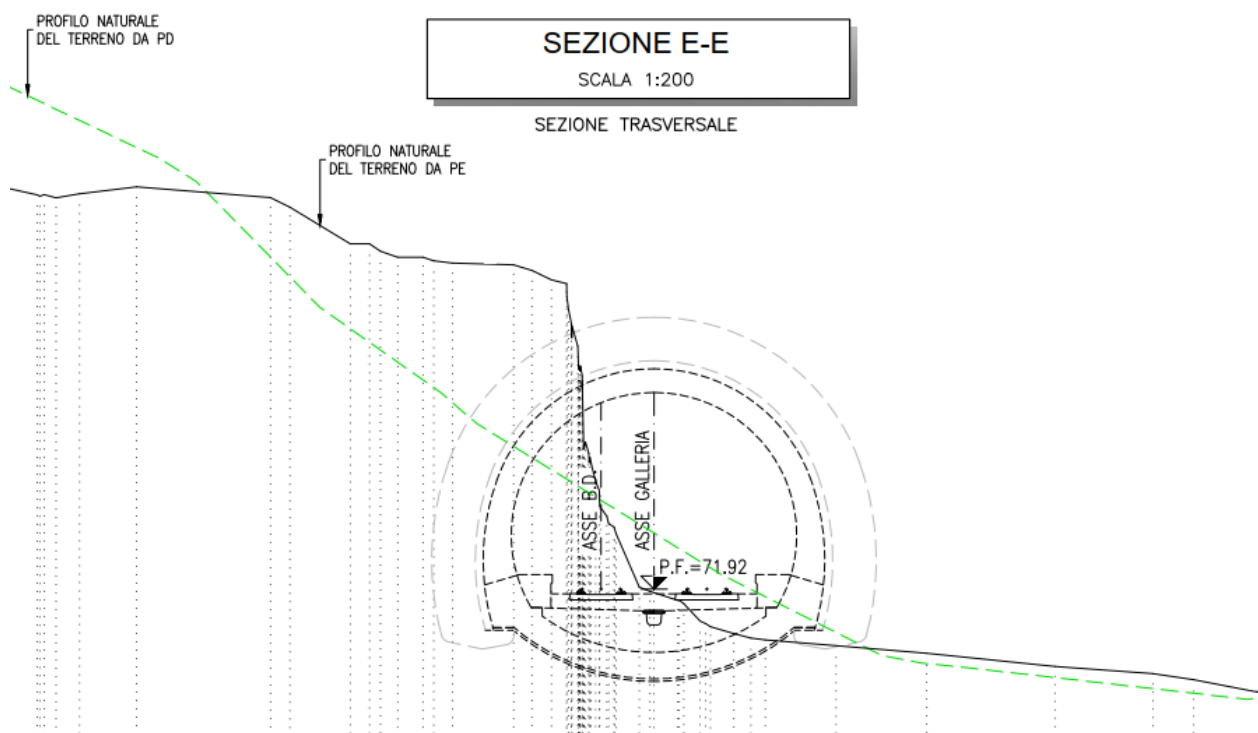


Figura 9: Sezione EE – Confronto profilo altimetrico PD e PE

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 28 di 99

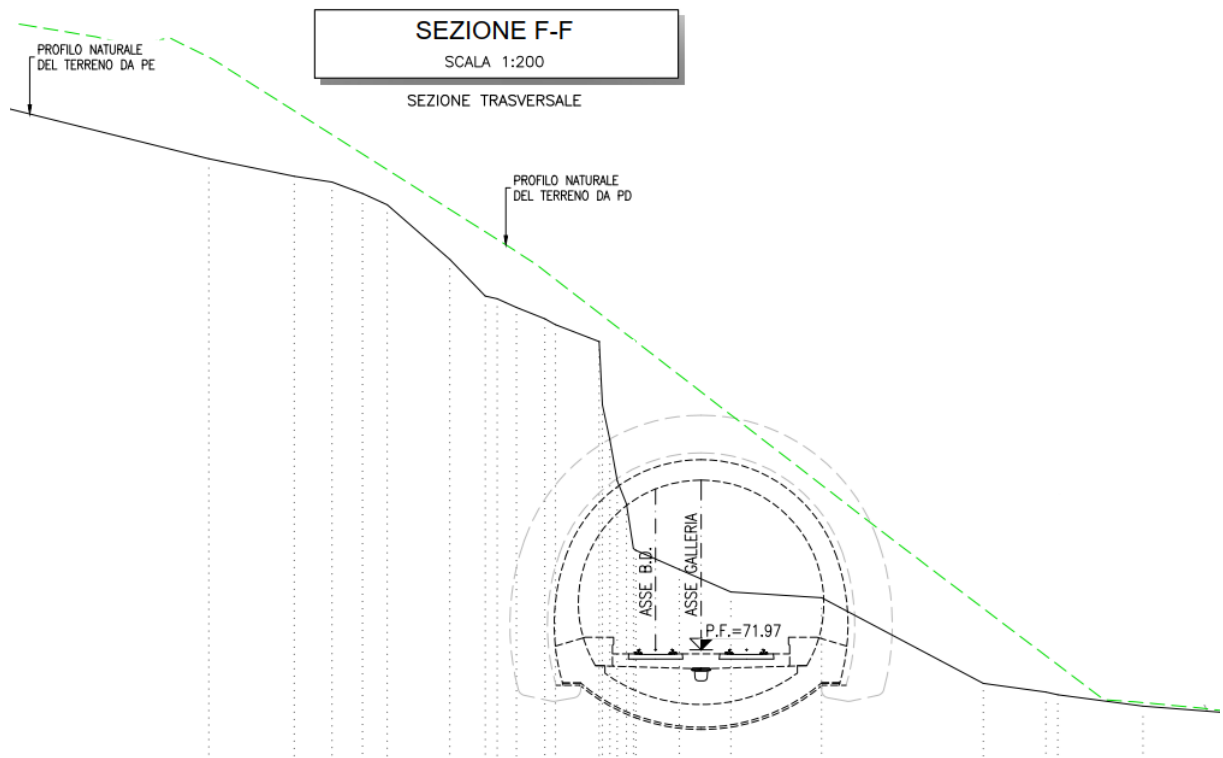


Figura 10: Sezione FF – Confronto profilo altimetrico PD e PE

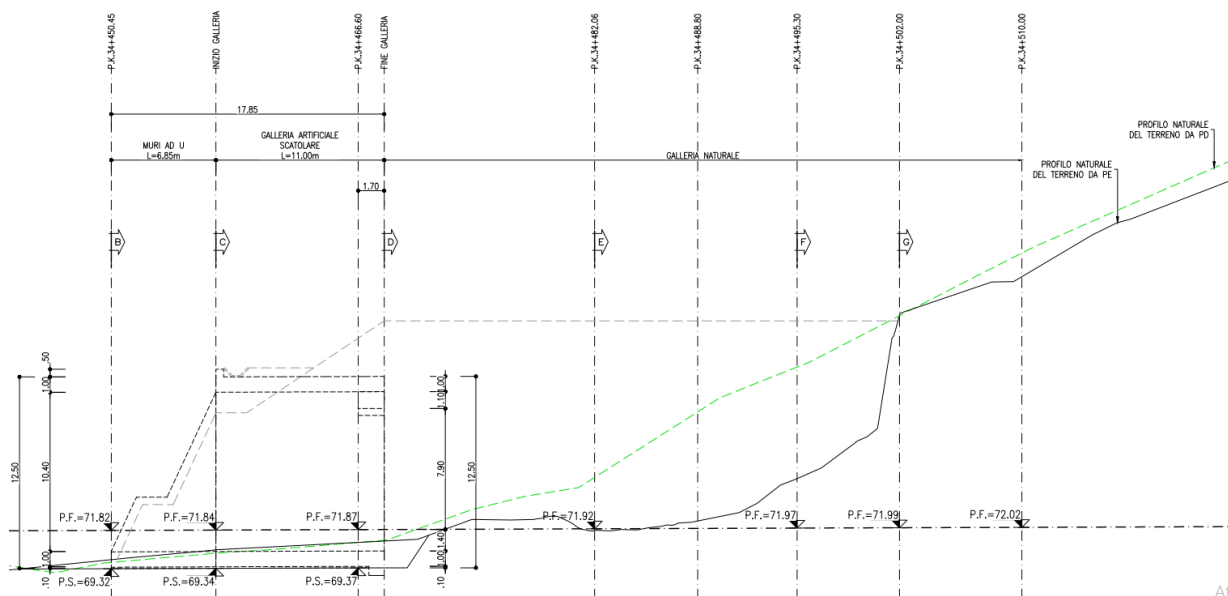


Figura 11: Profilo longitudinale – Confronto tra profilo altimetrico PD e PE

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 29 di 99

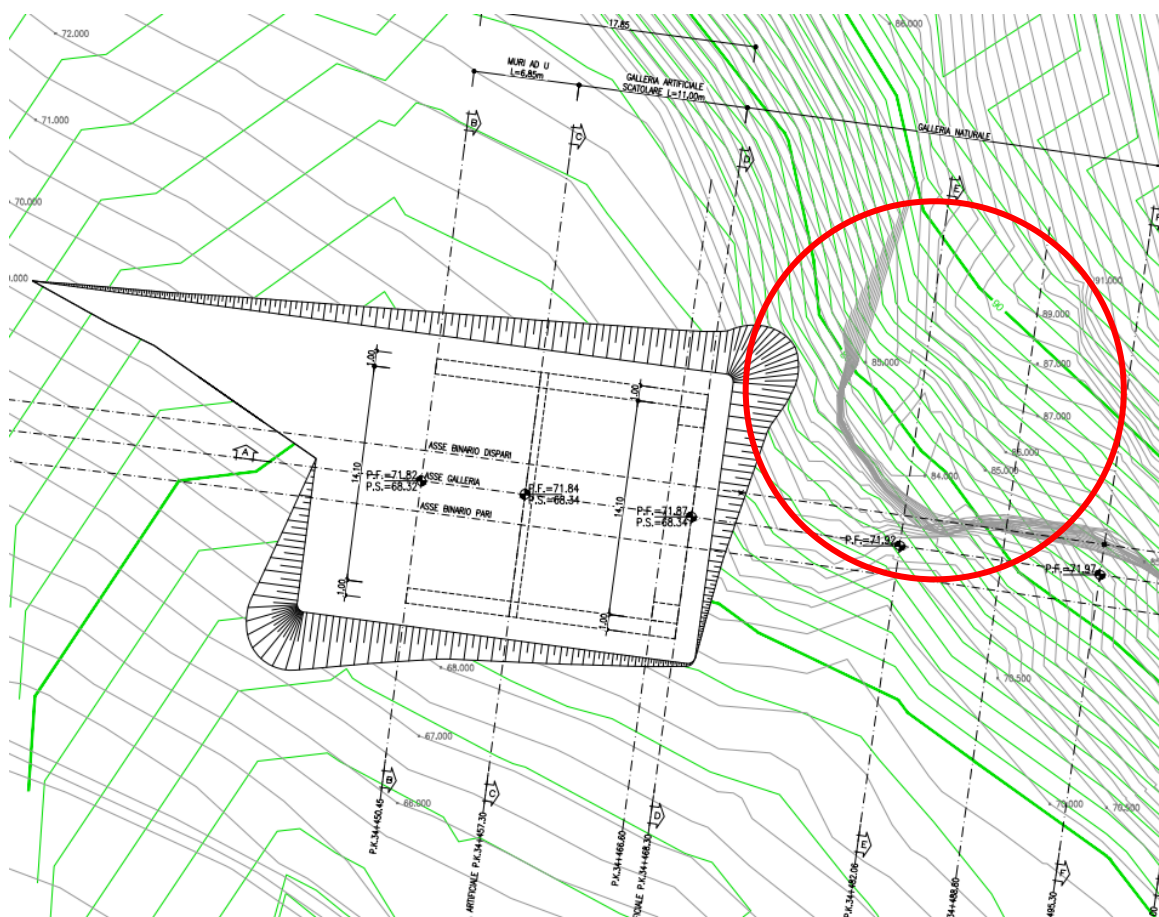


Figura 12 Vista in pianta – Confronto tra profilo altimetrico PD e PE

Di fatti nel rilievo da PD vengono evidenziate pendenze molto meno marcate e più favorevoli alla realizzazione di paratie di pali. Il rilievo di PE mostra invece delle pendenze ben più marcate. Sono presenti affioramenti di materiale sabbioso con una coesione tale da permettergli di avere superfici sub-verticali ma comunque estremamente instabile e soggetto a facile erosione. Si è ritenuto di conseguenza più opportuno adottare un altro approccio costruttivo, per permettere una più sicura movimentazione dei mezzi di cantiere all'interno dell'imbocco. Con questa soluzione, inoltre, gli sbancamenti previsti risultano di entità minore rispetto al PD.

La nuova tecnica realizzativa dell'imbocco prevede dunque di andare a realizzare una protesi ritombando preventivamente la zona (come già previsto da PD per la sistemazione definitiva), arretrando la galleria artificiale scatolare e i muri a U, prevedendo così un allungamento della galleria naturale GN03 di circa 32,5 m. L'arretramento della GA scatolare si è reso necessario al fine di garantire la costruzione della stessa in modo tale che gli scavi non vadano ad interferire con un eventuale rimozione al piede dello sperone (cerchiato in rosso) come si può vedere nella vista in pianta nella Figura 12.

La galleria artificiale si distingue in:

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	30 di 99

- Galleria artificiale scatolare di lunghezza 7,5 m;
- Muri ad U di 11,50 m.

La galleria artificiale sarà appoggiata su una palificata di fondazione con una maglia 3,5m x 3m nella zona al di sotto della GA scatolare e con una maglia di 3,5m x 3,5m per la zona al di sotto dei muri ad U. I pali di diametro 80cm hanno una lunghezza di 30m e si rendono necessari al fine di intercettare lo strato roccioso alla quota di 28m dal p.c. per far sì che i cedimenti causati dal rilevato non vadano ad influenzare la galleria scatolare.

La soluzione proposta nel presente PE prevede il posizionamento di una successione di strati di terreno compattato cementato, dello spessore di 2,50 m.

La protesi in misto cementato sarà rivestita alla base da un muro in gabbioni di altezza massima 5,5m e larghezza massima 3,5m.

Per quanto riguarda le caratteristiche geometriche delle opere a completamento si faccia riferimento agli elaborati di progetto.

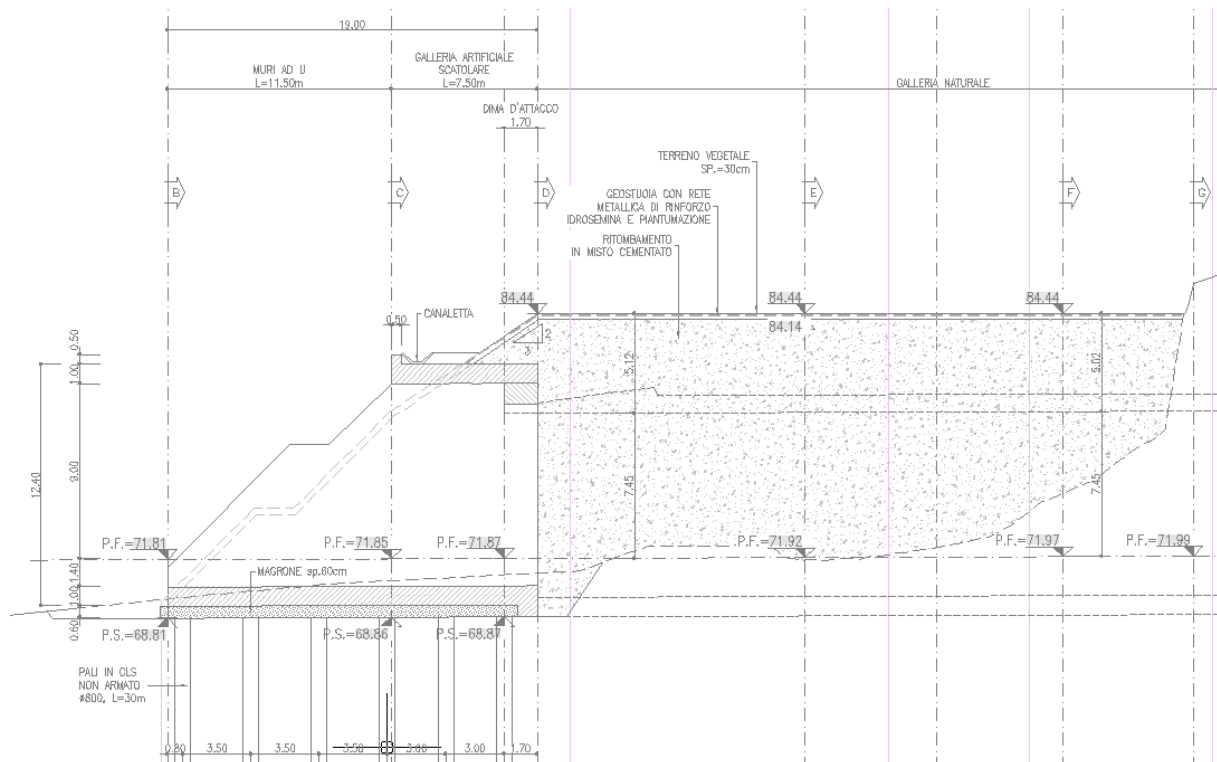


Figura 13 Vista in sezione – PE

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 31 di 99

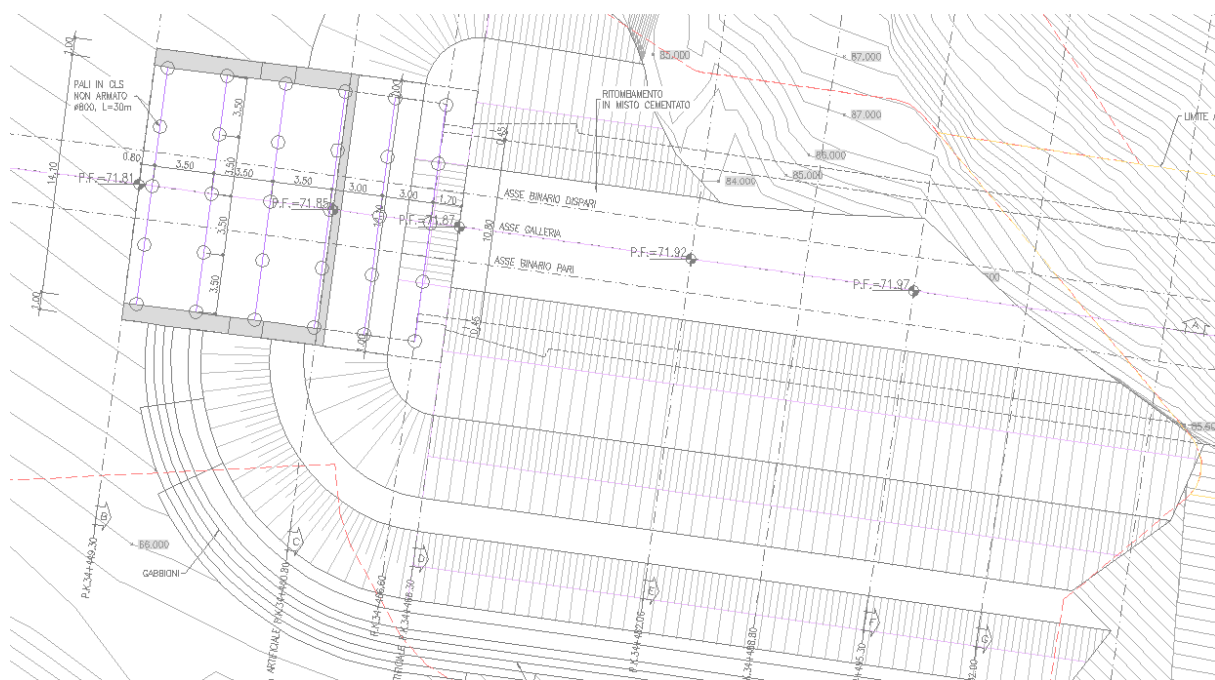


Figura 14 Vista in pianta – PE

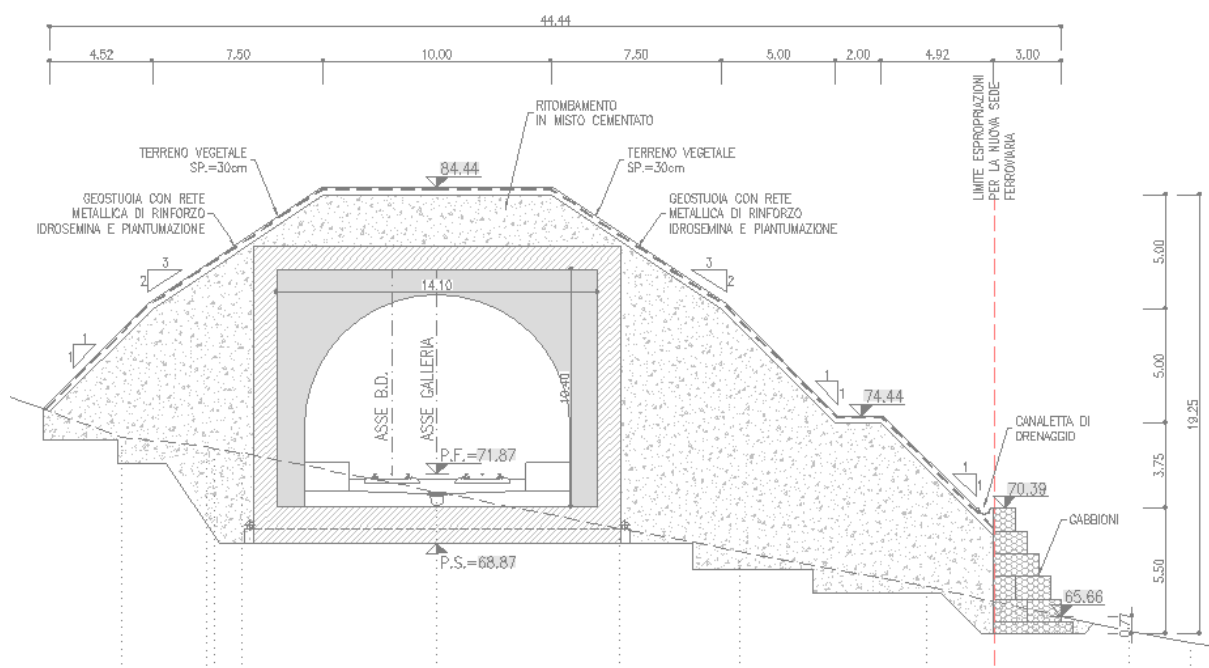


Figura 15 Sezione trasversale – PE

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 32 di 99

## 7 APPROCCI PROGETTUALI

Le verifiche sono state condotte in accordo con le prescrizioni e le indicazioni del DM 14/01/2008 e della Circolare n.617/09.

Le azioni considerate per la verifica delle strutture dell'imbocco sono le seguenti:

- **Azioni permanenti strutturali ( $G_1$ ):** peso proprio degli elementi strutturali;
- **Azioni permanenti non strutturali ( $G_2$ ):** spinta del terreno a monte e a valle dell'opera;
- **Azioni variabili ( $Q_k$ ):** carico variabile sul piano campagna atto a simulare la presenza di sovraccarichi variabili in fase costruttiva legato alle varie fasi realizzative;
- **Azione sismica (E):** Accelerazione orizzontale e verticale come definita al Cap. 4.3.1.

### 7.1 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini della determinazione delle sollecitazioni di verifica, le azioni nominali, descritte al precedente paragrafo, vanno combinate nei vari Stati Limite di verifica previsti (SLE, SLU, SIS) in accordo a quanto previsto al punto 2.5.3 delle NTC08:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

Le Tabelle che seguono meglio specificano i valori dei coefficienti da attribuire ai carichi nominali analizzati separando le opere sotto binario dalle opere stradali e/o non soggette a carichi ferroviari e differenziando in funzione dello stato limite:



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 33 di 99

- SLU Opere Ferroviarie:

5.2.3.3.1 *Requisiti concernenti gli SLU*

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali in Tab. 5.2.V e i coefficienti di combinazione  $\psi$  in Tab. 5.2.VI.

**Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica**

		Coefficiente	FQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedono variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Nella Tab. 5.2.V il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$ : coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;  
 $\gamma_{G2}$ : coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;  
 $\gamma_B$ : coefficiente parziale del peso proprio del ballast;  
 $\gamma_Q$ : coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;  
 $\gamma_{Qi}$ : coefficiente parziale delle azioni variabili.

**Figura 16: Tabella 5.2.V – NTC 2008**

- SLU Opere Stradali:

**Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU**

		Coefficiente	FQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

**Figura 17: Tabella 5.1.V – NTC 2008**

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C FOGLIO 34 di 99

- SLE Opere Ferroviarie:

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr <sub>1</sub>	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr <sub>2</sub>	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	gr <sub>3</sub>	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr <sub>4</sub>	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	$\Gamma_{wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Figura 18: Tabella 5.2.VI – NTC 2008

Tabella 5.2.VII - Ulteriori coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.

	Azioni	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(2)(3)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti  $\psi$  adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Figura 19: Tabella 5.2.VII – NTC 2008

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 35 di 99

- SLE Opere Stradali:

Tabella 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_s$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
Vento $q_s$	4 (folla)	---	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
	Vento a ponte scarico SLU e SLE Esecuzione	0,6 0,8	0,2 ---	0,0 0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve $q_s$	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	$T_k$	0,6	0,6	0,5

Figura 20: Tabella 5.1.VI – NTC 2008

Le combinazioni allo Stato Limite Ultimo sono di seguito descritte ed analizzate in dettaglio.

Alle precedenti matrici dei coefficienti di combinazione si affiancano i fattori parziali di sicurezza da applicare ai parametri geotecnici del terreno che, come da Normativa, possono seguire due Approcci (§ 6.5.3.1.2).

## 7.2 OPERE PROVVISORIE

Sulla base della definizione dei carichi di cui sopra, in accordo a quanto prescritto dal DM 14/01/2008, sono state individuate le combinazioni di carico per le verifiche di stati limite ultimi in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

- Combinazione fondamentale (SLU);
- Combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile  $Q_1$  è assunto pari a 0,2.

In accordo con il § 6.5.3 di NTC08, le verifiche delle strutture sono state condotte nei riguardi dei seguenti stati limite ultimi (SLU GEO e SLU STR):

- collasso del complesso opera-terreno;
- instabilità globale dell'insieme terreno-opera;

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 36 di 99

- raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

Come prescritto dal DM 14/01/2008 per le strutture, è stato adottato l'Approccio 1 con le due combinazioni di coefficienti parziali (tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del DM 14/01/2008):

- Combinazione 1: A1 + M1 + R1
- Combinazione 2: A2 + M2 + R1.

Il dimensionamento geotecnico dell'opera è stato condotto con la verifica di stati limite ultimi GEO, applicando la Combinazione 2 (A2+M2+R1); per quanto riguarda le verifiche di stati limite ultimi STR l'analisi è stata condotta la Combinazione 1 (A1+M1+R1).

Per le verifiche di stabilità globale è stato applicato l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2 – tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 14/01/2008).

Il corretto dimensionamento nei confronti degli SLU GEO assicura che gli spostamenti dell'opera siano compatibili con le esigenze di funzionalità della stessa; pertanto, trattandosi di opere provvisorie, in assenza di fabbricati o altre opere da salvaguardare a ridosso delle stesse, non si ritengono necessarie ulteriori valutazioni di verifica nei confronti degli SLE.

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), con riferimento alla configurazione finale dell'opera. Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni sono pari all'unità.

Le analisi e le verifiche di stabilità globale sono state condotte con il codice di calcolo Slide2 (versione 9.009).

### 7.3 GALLERIA ARTIFICIALE - STRUTTURE DEFINITIVE

Sulla base della definizione dei carichi descritti al §8, in accordo a quanto prescritto dal DM 14/01/2008, sono state individuate le combinazioni di carico per le verifiche di stati limite ultimi e di esercizio in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

- Combinazione fondamentale (SLU);
- Combinazione caratteristica (SLE), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili: il coefficiente di combinazione per il carico variabile  $Q_1$  è pari a 1;
- Combinazione frequente (SLE), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili: il coefficiente di combinazione per il carico variabile  $Q_1$  è pari a 0,8;
- Combinazione frequente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti di lungo termine: il coefficiente di combinazione per il carico variabile  $Q_1$  è pari a 0;
- Combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile  $Q_1$  è assunto pari a 0,2.

In accordo con il § 6.5.3 di NTC08, le verifiche delle strutture sono state condotte nei riguardi dei seguenti stati limite ultimi (SLU STR e SLE):

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 37 di 99

- Stati limite ultimi (SLU):
  - raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.
- Stati limite di esercizio (SLE):
  - controllo dello stato tensionale e fessurativo degli elementi strutturali.

Come prescritto dal DM 14/01/2008 per quanto riguarda le verifiche di stati limite ultimi STR l'analisi è stata condotta la Combinazione 1 (A1+M1+R1).

Le verifiche in condizioni sismiche per la galleria artificiale policentrica sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), con riferimento alla configurazione finale dell'opera. Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni sono pari all'unità. Si è adottato il metodo pseudostatico, calcolando il coefficiente sismico orizzontale e verticale secondo le prescrizioni della normativa (DM 14/01/2008):

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{max}}{g} \right)$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove:

- $a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- $\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, a favore di sicurezza e in ipotesi di strutture rigide ed impedite di subire spostamenti relativi rispetto al terreno si assume  $\beta_h=1$ .

L'effetto del sisma è ottenuto applicando un incremento di spinta del terreno valutato secondo la teoria di Wood (1973), agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza di scavo.

$$\Delta S_E = k_h \cdot \gamma \cdot H_{scavo}$$

dove:

- $\gamma$  rappresenta il peso dell'unità di volume della formazione con la quale l'opera interagisce;
- $H$  rappresenta l'altezza dello scavo;
- $K_h$  rappresenta il coefficiente di spinta in condizioni sismiche.

Con particolare riferimento al dimensionamento degli elementi strutturali quali gallerie policentriche, elementi scatolari, solette di copertura e fodere di rivestimento interno, vengono riportate le combinazioni adottate per le combinazioni statiche (SLE e SLU) e sismiche (SLV) ritenute più significative e quindi adottate nelle analisi numeriche.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL GA.08.0.0.001 C 38 di 99

In accordo con il documento “Criteri per il dimensionamento e verifiche delle gallerie artificiali D.M. 2008” risulta:

COMBINAZIONE DEI CARICHI SECONDO IL DOCUMENTO "CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE DELLE GALLERIE ARTIFICIALI D.M. 2008"

		SLU														CH			FR				QP	
		1	2	3	4	5	6	7	7a	7b	8	8a	8b	9	10	11	11a	11b	12	12a				
		SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU H20	SLU LM	CH1	CH H20	CH LM	FR1	FR2	FR3	FR H20	FR LM	QP	QP H20				
1	Peso Proprio	P.P.	1,3	1,3	1	1,3	1	1,3	1	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
2	Peso copertura	P. cop	1,3	1,3	1	1,3	1	1,3	1	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
3	Spinta terreno sx	SP.sx	1,3	1	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
4	Spinta terreno dx	SP. dx	1,3	1	1,3	1	1	1,3	1,3	1	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
5	Accidentale	V	1,5	1,5	0	1,5	0	1,5	0	1,35	0	1	1	0	0,8	0	0	0,8	0	0				
6	Accidentale sx	SV. sx	1,5	0	1,5	1,5	1,5	0	0	0	1,45	1	0	0	1	0	0,8	0	0	0,8				
7	Accidentale dx	SV. dx	1,5	0	1,5	0	0	1,5	1,5	0	1,45	1	0	0	1	0	0	0,8	0	0,8				
8	Sisma orizzontale	Δ S.h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
9	Sisma verticale	Δ S.v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
10	Inerzia orizzontale	I. h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
11	Inerzia verticale	I. v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
12	LM71_SX		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
13	LM71_DX		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
14	LM71_DOPPIO		0	0	0	0	0	0	0	0	1,45	0	0	0	1	0	0	0	0	0,8				
15	H20		0	0	0	0	0	0	0	1,35	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0				

Tabella 11: Coefficienti di combinazione – Condizioni statiche

			SLV																	
			13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
			SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6	SLV7	SLV8	SLV9	SLV10	SLV11	SLV12	SLV13	SLV14	SLV15	SLV16		
1	Peso Proprio	P.P.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Peso copertura	P. cop	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Spinta terreno sx	SP.sx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Spinta terreno dx	SP. dx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Accidentale	V	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
6	Accidentale sx	SV. sx	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
7	Accidentale dx	SV. dx	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
8	Sisma orizzontale	Δ S.h	1	-1	1	-1	0,3	-0,3	0,3	-0,3	1	-1	1	-1	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3
9	Sisma verticale	Δ S.v	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-1	-1	1	1	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-1	-1	1	1	-1	-1
10	Inerzia orizzontale	I. h	1	-1	1	-1	0,3	-0,3	0,3	-0,3	-1	1	-1	1	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3
11	Inerzia verticale	I. v	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-1	-1	1	1	0,3	0,3	-0,3	-0,3	1	1	-1	-1	1	1
12	LM71_SX		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	LM71_DX		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	LM71_DOPPIO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	H20		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabella 12: Coefficienti di combinazione – Condizioni sismiche

Per il calcolo delle sollecitazioni si ricorre ad una modello ad elementi finiti di tipo *frame* ad asse rettilineo definiti sulla linea d’asse della carpenteria.

L’interazione terreno-struttura è simulata attraverso molle di tipo “*compression only*” (in grado di resistere solo a compressione) e di opportuna rigidità da valutare in funzione della geometria del rivestimento e della rigidità del mezzo al contorno.

$$k = \frac{E'}{B \cdot (1 - \nu^2)} \cdot i \quad (\text{per le elevazioni})$$

$$k = \frac{E'}{B \cdot (1 - \nu^2) \cdot c_t} \cdot i \quad (\text{per la fondazione})$$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	39 di 99

dove:

- $B$  è la lunghezza del tratto rettilineo di carpenteria. Per l'arco rovescio è pari alla dimensione trasversale totale (trascurandone la curvatura);
- $i$  è l'interasse tra le bielle;
- $\nu$  e  $E'$  è il coefficiente di Poisson ed il modulo elastico del mezzo al contorno;
- $c_t$  è il coefficiente di forma della fondazione ottenuto attraverso le relazioni proposte da Bowles (1960) ( $L$  = lato maggiore della fondazione):
  - o  $c_t = 0,853 + 0,534 \ln(L/B)$  fondazione rettangolare con  $(L / B) \leq 10$ ;
  - o  $c_t = 2 + 0,0089 \ln(L/B)$  fondazione rettangolare con  $(L / B) > 10$ .

Le analisi delle gallerie artificiali di tipo policentrico e scatolare sono state condotte mediante il codice di calcolo Straus/Strand7 (Versione 2.4.6).

Le analisi e le verifiche di stabilità globale sono state condotte con il codice di calcolo Slide2 (versione 9.009).





APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 41 di 99

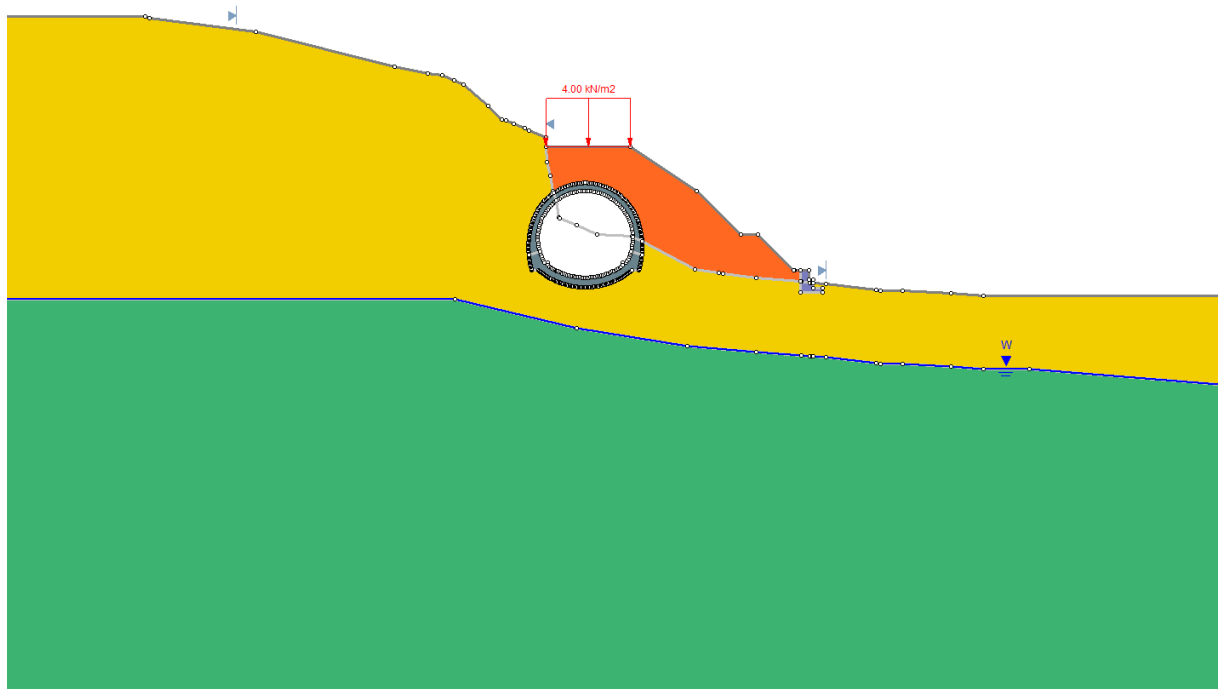
### 8.1.1 Sezione 1 - pk 34+495,30

La sezione oggetto di studio è stata presa alla pk. km 34+495,30, caratterizzata da un'altezza di 15,30 metri.

Sono di seguito riportate le principali caratteristiche dell'opera e del modello geotecnico utilizzati per le analisi di verifica.

#### 8.1.1.1 Modello numerico

La Figura 22 mostra un confronto tra la sezione reale e quella simulata.



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 42 di 99

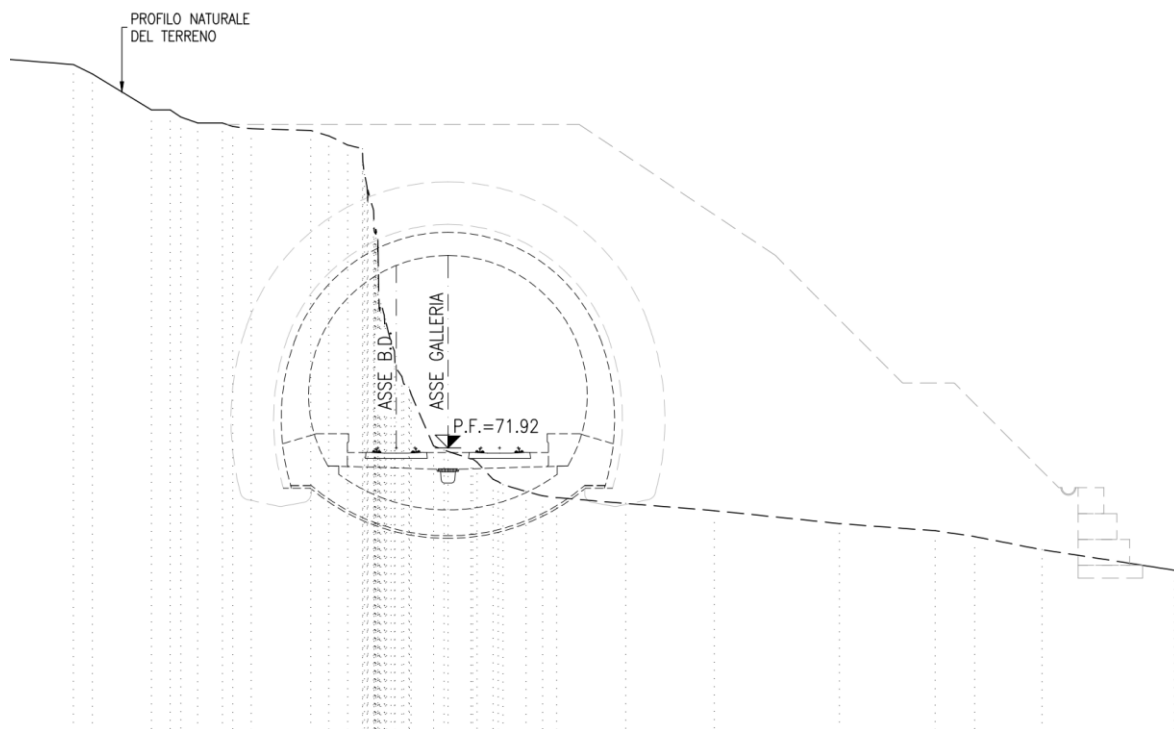


Figura 22: Confronto tra la sezione modellata (sopra) e quella reale (sotto)

Sono di seguito descritte le principali caratteristiche della struttura e del modello geotecnico per le analisi di verifica.

Tipologia protesi	Ritombamento in misto cementato
Altezza totale terreno di ritombamento	$H_{tot} = 15,30 \text{ m}$
Inclinazione terreno di ritombamento	1° berma di 3H:2V; 2° e 3° berma 1H:1V
Inclinazione del piano campagna a valle	6,8°
Sovraccarichi variabili a monte	$Q_{1,k} = 20 \text{ kPa}$ , estensione 10,00 m
Sovraccarichi variabili a valle	-

Tabella 13: Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo

I parametri geotecnici adottati nelle analisi variano a seconda della combinazione di riferimento adottata in considerazione della specifica verifica prevista dal D.M. 14/01/2008 così come riportato nel prospetto che segue.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL GA.08.0.0.001 C 43 di 99

Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	$\gamma$	$c_d$	$\phi'_d$	$\delta$	$E'$	$E'_{ur}$	$K_{ah}$	$K_{ph}$
			[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[°]	[°]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]
bn	M1	SLU	20	10	37	24,67	50	80	0,205	7,549
		SLV				0			-	-
	M2	SLU		8	31,1	20,7			0,267	4,971
		SLV				0			-	-
MDL	M1	SLU	20	19	24	16	60	90	0,360	0,3,221
		SLV				0			-	-
	M2	SLU		15,2	19,6	13,1			0,433	2,529
		SLV				0			-	-

Tabella 14: Parametri geotecnici di calcolo

Le azioni sismiche pseudo-statiche sono sintetizzate nella seguente tabella:

Categoria sottosuolo	Parametri sismici				
	$a_g$	$a_{max}$	$\beta$	$k_h$	$k_v$
	[g]	[g]	[-]	[-]	[-]
C	0,212	0,358	0,28	0,10024	0,05012

Tabella 15: Azione sismica provvisoria adottata nel modello SLIDE2

Categoria sottosuolo	Parametri sismici				
	$a_g$	$a_{max}$	$\beta$	$k_h$	$k_v$
	[g]	[g]	[-]	[-]	[-]
C	0,351	0,507	0,28	0,14196	0,07098

Tabella 16: Azione sismica definitiva adottata nel modello SLIDE2

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 44 di 99

### 8.1.1.2 Risultati delle analisi

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente (All. 9.1.1).

#### 8.1.1.2.1 Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno

Sono riportati di seguito i risultati delle verifiche condotte allo SLU e SLV.

Per le verifiche di stabilità ci si è avvalsi del software di calcolo SLIDE2 (Rocscience Inc.). Le verifiche sulla stabilità sono state condotte con il metodo dell'equilibrio limite implementato (nel software utilizzato) con la formulazione di Bishop. La stratigrafia di calcolo è quella riportata in Figura 23 e Figura 24.

In considerazione del contesto geotecnico sostanzialmente omogeneo ed isotropo vengono analizzate superfici di scorrimento circolari. Considerato lo scopo dell'analisi le superfici di scorrimento indagate sono definite limitando l'estensione del cerchio critico a tergo del terreno di ritombamento per circoscrivere il dominio di calcolo al solo volume significativo, evitando di verificare superfici di scivolamento che coinvolgano volumi di terreno eccessivamente grandi e non rappresentative della condizione reale. Le analisi sono condotte mediante il metodo dell'equilibrio limite implementato (nel software utilizzato) con la formulazione di Bishop.

Al di sopra del rilevato è previsto un carico variabile pari a  $Q_1 = 20$  kPa per simulare la presenza di eventuali mezzi di cantiere. Il coefficiente per i carichi variabili  $Q_1$  in combinazione sismica (SLV) è preso uguale a 0,2. Il carico variabile in un modello SLV è, dunque calcolato  $Q_1 = 0,2 \times 20$  kPa = 4 kPa.

Nel prospetto che segue sono riportati i coefficienti di riduzione utilizzati:

		SLU	SLV
		(A2+M2)	(A2+M2+E)
Azioni	Permanenti	1	1
	Variabili	1.3	1
Parametri del terreno	$\tan \phi'$	1.25	1.25
	$c'$	1.25	1.25
	$c_u$	1.4	1.4

Tabella 17: Coefficienti sulle azioni e sui materiali utilizzati per l'analisi di stabilità

Il sistema opera-terreno è stato analizzato sia nelle condizioni provvisorie, in cui è prevista la realizzazione del terreno di ritombamento in misto cementato, che in quelle definitive dopo la realizzazione della galleria naturale.

I risultati sono espressi in termini di rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e quella mobilitata lungo le superfici di scorrimento analizzate. In tabella sono riportati i gradi di sovra resistenza ( $R_d/E_d$ ) rispetto alle azioni sollecitanti di progetto  $E_d (=E \cdot \gamma_E)$  ottenuti secondo la formulazione di Bishop e per ciascuna combinazione delle azioni. Al fine di cogliere l'effetto

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 45 di 99

derivante dalla riduzione dei parametri geotecnici di resistenza, secondo i coefficienti del gruppo M2, nel prospetto che segue sono riportati anche i risultati dell'analisi condotta con i valori caratteristici dei parametri geotecnici e delle azioni.

<b>Combinazione</b>	<b>Formulazione: Bishop</b>	
	<b>Fase provvisoria</b>	<b>Fase definitiva</b>
“Caratteristica”	1,973	2,005
“SLU - A2+M2”	1,575	1,603
“SLV – A2+M2+E”	1,229	1,123
“SLV – A2+M2-E”	1,250	1,170

Tabella 18: Sintesi dei risultati delle analisi di stabilità globale

Eseguendo il calcolo mediante il D.M. 14/01/2008, Approccio 1 - Combinazione 2: (A2+M2+R2), il coefficiente parziale  $\gamma_R$  vale 1,1; quindi considerando la resistenza di progetto  $R_d = R/\gamma_R$  (cfr. § 6.2.3.1), risulta sempre verificata la disuguaglianza:

$$E_d \leq R_d$$

per cui la verifica di stabilità globale può considerarsi soddisfatta.

Nelle figure di seguito riportate sono rappresentate le superfici critiche di scorrimento, sia in fase provvisoria che in fase definitiva, a cui corrispondono i minori gradi di sovraresistenza ( $R_d/E_d$ ) nelle combinazioni studiate.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.08.0.0.001</td> <td>C</td> <td>46 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	46 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	46 di 99								

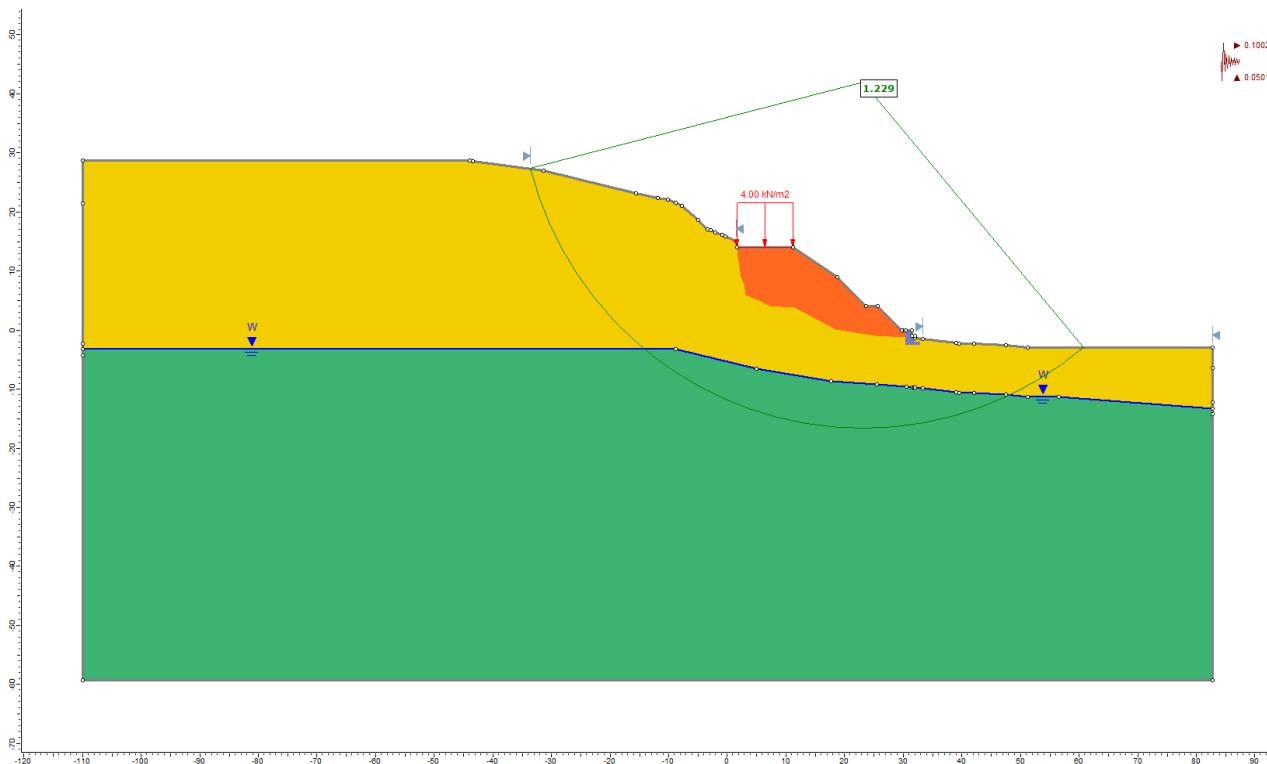


Figura 23: Modello di calcolo e superficie di scorrimento critica (in condizione provvisoria)

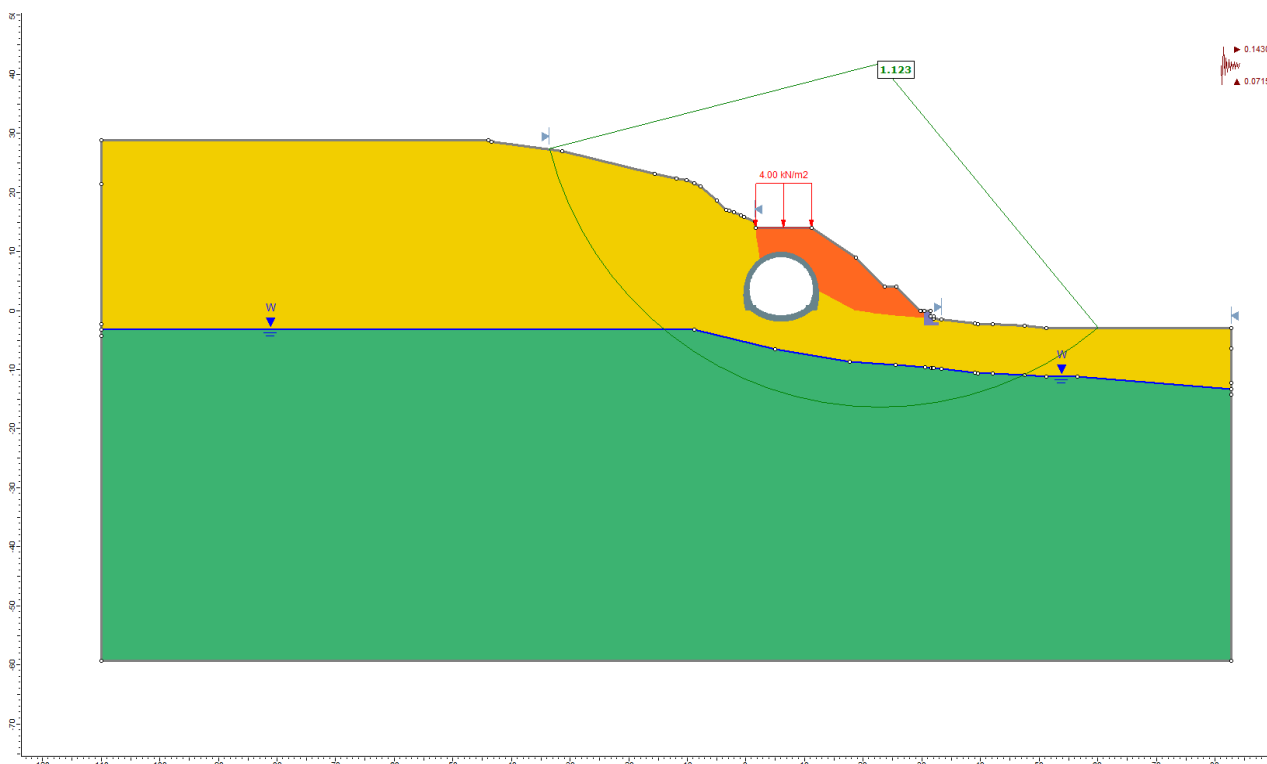


Figura 24: Modello di calcolo e superficie di scorrimento critica (in condizione definitiva)

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	47 di 99

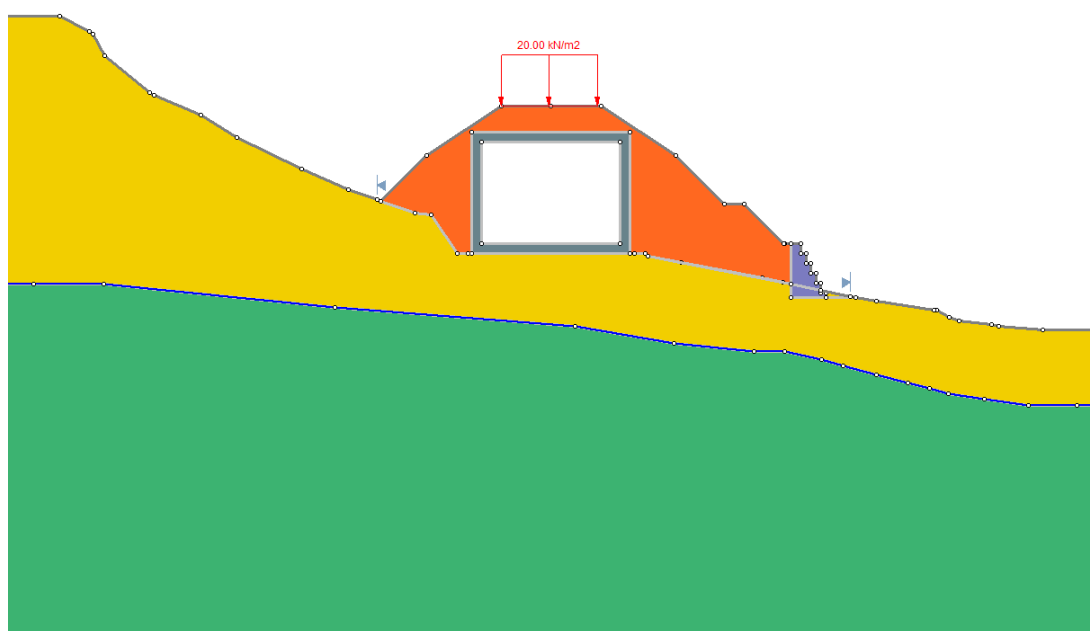
### 8.1.2 Sezione 2 - pk 34+468,30

La sezione oggetto di studio è stata presa alla pk. km 34+495,30, caratterizzata da un'altezza di 14,35 metri.

Sono di seguito riportate le principali caratteristiche dell'opera e del modello geotecnico utilizzati per le analisi di verifica.

#### 8.1.2.1 Modello numerico

La Figura 25 mostra un confronto tra la sezione reale e quella simulata.



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 48 di 99

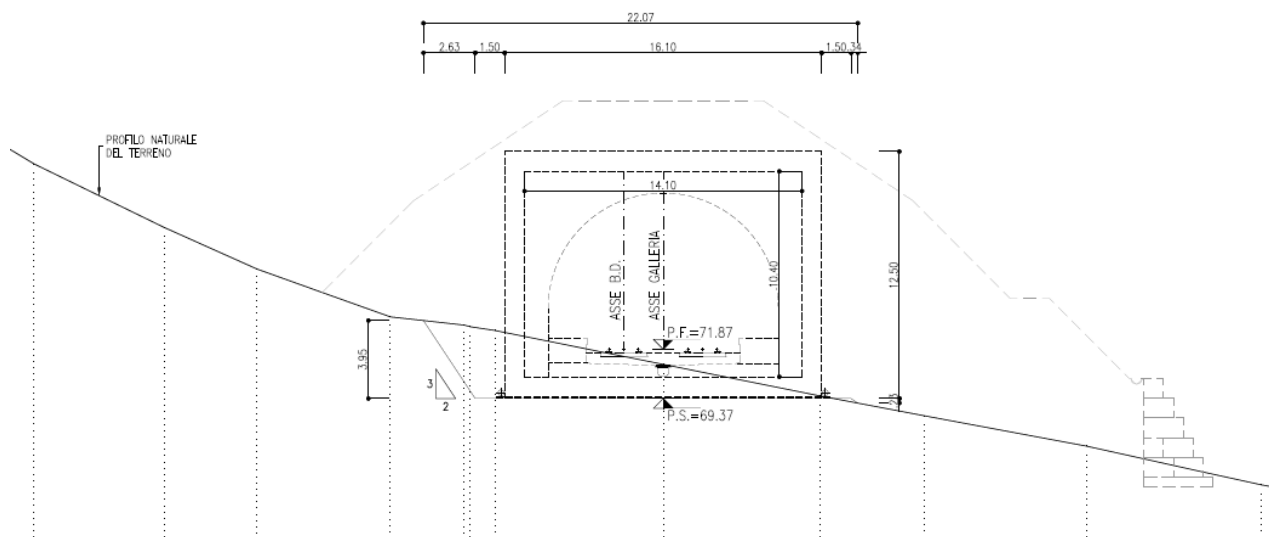


Figura 25: Confronto tra la sezione modellata (sopra) e quella reale (sotto)

Sono di seguito descritte le principali caratteristiche della struttura e del modello geotecnico per le analisi di verifica.

Tipologia protesi	Ritombamento in misto cementato
Altezza totale terreno di ritombamento	$H_{tot} = 14,35$ m
Inclinazione terreno di ritombamento	1° berma di 3H:2V; 2° e 3° berma 1H:1V
Inclinazione del piano campagna a valle	8,8°
Sovraccarichi variabili a monte	$Q_{1,k} = 20$ kPa, estensione 10,00 m
Sovraccarichi variabili a valle	-

Tabella 19: Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo

I parametri geotecnici adottati nelle analisi variano a seconda della combinazione di riferimento adottata in considerazione della specifica verifica prevista dal D.M. 14/01/2008 così come riportato nel prospetto che segue.



APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL GA.08.0.0.001 C 49 di 99

Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	$\gamma$	$c_d$	$\phi'_d$	$\delta$	$E'$	$E'_{ur}$	$K_{ah}$	$K_{ph}$
			[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[°]	[°]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]
bn	M1	SLU	20	10	37	24,67	50	80	0,205	7,549
		SLV				0			-	-
	M2	SLU		8	31,1	20,7			0,267	4,971
		SLV				0			-	-
MDL	M1	SLU	20	19	24	16	60	90	0,360	0,3,221
		SLV				0			-	-
	M2	SLU		15,2	19,6	13,1			0,433	2,529
		SLV				0			-	-

Tabella 20: Parametri geotecnici di calcolo

Le azioni sismiche pseudo-statiche sono sintetizzate nella seguente tabella:

Categoria sottosuolo	Parametri sismici				
	$a_g$	$a_{max}$	$\beta$	$k_h$	$k_v$
	[g]	[g]	[-]	[-]	[-]
C	0,351	0,507	0,28	0,14196	0,07098

Tabella 21: Azione sismica definitiva adottata nel modello SLIDE2

### 8.1.2.2 Risultati delle analisi

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente (All. 9.1.2).

#### 8.1.2.2.1 Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno

Sono riportati di seguito i risultati delle verifiche condotte allo SLU e SLV.

Per le verifiche di stabilità ci si è avvalsi del software di calcolo SLIDE2 (Rocscience Inc.). Le verifiche sulla stabilità sono state condotte con il metodo dell'equilibrio limite implementato (nel software utilizzato) con la formulazione di Bishop. La stratigrafia di calcolo è quella riportata in Figura 26.

In considerazione del contesto geotecnico sostanzialmente omogeneo ed isotropo vengono analizzate superfici di scorrimento circolari. Considerato lo scopo dell'analisi le superfici di scorrimento indagate sono definite limitando l'estensione del cerchio critico a tergo del terreno di ritombamento per circoscrivere il dominio di calcolo al solo volume significativo, evitando di verificare superfici di scivolamento che coinvolgano volumi di terreno eccessivamente grandi e non rappresentative della condizione reale. Le analisi sono condotte mediante il metodo dell'equilibrio limite implementato (nel software utilizzato) con la formulazione di Bishop.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 50 di 99

Al di sopra del rilevato è previsto un carico variabile pari a  $Q_1 = 20$  kPa per simulare la presenza di eventuali mezzi di cantiere. Il coefficiente per i carichi variabili  $Q_1$  in combinazione sismica (SLV) è preso uguale a 0,2. Il carico variabile in un modello SLV è, dunque calcolato  $Q_1 = 0,2 \times 20$  kPa = 4 kPa.

Nel prospetto che segue sono riportati i coefficienti di riduzione utilizzati:

		SLU (A2+M2)	SLV (A2+M2+E)
Azioni	Permanenti	1	1
	Variabili	1.3	1
Parametri del terreno	$\tan \phi'$	1.25	1.25
	$c'$	1.25	1.25
	$c_u$	1.4	1.4

Tabella 22: Coefficienti sulle azioni e sui materiali utilizzati per l'analisi di stabilità

Il sistema opera-terreno è stato analizzato in condizioni definitive visto che la sezione di calcolo presenta una galleria scatolare, la quale viene costruita prima di posizionare il terreno di ritombamento.

I risultati sono espressi in termini di rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e quella mobilitata lungo le superfici di scorrimento analizzate. In tabella sono riportati i gradi di sovra resistenza ( $R_d/E_d$ ) rispetto alle azioni sollecitanti di progetto  $E_d (=E \cdot \gamma_E)$  ottenuti secondo la formulazione di Bishop e per ciascuna combinazione delle azioni. Al fine di cogliere l'effetto derivante dalla riduzione dei parametri geotecnici di resistenza, secondo i coefficienti del gruppo M2, nel prospetto che segue sono riportati anche i risultati dell'analisi condotta con i valori caratteristici dei parametri geotecnici e delle azioni.

Combinazione	Formulazione: Bishop
	Fase definitiva
“Caratteristica”	2,340
“SLU - A2+M2”	1,872
“SLV – A2+M2+E”	1,131
“SLV – A2+M2-E”	1,206

Tabella 23: Sintesi dei risultati delle analisi di stabilità globale

Eseguendo il calcolo mediante il D.M. 14/01/2008, Approccio 1 - Combinazione 2: (A2+M2+R2), il coefficiente parziale  $\gamma_R$  vale 1,1; quindi considerando la resistenza di progetto  $R_d = R/\gamma_R$  (cfr. § 6.2.3.1), risulta sempre verificata la disuguaglianza:

$$E_d \leq R_d$$

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	51 di 99

per cui la verifica di stabilità globale può considerarsi soddisfatta.

Nelle figure di seguito riportate sono rappresentate le superfici critiche di scorrimento, sia in fase provvisoria che in fase definitiva, a cui corrispondono i minori gradi di sovraresistenza ( $R_d/E_d$ ) nelle combinazioni studiate.

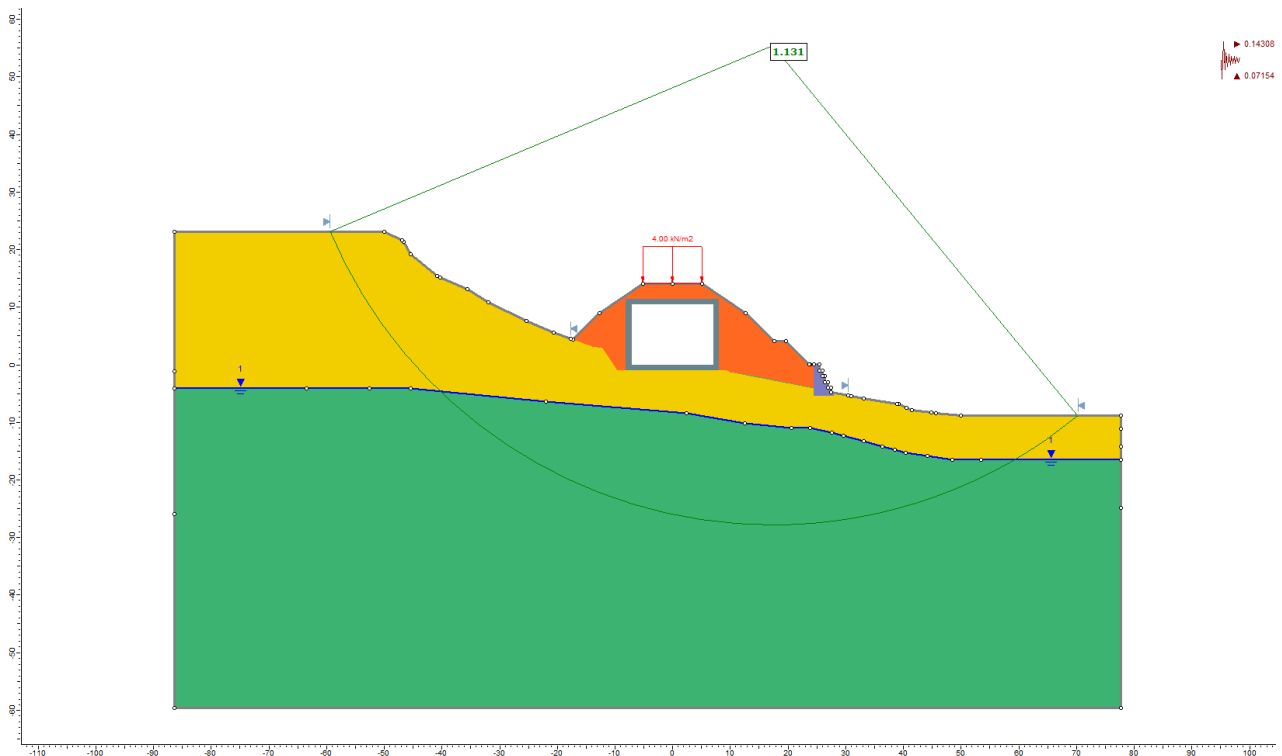


Figura 26: Modello di calcolo e superficie di scorrimento critica (in condizione definitiva)



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 53 di 99

<b>GEOMETRIA DEL MODELLO DI CALCOLO</b>			
Altezza simulata dell'opera	$h_{opera}$	<b>12.4</b>	[m]
Larghezza simulata dell'opera	$b_{opera}$	<b>16.1</b>	[m]
Lunghezza simulata dell'opera	$L_{opera}$	<b>17.85</b>	[m]
Altezza piedritti	$h_{piedritti}$	<b>12.4</b>	
Altezza della falda da estradosso opera	$z_w$	<b>10</b>	[m]
<b>SPESSORI DEI RIVESTIMENTI</b>			
Spessore calotta	$S_{calotta}$	<b>1.00</b>	[m]
Spessore piedritti	$S_{piedritti}$	<b>1.00</b>	[m]
Spessore fondazione	$S_{fondazione}$	<b>1.00</b>	[m]
<b>ALTEZZA DEL RICOPRIMENTO</b>			
Altezza ricoprimento - sinistra	$h_{sx}$	<b>2.6</b>	[m]
Altezza ricoprimento - destra	$h_{dx}$	<b>2.6</b>	[m]

Tabella 24 Geometria del modello di calcolo

Per ciò che riguarda la stratigrafia dei terreni attraversati si rimanda all'inquadramento geologico-geotecnico del capitolo 4.3 della presente relazione.

Il cambio di formazione si ipotizza alla base della fondazione della galleria scatolare

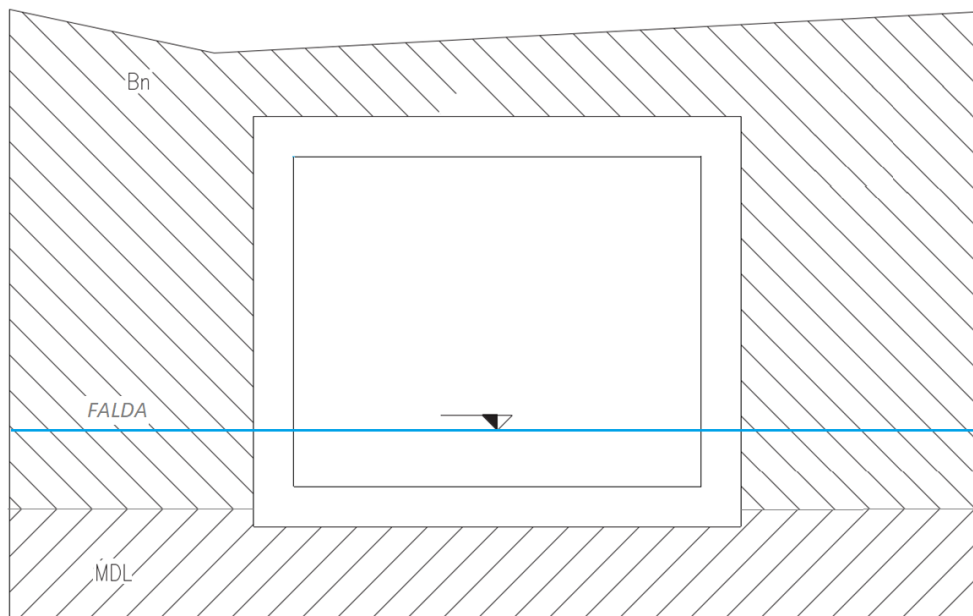


Figura 28 Formazioni attraversate

Si presentano di seguito i parametri del modello di calcolo:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	54 di 99

STRATIGRAFIA ADOTTATA				
SCATOLARE	Calotta	Piedritto	Piedritto	Fondazione
GA08		Dx.	Sx.	
	-	Bn	Bn	MDL3

PARAMETRI DEL TERRENO ADOTTATI								
ELEMENTI	Calotta		Piedritto Dx.		Piedritto Sx.		Fondazione	
Terreno:	-		Bn		Bn		MDL3	
Parametri:	E [MPa]	v [-]	E [MPa]	v [-]	E [MPa]	v [-]	E [MPa]	v [-]
Valori:	-	-	50.0	0.3	50.0	0.3	60.0	0.3

CALCOLO DELLA RIGIDEZZA DELLE MOLLE								
SCATOLARE	$L_{tot}$ [m]	$n_{elementi}$ [-]	$l_{i-esima}$ [m]	$R_{eq}$ [m]	B [m]	$c_t$ [-]	$K_{distribuite}$ [kN/m/m]	$K_{nodali}$ [kN/m]
GA08								
Calotta	0.00	0	#DIV/0!	0.00	0.00	-	#VALORE!	#####
Piedritto Dx.	12.40	25	0.50	0.00	12.40	-	4431	2198
Piedritto Sx.	12.40	25	0.50	0.00	12.40	-	4431	2198
Fondazione	16.10	32	0.50	0.0	16.10	0.91	4510	2269

Tabella 25 Caratteristiche del modello di calcolo

La rigidezza delle molle è stata stimata in accordo con le formulazioni proposte nel Capitolo 7.3.

Nel solettone superiore non sono state inserite molle per le seguenti ragioni:

1. I nodi del solettone si spostano verso il basso sotto carico e le molle conseguentemente risulterebbero scariche, se presenti;
2. Dato il modesto spessore del ricoprimento si ritiene che il terreno di copertura non sia sufficientemente rigido per offrire una reazione e che vada trattato come un carico

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 55 di 99

### 8.2.1 Carichi applicati

- I carichi sono stati definiti per metro di profondità.
- La falda si assume 10 m al di sotto dell'estradosso della soletta di copertura.
- Si considera un coefficiente di spinta a riposo pari a  $k_0 = 0,500$ .

#### 8.2.1.1 Azioni permanenti

- peso proprio della struttura (P.P); I peso proprio della struttura è stato determinato sulla base dei pesi specifici relativi ai materiali impiegati. In particolare, per il calcestruzzo armato si è assunto un valore pari a  $2500 \text{ kg/m}^3$ .

#### 8.2.1.2 Spinte del terreno

Le spinte sulla galleria sono state suddivise in:

- spinte orizzontali sui fianchi della galleria;

<i>SP.sx</i>		<i>SP.dx</i>	
<i>z [m]</i>	<i><math>\sigma_h</math> [MPa]</i>	<i>z [m]</i>	<i><math>\sigma_h</math> [MPa]</i>
-2.60	27	-2.60	22
-12.60	132	-12.60	107
-15.00	158	-15.00	128

Tabella 26 Spinta orizzontale sui fianchi dello scatolare

- carico verticale da riempimento.

<b>CARICO COPERTURA</b>			
<i>H<sub>COP</sub> [m]</i>	<i>H<sub>TOT</sub> [m]</i>	<i>P. Cop [kN]</i>	<i>l.vert [kN]</i>
2.60	2.60	55	14
	2.60	55	14
2.60	2.6	55	14
	2.60	55	14
2.60	2.6	55	14

Tabella 27 Carico verticale sullo scatolare

Le spinte orizzontali applicate sulle pareti della galleria sono applicate in termini di tensioni totali; in presenza della falda le tensioni totali orizzontali sono calcolate come segue:

$$\sigma_h = \sigma'_h + u$$

da cui, sostituendo:

$$\sigma_h = \sigma'_v \cdot k_0 + u$$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 56 di 99

$$\sigma_h = (\sigma_v + u) \cdot k_0 + u$$

da cui, raccogliendo il contributo della pressione idrostatica, risulta:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot k_0 + u \cdot (1 - k_0)$$

Il valore  $k_0$  tiene invece conto della inerzia verticale del terreno di ritombamento in fase sismica.

### 8.2.1.3 Azioni accidentali

Si considera un carico accidentale  $V$  pari a 20 kN/m (legato ai mezzi di cantiere); esso provoca spinte sui fianchi della galleria ( $S_{v,sx}$  e  $S_{v,dx}$ ) calcolate come in seguito:

Carico accidentale =  $V = 20$  kN/mq

$S_{v,dx} = S_{v,sx} = V \times K_0 = 20 \text{ kN/m}^2 \times 0,500 = 10 \text{ kN/m}^2$

### 8.2.1.4 Azioni sismiche

Come indicato in §7.3, l'azione sismica è modella come una pressione uniformemente distribuita e calcolata attraverso la teoria di Wood. L'accelerazione massima attesa al sito e i coefficienti  $S_s$  e  $S_T$  sono quelli indicati al §4.3.1.

<b>Azione Sismica: Metodo Wood (1973)</b>			
Accelerazione su suolo rigido (SLV):	$a_g$	<b>0.355</b>	[g]
Coefficiente di amplificazione stratigrafica:	$S_s$	<b>1.20</b>	[-]
Coefficiente di amplificazione topografica:	$S_T$	<b>1.2</b>	[-]
Coefficiente moltiplicativo:	$S$	1.44	[-]
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione:	$\beta_m$	<b>1</b>	[-]
Accelerazione orizzontale massima attesa al sito:	$a_{max}$	0.511	[g]
Peso specifico del terreno a tergo:	$\gamma$	<b>21</b>	[kN/m <sup>3</sup> ]
Altezza simultanea dell'opera:	$H$	12.4	[m]
<b>Pressione uniforme distribuita:</b>	<b><math>\Delta p</math></b>	<b>133</b>	<b>[kN/m<sup>2</sup>]</b>

Tabella 28 Azioni sismiche di progetto

dove:

$$\Delta p = a_{max} \cdot \gamma \cdot H$$



APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.08.0.0.001</td> <td>C</td> <td>57 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	57 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	57 di 99								

### 8.2.2 Combinazioni dei carichi

In accordo con il §7.3 della presente relazione si adottano le combinazioni dei carichi riportate in Tabella 11 e Tabella 12.

### 8.2.3 Risultati dell'analisi non lineare statica

I principali risultati delle analisi sono descritti in sintesi nel seguito in termini di diagrammi delle sollecitazioni.

Di seguito si riportano gli involuipi delle sollecitazioni per ciascuna combinazione delle azioni considerata.

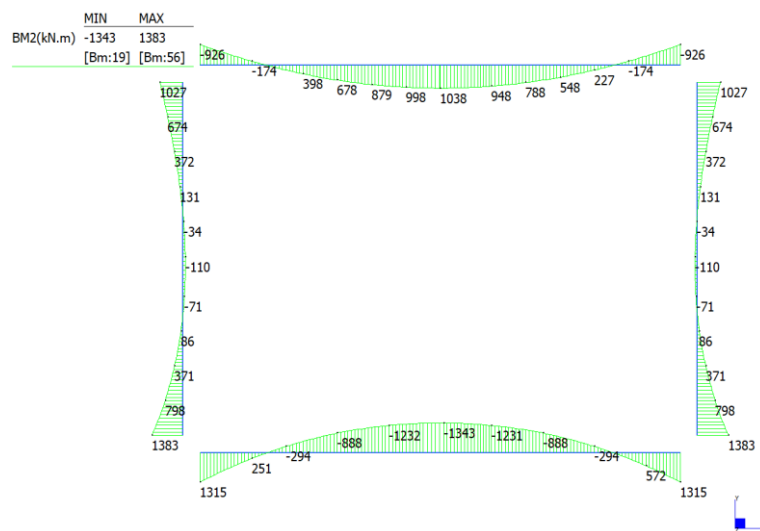


Figura 29 Momento flettente – Quasi permanente

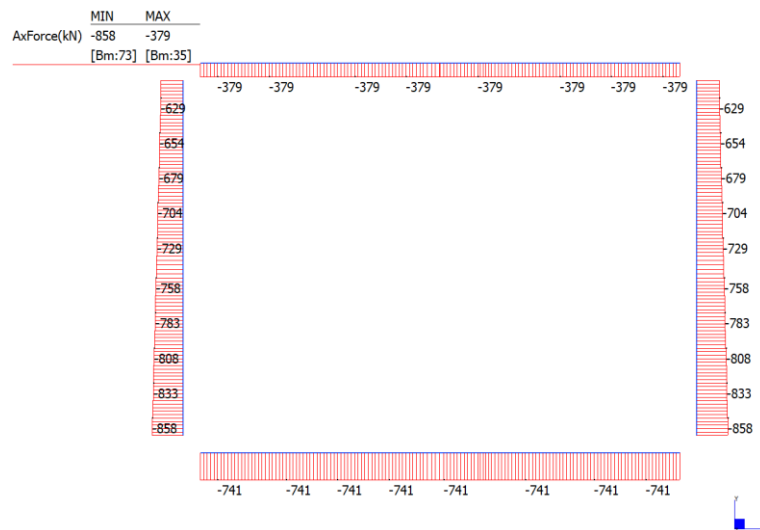


Figura 30 Sforzo normale – Quasi permanente

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.08.0.0.001</td> <td>C</td> <td>58 di 99</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	58 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	58 di 99								

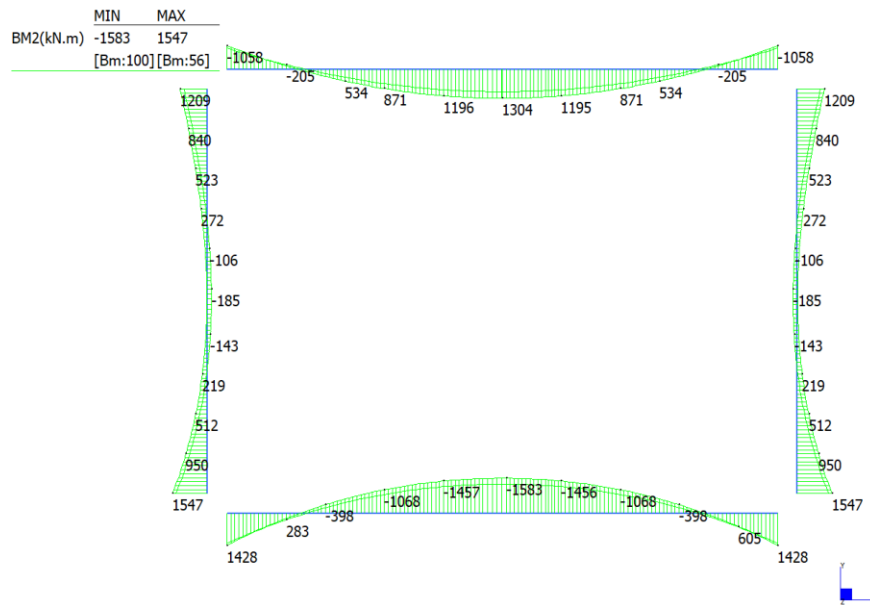


Figura 31 Momento flettente – Frequente

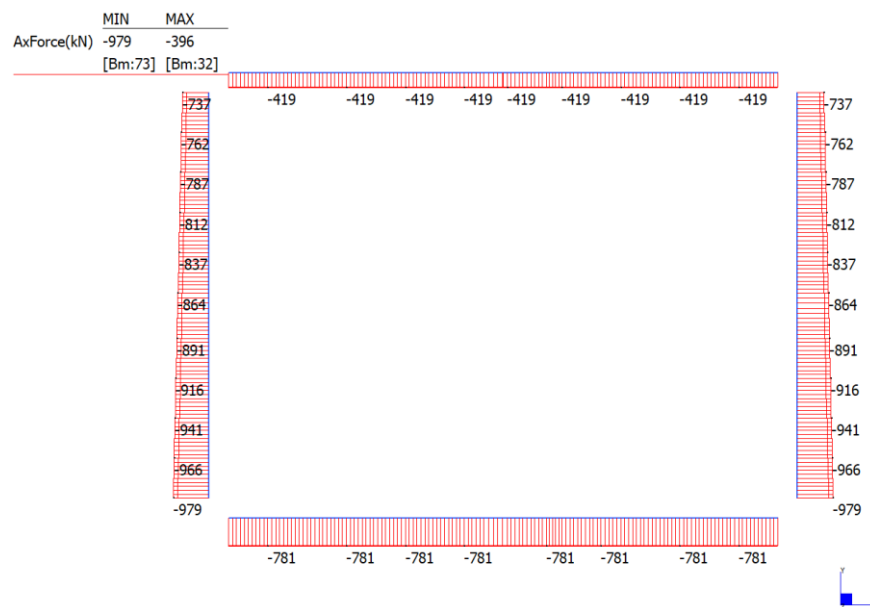


Figura 32 Sforzo normale – Frequente

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.08.0.0.001</td> <td>C</td> <td>59 di 99</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	59 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	59 di 99								

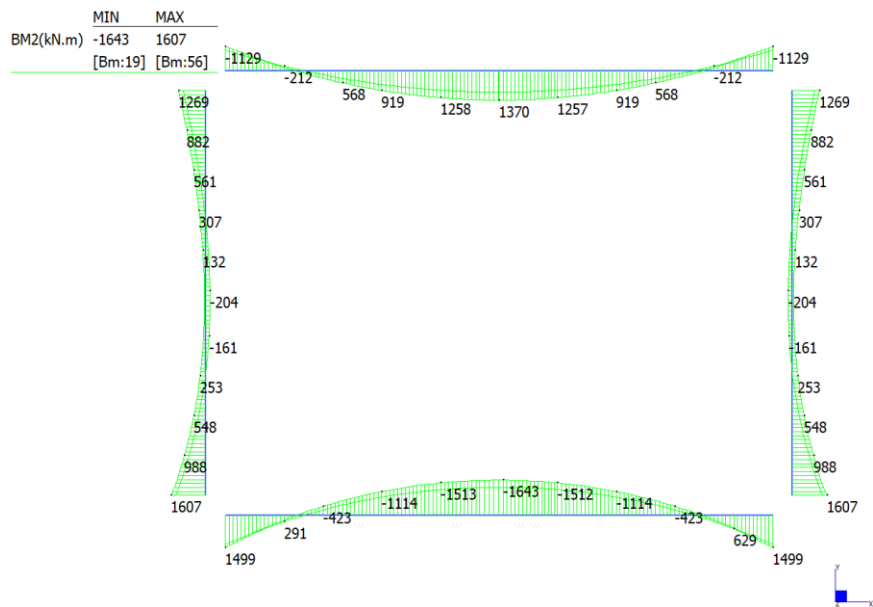


Figura 33 Momento flettente – Caratteristica Rara

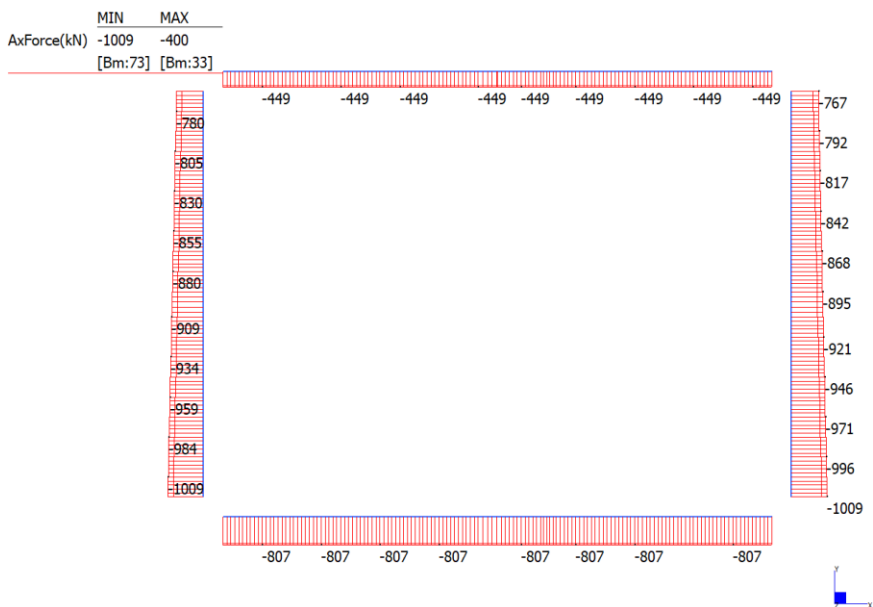


Figura 34 Sforzo normale – Caratteristica Rara

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.08.0.0.001</td> <td>C</td> <td>60 di 99</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	60 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	60 di 99								

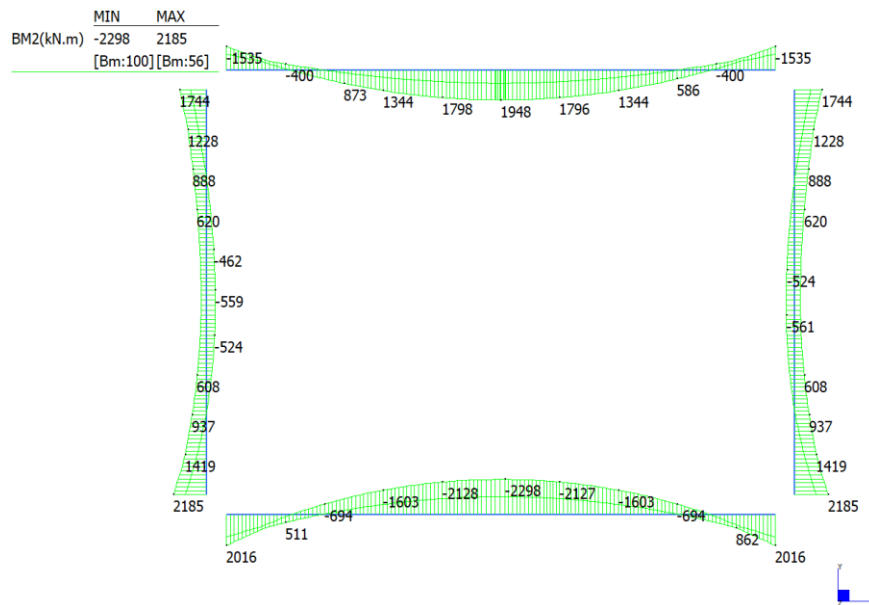


Figura 35 Momento flettente – SLU

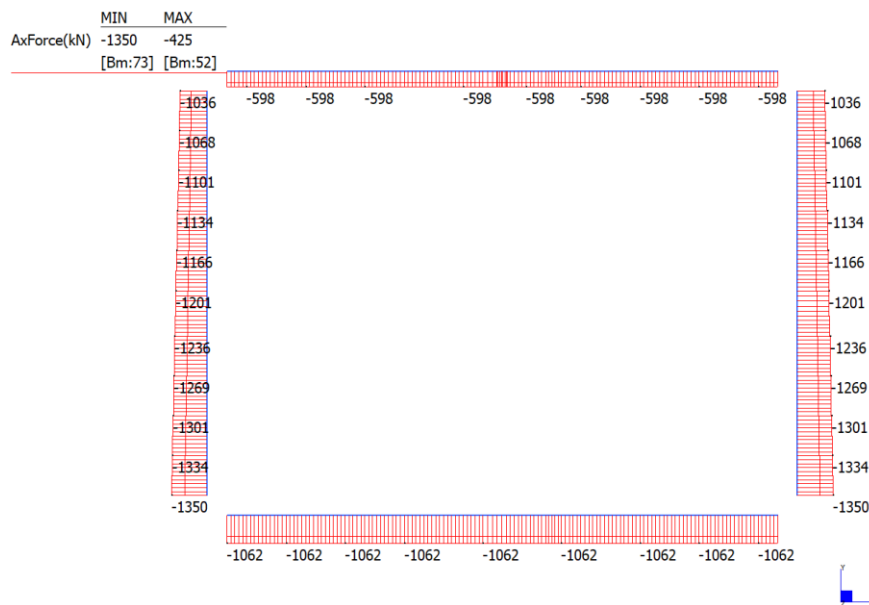


Figura 36 Sforzo normale – SLU

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.08.0.0.001</td> <td>C</td> <td>61 di 99</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	61 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	61 di 99								

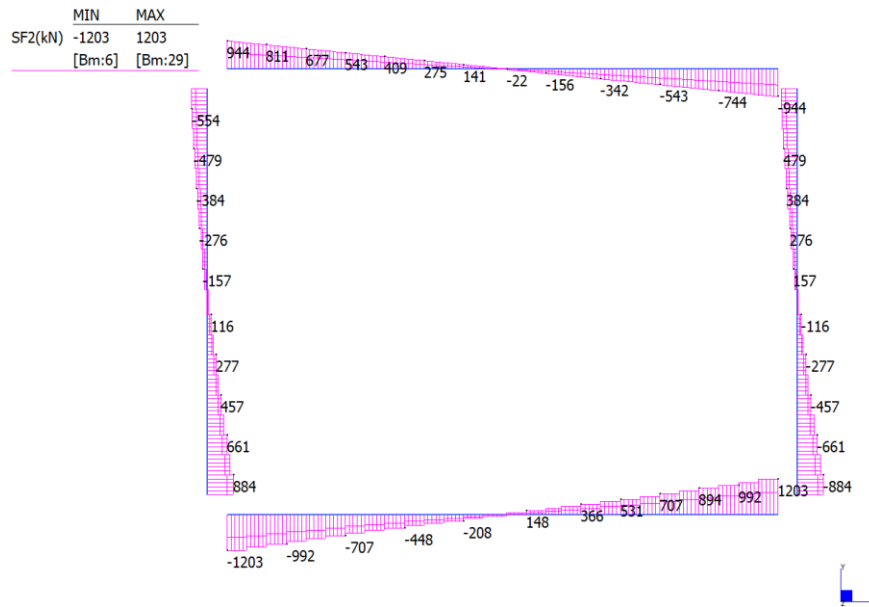


Figura 37 Taglio – SLU

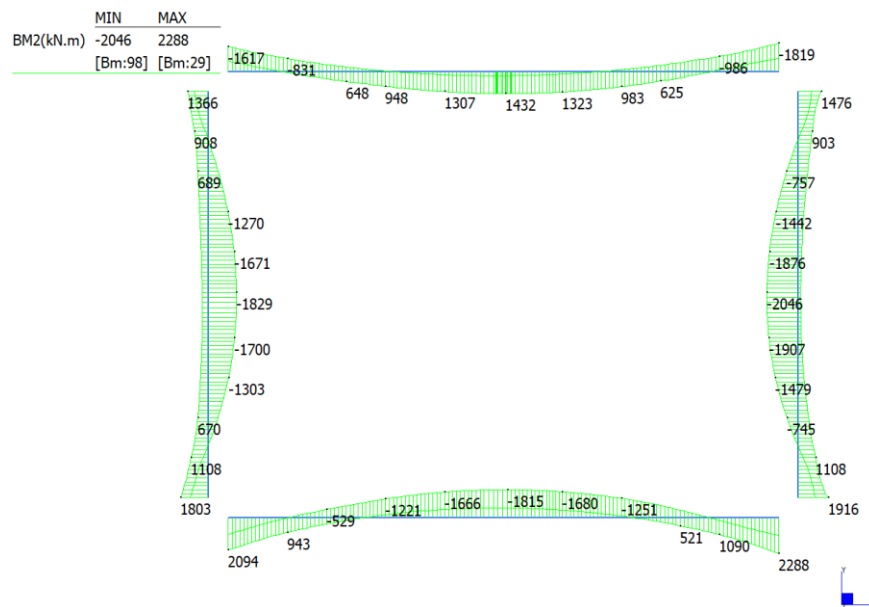


Figura 38 Momento flettente – SLV

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	62 di 99

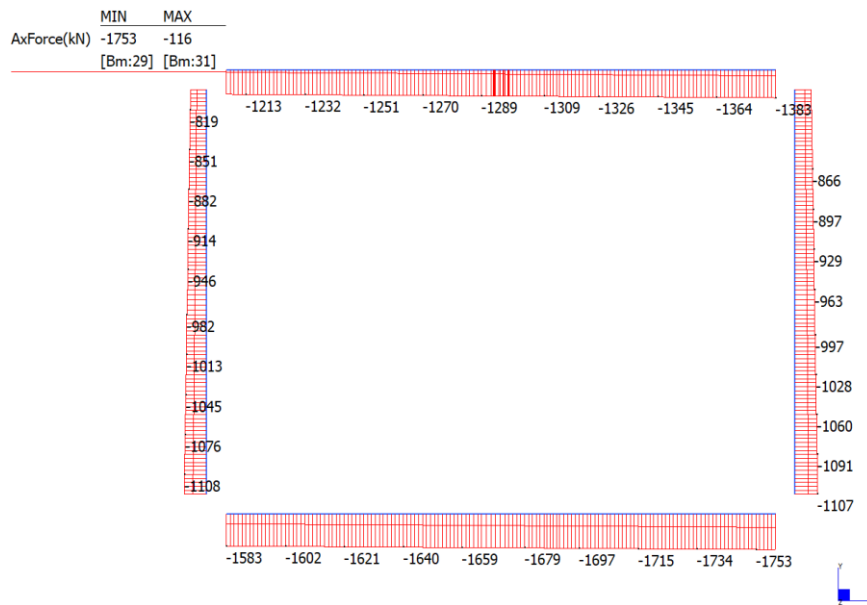


Figura 39 Sforzo normale – SLV

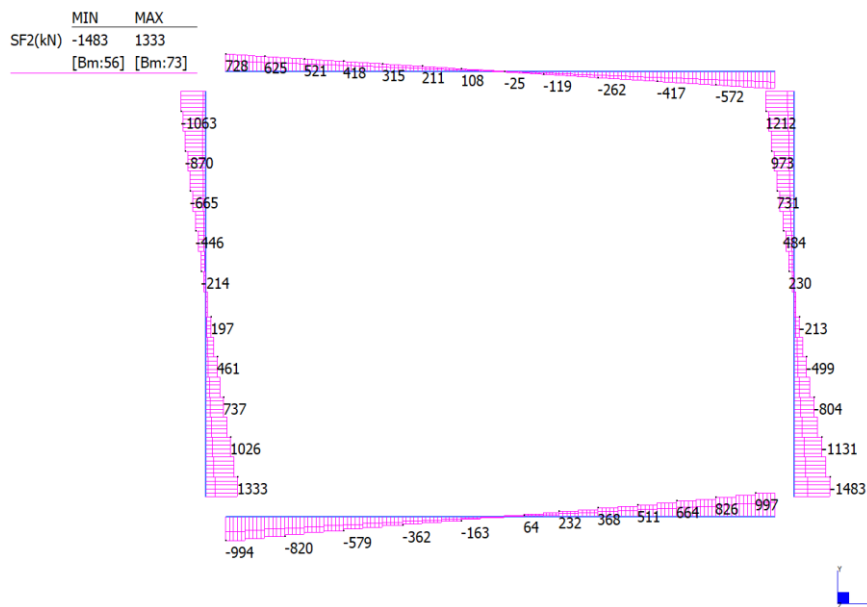


Figura 40 Taglio – SLV

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	63 di 99

### 8.2.4 Verifiche agli stati limite

Le ipotesi assunte e i principali risultati delle verifiche agli stati limiti sono descritti in seguito.

- Per la struttura in esame è prevista un'armatura di base composta da 5Ø24 su ciascun lato più infittimento nelle sezioni opportune.
- Le verifiche sono condotte nelle sezioni più significative indicate nella Figura 41.

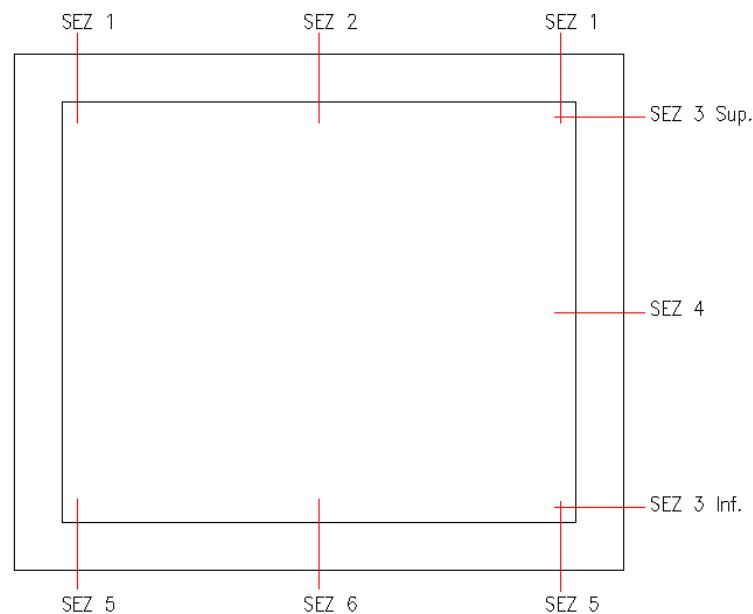


Figura 41 Sezioni di verifica – Galleria scatolare

Le verifiche flessionali sono effettuate:

- nella sezione a metà fra l'asse del piedritto e la sezione di attacco soletta-piedritto, nel caso delle verifiche della soletta (Figura 42 (a));
- nella sezione a metà fra l'asse della soletta e la sezione di attacco soletta-piedritto, nel caso delle verifiche del piedritto (Figura 42 (a));

Le verifiche a taglio sono invece eseguite nelle sezioni di attacco soletta-piedritto (Figura 42 (b)).

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.08.0.0.001</td> <td>C</td> <td>64 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	64 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	64 di 99								

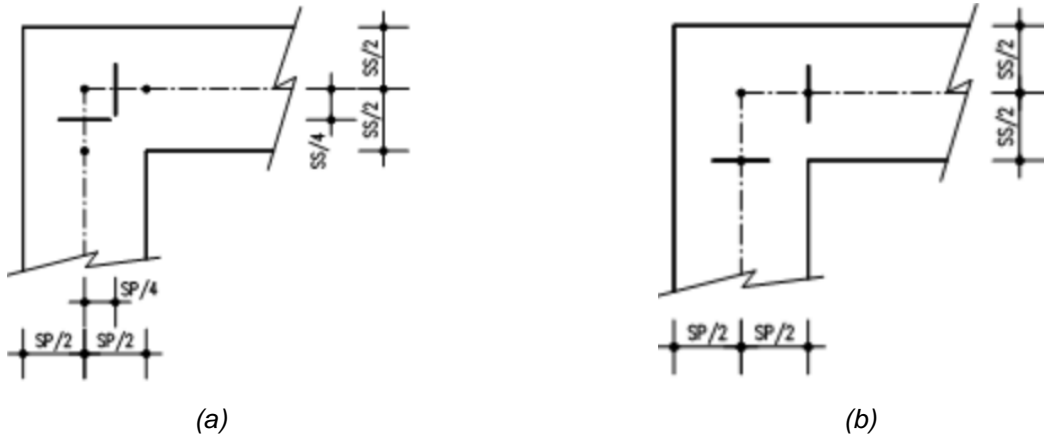


Figura 42 Sezioni di verifica



APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.001	C	65 di 99

### CALOTTA - SEZIONE 1 - APPOGGIO

#### INPUT

##### SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	V <sub>sd</sub> [kN]
SLE Quasi Permanente	-379.0	926.0	-
SLE Frequente	-419.0	1058.0	-
SLE Rara	-449.0	1129.0	-
SLU	-598.0	1535.0	944.0
SLV	-1383.0	1819.0	727.0

##### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

Geometria della sezione			
Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	100	
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	100	
Altezza utile della sezione	d [cm]	92	
Area di calcestruzzo	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	10000	

Armatura longitudinale tesa				
		1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Numero Barre	n	5.00	5.00	0
Diametro	φ [mm]	26	30	0
Posizione dal lembo esterno	c [cm]	7.7	7.7	0.0
Area strato	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	26.55	35.34	0.00
Rapporto di armatura	ρ [%]	0.671%		

Armatura longitudinale compressa				
		1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Numero Barre	n	5.0	0	0
Diametro	φ [mm]	26	0	0
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	7.7	0.0	0.0
Area strato	A <sub>s</sub> ' [cm <sup>2</sup> ]	26.55	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.288%		

Armatura trasversale				
		1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO
Diametro	φ [mm]	14	0	0
Numero bracci	n <sub>st</sub>	2.5	0	0
Passo	s <sub>w</sub> [cm]	20	0	0
Inclinazione	α [deg]	90	90	90
Area armatura a metro	A <sub>sw</sub> /s <sub>w</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	19.24	0.00	0.00

##### CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo		
Resistenza cubica a compressione	RCK	30
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f <sub>ck</sub> [Mpa]	25.00
Resistenza cilindrica media a compressione	f <sub>cm</sub> [Mpa]	33.00
Resistenza media a trazione per flessione	f <sub>ctm</sub> [Mpa]	2.56
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f <sub>ctk</sub> [Mpa]	1.80
Resistenza di progetto a compressione	f <sub>cd</sub> [Mpa]	14.17
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f <sub>cd'</sub> [Mpa]	7.65

Acciaio		
Resistenza di progetto a snervamento	f <sub>yd</sub> [Mpa]	391.30

#### OUTPUT

##### VERIFICHE IN ESERCIZIO

Verifica Tensionale		σ limit
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	σ <sub>c</sub> [Mpa] = 6.43	10.000
Calcestruzzo SLE Rara	σ <sub>c</sub> [Mpa] = 7.83	13.750
Acciaio SLE Rara	σ <sub>s</sub> [Mpa] = 190.05	337.500

Verifica di fessurazione		w limit
Combinazione SLE Quasi permanente	w <sub>d</sub> [mm] = 0.192	0.200
Combinazione SLE Frequente	w <sub>d</sub> [mm] = 0.201	0.300

##### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

Sollecitazioni di progetto			
Taglio sollecitante = max Taglio (SLU, SLV)	V <sub>sd</sub> [kN]	944.0	
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N <sub>sd</sub> [kN]	-598.0	

Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica			
Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	498.21	
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>sd</sub>	0.53	

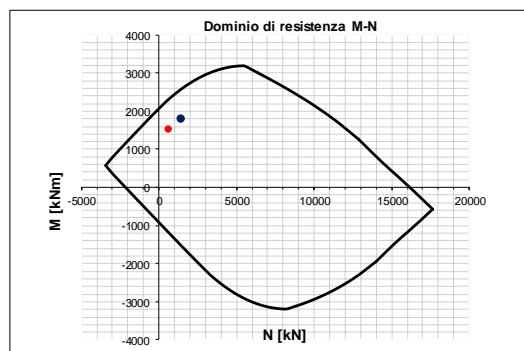
Verifica di resistenza dell'armatura specifica			
CoTan(θ) di progetto	cotan(θ)	2.5	
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	2284	
Resistenza a taglio dell'armatura	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	1564	
Resistenza a taglio di progetto	V <sub>sd</sub> [kN]	1564	
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd</sub> /V <sub>sd</sub>	1.66	

##### VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

Sollecitazioni di progetto			
Momento sollecitante	M <sub>sd</sub> [kNm]	1535.0	1819.0
Sforzo Normale concomitante	N <sub>sd</sub> [kN]	-598.0	-1383.0

Verifica di resistenza in termini di momento			
Momento resistente	M <sub>Rd</sub> [kNm]	2311.1	2569.2
Coefficiente di sicurezza	M <sub>Rd</sub> /M <sub>sd</sub>	1.51	1.41

Verifica di resistenza in termini di sforzo normale			
Sforzo normale resistente	N <sub>Rd</sub> [kN]	-	-
Coefficiente di sicurezza	N <sub>Rd</sub> /N <sub>sd</sub>	-	-



APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.001	C	66 di 99

## CALOTTA - SEZIONE 2 - CAMPATA

INPUT	OUTPUT																																																																																																																																																																																	
<b>SOLLECITAZIONI DI VERIFICA</b>	<b>VERIFICHE IN ESERCIZIO</b>																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Combinazione</th> <th>N<sub>sd</sub> [kN]</th> <th>M<sub>sd</sub> [kNm]</th> <th>V<sub>sd</sub> [kN]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SLE Quasi Permanente</td> <td>-379.0</td> <td>1038.0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>SLE Frequente</td> <td>-396.0</td> <td>1303.0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>SLE Rara</td> <td>-400.0</td> <td>1369.0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>SLU</td> <td>-425.0</td> <td>1947.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>SLV</td> <td>-206.0</td> <td>1431.0</td> <td>9.0</td> </tr> </tbody> </table>	Combinazione	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	V <sub>sd</sub> [kN]	SLE Quasi Permanente	-379.0	1038.0	-	SLE Frequente	-396.0	1303.0	-	SLE Rara	-400.0	1369.0	-	SLU	-425.0	1947.0	1.0	SLV	-206.0	1431.0	9.0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Verifica Tensionale</th> <th>σ<sub>c</sub> [Mpa]</th> <th>σ<sub>s</sub> [Mpa]</th> <th>σ<sub>limit</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Calcestruzzo SLE Quasi Permanente</td> <td>7.09</td> <td></td> <td>10.000</td> </tr> <tr> <td>Calcestruzzo SLE Rara</td> <td>9.27</td> <td></td> <td>13.750</td> </tr> <tr> <td>Acciaio SLE Rara</td> <td></td> <td>217.32</td> <td>337.500</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Verifica di fessurazione</th> <th>w<sub>d</sub> [mm]</th> <th>w<sub>limit</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Combinazione SLE Quasi permanente</td> <td>0.191</td> <td>0.200</td> </tr> <tr> <td>Combinazione SLE Frequente</td> <td>0.236</td> <td>0.300</td> </tr> </tbody> </table>	Verifica Tensionale	σ <sub>c</sub> [Mpa]	σ <sub>s</sub> [Mpa]	σ <sub>limit</sub>	Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	7.09		10.000	Calcestruzzo SLE Rara	9.27		13.750	Acciaio SLE Rara		217.32	337.500	Verifica di fessurazione	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>limit</sub>	Combinazione SLE Quasi permanente	0.191	0.200	Combinazione SLE Frequente	0.236	0.300																																																																																																																																
Combinazione	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	V <sub>sd</sub> [kN]																																																																																																																																																																															
SLE Quasi Permanente	-379.0	1038.0	-																																																																																																																																																																															
SLE Frequente	-396.0	1303.0	-																																																																																																																																																																															
SLE Rara	-400.0	1369.0	-																																																																																																																																																																															
SLU	-425.0	1947.0	1.0																																																																																																																																																																															
SLV	-206.0	1431.0	9.0																																																																																																																																																																															
Verifica Tensionale	σ <sub>c</sub> [Mpa]	σ <sub>s</sub> [Mpa]	σ <sub>limit</sub>																																																																																																																																																																															
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	7.09		10.000																																																																																																																																																																															
Calcestruzzo SLE Rara	9.27		13.750																																																																																																																																																																															
Acciaio SLE Rara		217.32	337.500																																																																																																																																																																															
Verifica di fessurazione	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>limit</sub>																																																																																																																																																																																
Combinazione SLE Quasi permanente	0.191	0.200																																																																																																																																																																																
Combinazione SLE Frequente	0.236	0.300																																																																																																																																																																																
<b>CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.</b>	<b>VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO</b>																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Geometria della sezione</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Base (ortogonale al Taglio)</td> <td>B [cm]</td> <td>100</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Altezza (parallela al Taglio)</td> <td>H [cm]</td> <td>100</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Altezza utile della sezione</td> <td>d [cm]</td> <td>89</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Area di calcestruzzo</td> <td>A<sub>c</sub> [cm<sup>2</sup>]</td> <td>10000</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Armatura longitudinale tesa</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1° STRATO</th> <th>2° STRATO</th> <th>3° STRATO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Numero Barre</td> <td>n</td> <td>5.00</td> <td>5.00</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Diametro</td> <td>φ [mm]</td> <td>26</td> <td>26</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Posizione dal lembo esterno</td> <td>c [cm]</td> <td>7.7</td> <td>7.7</td> <td>17.7</td> </tr> <tr> <td>Area strato</td> <td>A<sub>s</sub> [cm<sup>2</sup>]</td> <td>26.55</td> <td>26.55</td> <td>22.62</td> </tr> <tr> <td>Rapporto di armatura</td> <td>ρ [%]</td> <td colspan="3">0.848%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Armatura longitudinale compressa</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1° STRATO</th> <th>2° STRATO</th> <th>3° STRATO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Numero Barre</td> <td>n</td> <td>5.0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Diametro</td> <td>φ [mm]</td> <td>26</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Posizione dal lembo esterno</td> <td>c' [cm]</td> <td>7.7</td> <td>0.0</td> <td>15.0</td> </tr> <tr> <td>Area strato</td> <td>A<sub>s</sub>' [cm<sup>2</sup>]</td> <td>26.55</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Rapporto di armatura</td> <td>ρ' [%]</td> <td colspan="3">0.297%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Armatura trasversale</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1° TIPO</th> <th>2° TIPO</th> <th>3° TIPO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diametro</td> <td>φ [mm]</td> <td>14</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Numero bracci</td> <td>n<sub>st</sub></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Passo</td> <td>s<sub>w</sub> [cm]</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Inclinazione</td> <td>α [deg]</td> <td>0</td> <td>90</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Area armatura a metro</td> <td>A<sub>sw</sub>/s<sub>w</sub> [cm<sup>2</sup>/m]</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Geometria della sezione				Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	100		Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	100		Altezza utile della sezione	d [cm]	89		Area di calcestruzzo	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	10000		Armatura longitudinale tesa						1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO		Numero Barre	n	5.00	5.00	5	Diametro	φ [mm]	26	26	24	Posizione dal lembo esterno	c [cm]	7.7	7.7	17.7	Area strato	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	26.55	26.55	22.62	Rapporto di armatura	ρ [%]	0.848%			Armatura longitudinale compressa						1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO		Numero Barre	n	5.0	0	0	Diametro	φ [mm]	26	0	0	Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	7.7	0.0	15.0	Area strato	A <sub>s</sub> ' [cm <sup>2</sup> ]	26.55	0.00	0.00	Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.297%			Armatura trasversale						1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO		Diametro	φ [mm]	14	0	0	Numero bracci	n <sub>st</sub>	0	0	0	Passo	s <sub>w</sub> [cm]	0	0	0	Inclinazione	α [deg]	0	90	90	Area armatura a metro	A <sub>sw</sub> /s <sub>w</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	0.00	0.00	0.00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Sollecitazioni di progetto</th> </tr> <tr> <th></th> <th>M<sub>sd</sub> [kNm]</th> <th>V<sub>sd</sub> [kN]</th> <th>N<sub>sd</sub> [kN]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Taglio sollecitante = max Taglio (SLU,SLV)</td> <td></td> <td>9.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sforzo Normale concomitante al massimo taglio</td> <td></td> <td></td> <td>-206.0</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistenza di progetto senza armatura specifica</td> <td>V<sub>Rd1</sub> [kN]</td> <td>464.54</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di sicurezza</td> <td>V<sub>Rd1</sub>/V<sub>sd</sub></td> <td>51.62</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Verifica di resistenza dell'armatura specifica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CoTan(θ) di progetto</td> <td>cotan(θ)</td> <td>2.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls</td> <td>V<sub>Rd2</sub>(θ) [kN]</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Resistenza a taglio dell'armatura</td> <td>V<sub>Rd3</sub>(θ) [kN]</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Resistenza a taglio di progetto</td> <td>V<sub>rd</sub> [kN]</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di sicurezza</td> <td>V<sub>rd</sub>/V<sub>sd</sub></td> <td>-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sollecitazioni di progetto					M <sub>sd</sub> [kNm]	V <sub>sd</sub> [kN]	N <sub>sd</sub> [kN]	Taglio sollecitante = max Taglio (SLU,SLV)		9.0		Sforzo Normale concomitante al massimo taglio			-206.0	Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica				Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	464.54		Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>sd</sub>	51.62		Verifica di resistenza dell'armatura specifica				CoTan(θ) di progetto	cotan(θ)	2.5		Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	-		Resistenza a taglio dell'armatura	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	-		Resistenza a taglio di progetto	V <sub>rd</sub> [kN]	-		Coefficiente di sicurezza	V <sub>rd</sub> /V <sub>sd</sub>	-	
Geometria della sezione																																																																																																																																																																																		
Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	100																																																																																																																																																																																
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	100																																																																																																																																																																																
Altezza utile della sezione	d [cm]	89																																																																																																																																																																																
Area di calcestruzzo	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	10000																																																																																																																																																																																
Armatura longitudinale tesa																																																																																																																																																																																		
	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO																																																																																																																																																																															
Numero Barre	n	5.00	5.00	5																																																																																																																																																																														
Diametro	φ [mm]	26	26	24																																																																																																																																																																														
Posizione dal lembo esterno	c [cm]	7.7	7.7	17.7																																																																																																																																																																														
Area strato	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	26.55	26.55	22.62																																																																																																																																																																														
Rapporto di armatura	ρ [%]	0.848%																																																																																																																																																																																
Armatura longitudinale compressa																																																																																																																																																																																		
	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO																																																																																																																																																																															
Numero Barre	n	5.0	0	0																																																																																																																																																																														
Diametro	φ [mm]	26	0	0																																																																																																																																																																														
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	7.7	0.0	15.0																																																																																																																																																																														
Area strato	A <sub>s</sub> ' [cm <sup>2</sup> ]	26.55	0.00	0.00																																																																																																																																																																														
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.297%																																																																																																																																																																																
Armatura trasversale																																																																																																																																																																																		
	1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO																																																																																																																																																																															
Diametro	φ [mm]	14	0	0																																																																																																																																																																														
Numero bracci	n <sub>st</sub>	0	0	0																																																																																																																																																																														
Passo	s <sub>w</sub> [cm]	0	0	0																																																																																																																																																																														
Inclinazione	α [deg]	0	90	90																																																																																																																																																																														
Area armatura a metro	A <sub>sw</sub> /s <sub>w</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																																																														
Sollecitazioni di progetto																																																																																																																																																																																		
	M <sub>sd</sub> [kNm]	V <sub>sd</sub> [kN]	N <sub>sd</sub> [kN]																																																																																																																																																																															
Taglio sollecitante = max Taglio (SLU,SLV)		9.0																																																																																																																																																																																
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio			-206.0																																																																																																																																																																															
Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica																																																																																																																																																																																		
Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	464.54																																																																																																																																																																																
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>sd</sub>	51.62																																																																																																																																																																																
Verifica di resistenza dell'armatura specifica																																																																																																																																																																																		
CoTan(θ) di progetto	cotan(θ)	2.5																																																																																																																																																																																
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	-																																																																																																																																																																																
Resistenza a taglio dell'armatura	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	-																																																																																																																																																																																
Resistenza a taglio di progetto	V <sub>rd</sub> [kN]	-																																																																																																																																																																																
Coefficiente di sicurezza	V <sub>rd</sub> /V <sub>sd</sub>	-																																																																																																																																																																																
<b>CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI</b>	<b>VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE</b>																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Calcestruzzo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistenza cubica a compressione</td> <td>RCK</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Resistenza cilindrica caratteristica a compressione</td> <td>f<sub>ck</sub> [Mpa]</td> <td>25.00</td> </tr> <tr> <td>Resistenza cilindrica media a compressione</td> <td>f<sub>cm</sub> [Mpa]</td> <td>33.00</td> </tr> <tr> <td>Resistenza media a trazione per flessione</td> <td>f<sub>ctm</sub> [Mpa]</td> <td>2.56</td> </tr> <tr> <td>Resistenza caratteristica a trazione per flessione</td> <td>f<sub>ctk</sub> [Mpa]</td> <td>1.80</td> </tr> <tr> <td>Resistenza di progetto a compressione</td> <td>f<sub>cd</sub> [Mpa]</td> <td>14.17</td> </tr> <tr> <td>Resistenza di progetto delle bielle compresse</td> <td>f<sub>cd'</sub> [Mpa]</td> <td>7.65</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Acciaio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistenza di progetto a snervamento</td> <td>f<sub>yd</sub> [Mpa]</td> <td>391.30</td> </tr> </tbody> </table>	Calcestruzzo			Resistenza cubica a compressione	RCK	30	Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f <sub>ck</sub> [Mpa]	25.00	Resistenza cilindrica media a compressione	f <sub>cm</sub> [Mpa]	33.00	Resistenza media a trazione per flessione	f <sub>ctm</sub> [Mpa]	2.56	Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f <sub>ctk</sub> [Mpa]	1.80	Resistenza di progetto a compressione	f <sub>cd</sub> [Mpa]	14.17	Resistenza di progetto delle bielle compresse	f <sub>cd'</sub> [Mpa]	7.65	Acciaio			Resistenza di progetto a snervamento	f <sub>yd</sub> [Mpa]	391.30	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Sollecitazioni di progetto</th> </tr> <tr> <th></th> <th>M<sub>sd</sub> [kNm]</th> <th>V<sub>sd</sub> [kN]</th> <th>N<sub>sd</sub> [kN]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Momento sollecitante</td> <td>1947.0</td> <td>1431.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sforzo Normale concomitante</td> <td></td> <td>-425.0</td> <td>-206.0</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Verifica di resistenza in termini di momento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Momento resistente</td> <td>M<sub>Rd</sub> [kNm]</td> <td>2578.3</td> <td>2504.4</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di sicurezza</td> <td>M<sub>Rd</sub>/M<sub>sd</sub></td> <td>1.32</td> <td>1.75</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Verifica di resistenza in termini di sforzo normale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sforzo normale resistente</td> <td>N<sub>Rd</sub> [kN]</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente di sicurezza</td> <td>N<sub>Rd</sub>/N<sub>sd</sub></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Sollecitazioni di progetto					M <sub>sd</sub> [kNm]	V <sub>sd</sub> [kN]	N <sub>sd</sub> [kN]	Momento sollecitante	1947.0	1431.0		Sforzo Normale concomitante		-425.0	-206.0	Verifica di resistenza in termini di momento				Momento resistente	M <sub>Rd</sub> [kNm]	2578.3	2504.4	Coefficiente di sicurezza	M <sub>Rd</sub> /M <sub>sd</sub>	1.32	1.75	Verifica di resistenza in termini di sforzo normale				Sforzo normale resistente	N <sub>Rd</sub> [kN]	-	-	Coefficiente di sicurezza	N <sub>Rd</sub> /N <sub>sd</sub>	-	-																																																																																																											
Calcestruzzo																																																																																																																																																																																		
Resistenza cubica a compressione	RCK	30																																																																																																																																																																																
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f <sub>ck</sub> [Mpa]	25.00																																																																																																																																																																																
Resistenza cilindrica media a compressione	f <sub>cm</sub> [Mpa]	33.00																																																																																																																																																																																
Resistenza media a trazione per flessione	f <sub>ctm</sub> [Mpa]	2.56																																																																																																																																																																																
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f <sub>ctk</sub> [Mpa]	1.80																																																																																																																																																																																
Resistenza di progetto a compressione	f <sub>cd</sub> [Mpa]	14.17																																																																																																																																																																																
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f <sub>cd'</sub> [Mpa]	7.65																																																																																																																																																																																
Acciaio																																																																																																																																																																																		
Resistenza di progetto a snervamento	f <sub>yd</sub> [Mpa]	391.30																																																																																																																																																																																
Sollecitazioni di progetto																																																																																																																																																																																		
	M <sub>sd</sub> [kNm]	V <sub>sd</sub> [kN]	N <sub>sd</sub> [kN]																																																																																																																																																																															
Momento sollecitante	1947.0	1431.0																																																																																																																																																																																
Sforzo Normale concomitante		-425.0	-206.0																																																																																																																																																																															
Verifica di resistenza in termini di momento																																																																																																																																																																																		
Momento resistente	M <sub>Rd</sub> [kNm]	2578.3	2504.4																																																																																																																																																																															
Coefficiente di sicurezza	M <sub>Rd</sub> /M <sub>sd</sub>	1.32	1.75																																																																																																																																																																															
Verifica di resistenza in termini di sforzo normale																																																																																																																																																																																		
Sforzo normale resistente	N <sub>Rd</sub> [kN]	-	-																																																																																																																																																																															
Coefficiente di sicurezza	N <sub>Rd</sub> /N <sub>sd</sub>	-	-																																																																																																																																																																															

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 67 di 99

### PIEDRITTI - SEZION 3 Sup. - APPOGGIO

#### INPUT

##### SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	V <sub>sd</sub> [kN]
SLE Quasi Permanente	-616.0	1027.0	-
SLE Frequente	-616.0	1209.0	-
SLE Rara	-616.0	1269.0	-
SLU	-607.0	1744.0	554.0
SLV	-491.0	1476.0	1212.0

##### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

Geometria della sezione			
Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	100	
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	100	
Altezza utile della sezione	d [cm]	92	
Area di calcestruzzo	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	10000	

Armatura longitudinale tesa				
		1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Numero Barre	n	5.00	5.00	0
Diametro	φ [mm]	26	30	0
Posizione dal lembo esterno	c [cm]	7.7	7.7	0.0
Area strato	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	26.55	35.34	0.00
Rapporto di armatura	ρ [%]	0.671%		

Armatura longitudinale compressa				
		1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Numero Barre	n	5.0	0	0
Diametro	φ [mm]	26	0	0
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	7.7	0.0	0.0
Area strato	A <sub>s</sub> ' [cm <sup>2</sup> ]	26.55	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.288%		

Armatura trasversale				
		1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO
Diametro	φ [mm]	14	0	0
Numero bracci	n <sub>br</sub>	2.5	0	0
Passo	s <sub>w</sub> [cm]	20	0	0
Inclinazione	α [deg]	90	90	90
Area armatura a metro	A <sub>sw</sub> /s <sub>w</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	19.24	0.00	0.00

##### CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo		
Resistenza cubica a compressione	RCK	30
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f <sub>ck</sub> [Mpa]	25.00
Resistenza cilindrica media a compressione	f <sub>cm</sub> [Mpa]	33.00
Resistenza media a trazione per flessione	f <sub>ctm</sub> [Mpa]	2.56
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f <sub>ctk</sub> [Mpa]	1.80
Resistenza di progetto a compressione	f <sub>cd</sub> [Mpa]	14.17
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f <sub>cd'</sub> [Mpa]	7.65

Acciaio		
Resistenza di progetto a snervamento	f <sub>yd</sub> [Mpa]	391.30

#### OUTPUT

##### VERIFICHE IN ESERCIZIO

Verifica Tensionale		σ limit	
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	σ <sub>c</sub> [Mpa] = 7.29	10.000	
Calcestruzzo SLE Rara	σ <sub>c</sub> [Mpa] = 8.89	13.750	
Acciaio SLE Rara	σ <sub>s</sub> [Mpa] = 206.12	337.500	

Verifica di fessurazione		w limit	
Combinazione SLE Quasi permanente	w <sub>d</sub> [mm] = 0.199	0.200	
Combinazione SLE Frequente	w <sub>d</sub> [mm] = 0.227	0.300	

##### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

Sollecitazioni di progetto			
Taglio sollecitante = max Taglio (SLU, SLV)	V <sub>sd</sub> [kN]	1212.0	
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N <sub>sd</sub> [kN]	-491.0	

Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica		
Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	483.40
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>sd</sub>	0.40

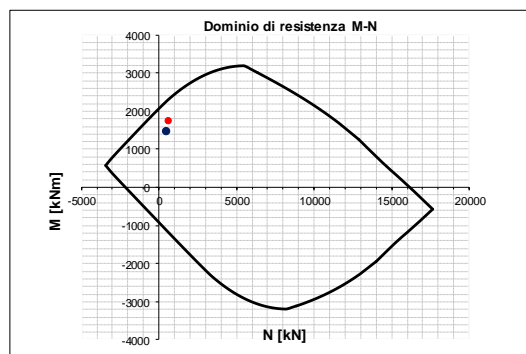
Verifica di resistenza dell'armatura specifica		
CoTan(θ) di progetto	cotan(θ)	2.5
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	2267
Resistenza a taglio dell'armatura	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	1564
Resistenza a taglio di progetto	V <sub>sd</sub> [kN]	1564
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd</sub> /V <sub>sd</sub>	1.29

##### VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

Sollecitazioni di progetto			
Momento sollecitante	M <sub>sd</sub> [kNm]	1744.0	1476.0
Sforzo Normale concomitante	N <sub>sd</sub> [kN]	-607.0	-491.0

Verifica di resistenza in termini di momento			
Momento resistente	M <sub>Rd</sub> [kNm]	2314.3	2272.2
Coefficiente di sicurezza	M <sub>Rd</sub> /M <sub>sd</sub>	1.33	1.54

Verifica di resistenza in termini di sforzo normale			
Sforzo normale resistente	N <sub>Rd</sub> [kN]	-	-
Coefficiente di sicurezza	N <sub>Rd</sub> /N <sub>sd</sub>	-	-



APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C 68 di 99

### PIEDRITTI - SEZ 3 Inf. - APPOGGIO

#### INPUT

##### SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	V <sub>sd</sub> [kN]
SLE Quasi Permanente	-858.0	1383.0	-
SLE Frequente	-858.0	1547.0	-
SLE Rara	-858.0	1607.0	-
SLU	-848.0	2185.0	884.0
SLV	-670.0	1916.0	1333.0

##### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

Geometria della sezione			
Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	100	
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	100	
Altezza utile della sezione	d [cm]	89	
Area di calcestruzzo	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	10000	

Armatura longitudinale tesa				
		1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Numero Barre	n	10.00	2.50	5
Diametro	φ [mm]	26	26	26
Posizione dal lembo esterno	c [cm]	7.7	7.7	17.7
Area strato	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	53.09	13.27	26.55
Rapporto di armatura	ρ [%]	1.0399%		

Armatura longitudinale compressa				
		1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Numero Barre	n	5.0	0	0
Diametro	φ [mm]	26	0	0
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	7.7	0.0	0.0
Area strato	A <sub>s</sub> ' [cm <sup>2</sup> ]	26.55	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.2979%		

Armatura trasversale				
		1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO
Diametro	φ [mm]	14	0	0
Numero bracci	n <sub>br</sub>	2.5	0	0
Passo	s <sub>w</sub> [cm]	20	0	0
Inclinazione	α [deg]	90	90	90
Area armatura a metro	A <sub>sw</sub> /s <sub>w</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	19.24	0.00	0.00

##### CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo		
Resistenza cubica a compressione	RCK	30
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f <sub>ck</sub> [Mpa]	25.00
Resistenza cilindrica media a compressione	f <sub>cm</sub> [Mpa]	33.00
Resistenza media a trazione per flessione	f <sub>ctm</sub> [Mpa]	2.56
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f <sub>ctk</sub> [Mpa]	1.80
Resistenza di progetto a compressione	f <sub>cd</sub> [Mpa]	14.17
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f <sub>cd'</sub> [Mpa]	7.65

Acciaio		
Resistenza di progetto a snervamento	f <sub>yd</sub> [Mpa]	391.30

#### OUTPUT

##### VERIFICHE IN ESERCIZIO

Verifica Tensionale		σ limit
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	σ <sub>c</sub> [Mpa] = 9.20	10.000
Calcestruzzo SLE Rara	σ <sub>c</sub> [Mpa] = 10.57	13.750
Acciaio SLE Rara	σ <sub>s</sub> [Mpa] = 192.64	337.500

Verifica di fessurazione		w limit
Combinazione SLE Quasi permanente	w <sub>d</sub> [mm] = 0.186	0.200
Combinazione SLE Frequente	w <sub>d</sub> [mm] = 0.197	0.300

##### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

Sollecitazioni di progetto			
Taglio sollecitante = max Taglio (SLU, SLV)	V <sub>sd</sub> [kN]	1333.0	
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N <sub>sd</sub> [kN]	-670.0	

Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica			
Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	558.04	
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>sd</sub>	0.42	

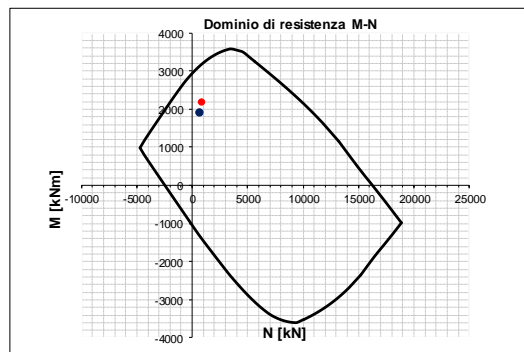
Verifica di resistenza dell'armatura specifica			
CoTan(θ) di progetto	cotan(θ)	2.5	
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	2224	
Resistenza a taglio dell'armatura	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	1515	
Resistenza a taglio di progetto	V <sub>sd</sub> [kN]	1515	
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd</sub> /V <sub>sd</sub>	1.14	

##### VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

Sollecitazioni di progetto			
Momento sollecitante	M <sub>sd</sub> [kNm]	2185.0	1916.0
Sforzo Normale concomitante	N <sub>sd</sub> [kN]	-848.0	-670.0

Verifica di resistenza in termini di momento			
Momento resistente	M <sub>Rd</sub> [kNm]	3165.2	3119.7
Coefficiente di sicurezza	M <sub>Rd</sub> /M <sub>sd</sub>	1.45	1.63

Verifica di resistenza in termini di sforzo normale			
Sforzo normale resistente	N <sub>Rd</sub> [kN]	-	-
Coefficiente di sicurezza	N <sub>Rd</sub> /N <sub>sd</sub>	-	-



APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 69 di 99

### PIEDRITTI - SEZIONE 4 - CAMPATA

#### INPUT

##### SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	V <sub>sd</sub> [kN]
SLE Quasi Permanente	-729.0	110.0	-
SLE Frequente	-864.0	185.0	-
SLE Rara	-894.0	204.0	-
SLU	-1201.0	561.0	0.0
SLV	-963.0	2046.0	0.0

##### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

Geometria della sezione			
Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	100	
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	100	
Altezza utile della sezione	d [cm]	92	
Area di calcestruzzo	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	10000	

Armatura longitudinale tesa				
	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	
Numero Barre	n	5.00	5.00	0
Diametro	φ [mm]	26	26	0
Posizione dal lembo esterno	c [cm]	7.7	7.7	0.0
Area strato	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	26.55	26.55	0.00
Rapporto di armatura	ρ [%]	0.575%		

Armatura longitudinale compressa				
	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	
Numero Barre	n	5.0	0	0
Diametro	φ [mm]	26	0	0
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	7.7	0.0	15.0
Area strato	A <sub>s</sub> ' [cm <sup>2</sup> ]	26.55	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.288%		

Armatura trasversale				
	1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO	
Diametro	φ [mm]	14	0	0
Numero bracci	n <sub>st</sub>	0	0	0
Passo	s <sub>w</sub> [cm]	0	0	0
Inclinazione	α [deg]	0	90	90
Area armatura a metro	A <sub>sw</sub> /s <sub>w</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	0.00	0.00	0.00

##### CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo		
Resistenza cubica a compressione	RCK	30
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f <sub>ck</sub> [Mpa]	25.00
Resistenza cilindrica media a compressione	f <sub>cm</sub> [Mpa]	33.00
Resistenza media a trazione per flessione	f <sub>ctm</sub> [Mpa]	2.56
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f <sub>ctk</sub> [Mpa]	1.80
Resistenza di progetto a compressione	f <sub>cd</sub> [Mpa]	14.17
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f <sub>cd'</sub> [Mpa]	7.65

Acciaio		
Resistenza di progetto a snervamento	f <sub>yd</sub> [Mpa]	391.30

#### OUTPUT

##### VERIFICHE IN ESERCIZIO

Verifica Tensionale		σ limit	
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	σ <sub>c</sub> [Mpa] =	1.25	10.000
Calcestruzzo SLE Rara	σ <sub>c</sub> [Mpa] =	1.89	13.750
Acciaio SLE Rara	σ <sub>s</sub> [Mpa] =	1.36	337.500

Verifica di fessurazione		w limit	
Combinazione SLE Quasi permanente	w <sub>d</sub> [mm] =	0.000	0.200
Combinazione SLE Frequente	w <sub>d</sub> [mm] =	0.000	0.300

##### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

Sollecitazioni di progetto		
Taglio sollecitante = max Taglio (SLU, SLV)	V <sub>Rd1</sub> [kN]	0.0
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N <sub>sd</sub> [kN]	-963.0

Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica		
Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	528.05
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>sd</sub>	-

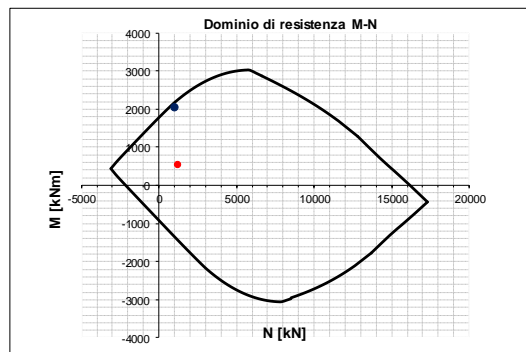
Verifica di resistenza dell'armatura specifica		
CoTan(θ) di progetto	cot(θ)	2.5
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	-
Resistenza a taglio dell'armatura	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	-
Resistenza a taglio di progetto	V <sub>sd</sub> [kN]	-
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>sd</sub>	-

##### VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

Sollecitazioni di progetto		
Momento sollecitante	M <sub>sd</sub> [kNm]	561.0
Sforzo Normale concomitante	N <sub>sd</sub> [kN]	-1201.0

Verifica di resistenza in termini di momento		
Momento resistente	M <sub>Rd</sub> [kNm]	2255.7
Coefficiente di sicurezza	M <sub>Rd</sub> /M <sub>sd</sub>	4.02

Verifica di resistenza in termini di sforzo normale		
Sforzo normale resistente	N <sub>Rd</sub> [kN]	-
Coefficiente di sicurezza	N <sub>Rd</sub> /N <sub>sd</sub>	-



APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. Mandante:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.001	REV. C	FOGLIO 70 di 99

### ARCO ROVESCIO - SEZIONE 5 - APPOGGIO

#### INPUT

##### SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N <sub>Sd</sub> [kN]	M <sub>Sd</sub> [kNm]	V <sub>Sd</sub> [kN]
SLE Quasi Permanente	-741.0	1315.0	-
SLE Frequente	-754.0	1428.0	-
SLE Rara	-757.0	1499.0	-
SLU	-804.0	2016.0	1203.0
SLV	-647.0	2288.0	997.0

##### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

Geometria della sezione			
Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	100	
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	100	
Altezza utile della sezione	d [cm]	89	
Area di calcestruzzo	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	10000	

Armatura longitudinale tesa				
		1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Numero Barre	n	5.00	5.00	5
Diametro	φ [mm]	26	30	26
Posizione dal lembo esterno	c [cm]	7.7	7.7	17.7
Area strato	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	26.55	35.34	26.55
Rapporto di armatura	ρ [%]	0.990%		

Armatura longitudinale compressa				
		1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Numero Barre	n	5.0	0	0
Diametro	φ [mm]	26	0	0
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	7.7	0.0	0.0
Area strato	A <sub>s</sub> ' [cm <sup>2</sup> ]	26.55	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.297%		

Armatura trasversale				
		1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO
Diametro	φ [mm]	14	0	0
Numero bracci	n <sub>br</sub>	2.5	0	0
Passo	s <sub>w</sub> [cm]	20	0	0
Inclinazione	α [deg]	90	90	90
Area armatura a metro	A <sub>sw</sub> /s <sub>w</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	19.24	0.00	0.00

##### CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo		
Resistenza cubica a compressione	RCK	30
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f <sub>ck</sub> [Mpa]	25.00
Resistenza cilindrica media a compressione	f <sub>cm</sub> [Mpa]	33.00
Resistenza media a trazione per flessione	f <sub>ctm</sub> [Mpa]	2.56
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f <sub>ctk</sub> [Mpa]	1.80
Resistenza di progetto a compressione	f <sub>cd</sub> [Mpa]	14.17
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f <sub>cd'</sub> [Mpa]	7.65

Acciaio		
Resistenza di progetto a snervamento	f <sub>yd</sub> [Mpa]	391.30

#### OUTPUT

##### VERIFICHE IN ESERCIZIO

Verifica Tensionale		σ limit
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	σ <sub>c</sub> [Mpa] = 8.81	10.000
Calcestruzzo SLE Rara	σ <sub>c</sub> [Mpa] = 9.98	13.750
Acciaio SLE Rara	σ <sub>s</sub> [Mpa] = 190.77	337.500

Verifica di fessurazione		w limit
Combinazione SLE Quasi permanente	w <sub>d</sub> [mm] = 0.196	0.200
Combinazione SLE Frequente	w <sub>d</sub> [mm] = 0.196	0.300

##### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

Sollecitazioni di progetto		
Taglio sollecitante = max Taglio (SLU, SLV)	V <sub>Rd1</sub> [kN]	1203.0
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N <sub>Sd</sub> [kN]	-804.0

Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica		
Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	567.82
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>Sd</sub>	0.47

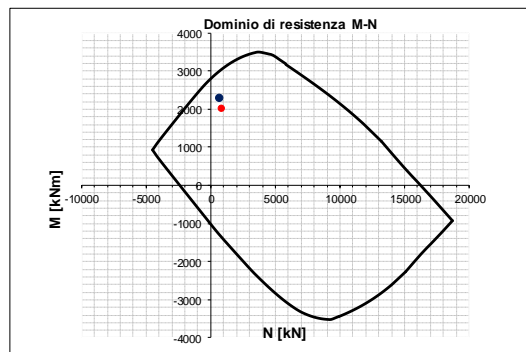
Verifica di resistenza dell'armatura specifica		
CoTan(θ) di progetto	cot(θ)	2.5
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	2240
Resistenza a taglio dell'armatura	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	1513
Resistenza a taglio di progetto	V <sub>Rd</sub> [kN]	1513
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd</sub> /V <sub>Sd</sub>	1.26

##### VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

Sollecitazioni di progetto			
Momento sollecitante	M <sub>Sd</sub> [kNm]	2016.0	2288.0
Sforzo Normale concomitante	N <sub>Sd</sub> [kN]	-804.0	-647.0

Verifica di resistenza in termini di momento			
Momento resistente	M <sub>Rd</sub> [kNm]	3034.5	2992.1
Coefficiente di sicurezza	M <sub>Rd</sub> /M <sub>Sd</sub>	1.51	1.31

Verifica di resistenza in termini di sforzo normale			
Sforzo normale resistente	N <sub>Rd</sub> [kN]	-	-
Coefficiente di sicurezza	N <sub>Rd</sub> /N <sub>Sd</sub>	-	-



APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. Mandante:	PROGETTO ESECUTIVO				
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C 71 di 99

### ARCO ROVESCIO - SEZIONE 6 - CAMPATA

#### INPUT

##### DESIGN ACTIONS FOR EACH LIMIT STATE

Load Combinations	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]
SLS Quasi-Permanent	-741	1343	-
SLS Frequent	-781	1583	-
SLS Characteristic	-807	1643	-
ULS-Static	-1062	2298	47
ULS-Seismic	-1673	1815	20

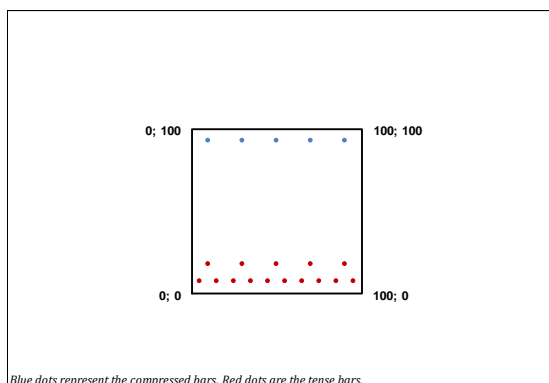
##### R.C. CROSS-SECTION GEOMETRICAL PROPERTIES

Cross-section geometry			
Width (orthogonal to the shear force)	B [cm]	100	
Depth (parallel to the shear force)	H [cm]	100	
Effective depth	d [cm]	88.67	
Gross section area	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	10000	

Longitudinal bars in tension		1 <sup>st</sup> LAYER	2 <sup>nd</sup> LAYER	3 <sup>rd</sup> LAYER
Number of bars	n	5	5	5
Diameter	∅ [mm]	26	30	30
Distance from the external surface	c [mm]	77	77	177
Bars area	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	26.55	35.34	35.34
Reinforcement ratio	ρ	1.097%		

Longitudinal bars in compression		1 <sup>st</sup> LAYER	2 <sup>nd</sup> LAYER	3 <sup>rd</sup> LAYER
Number of bars	n	5	0	0
Diameter	∅ [mm]	26	0	0
Distance from the external surface	c' [mm]	77	0	150
Bars area	A <sub>s</sub> ' [cm <sup>2</sup> ]	26.55	0.00	0.00
Reinforcement ratio	ρ	0.299%		

Transversal reinforcement		1 <sup>st</sup> TYPE	2 <sup>nd</sup> TYPE	3 <sup>rd</sup> TYPE
Diameter	∅ [mm]	14	0	0
Legs number	n <sub>bs</sub>	0	0	0
Spacing	s <sub>w</sub> [mm]	0	0	0
Inclination	α [deg]	0	90	90
Reinforcement area per square meter	A <sub>sw</sub> /s <sub>w</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	0.00	0.00	0.00



##### MECHANICAL PROPERTIES OF MATERIALS

Concrete		RCK	30
Compressive cube strength			
Characteristic compressive cylinder strength	f <sub>ck</sub> [MPa]	25.00	
Mean compressive strength	f <sub>cm</sub> [MPa]	33.00	
Mean tensile strength	f <sub>ctm</sub> [MPa]	2.56	
Characteristic tensile strength	f <sub>ctk</sub> [MPa]	1.80	
Design compressive strength	f <sub>cd</sub> [MPa]	14.17	
Design compressive strength of struts	f <sub>cd</sub> [MPa]	7.65	
Mean value of the tensile strenght of the concrete	f <sub>ct,eff</sub> [MPa]	2.56	

Reinforcing steel bars			
Design tensile strength	f <sub>yd</sub> [MPa]	391.30	

#### OUTPUT

##### SERVICEABILITY LIMIT STATES VERIFICATIONS

Stresses limitation			α limit
Concrete compression in Quasi-permanent combination	σ <sub>c</sub> [MPa]	8.86	< 10.00
Concrete compression in characteristic combination	σ <sub>c</sub> [MPa]	10.76	< 13.75
Bars tension in characteristic combination	σ <sub>s</sub> [MPa]	196.93	< 337.50

Cracking limitation		Frequent	Quasi-permanent
Concrete section effective depth	h <sub>c,eff</sub> [cm]	22.82	19.25
Concrete effective tension area	A <sub>c,eff</sub> [cm <sup>2</sup> ]	2282.38	1924.85
Steel ratio on concrete effective tension area	ρ <sub>p,eff</sub> [%]	4.2601%	5.0514%
Factor dependent on the duration of the load	k <sub>t</sub>	0.600	0.400
Coefficient which takes account the bond properties of reinforcement	k <sub>1</sub>	0.800	0.800
Coefficient which takes account of the distribution of strain	k <sub>2</sub>	0.500	0.500
Factor dependent on the concrete cover	k <sub>3</sub>	3.400	3.400
	k <sub>4</sub>	0.425	0.425
Stress in the tension reinforcement assuming a cracked section	σ <sub>s</sub> [MPa]	177.669	157.393
Maximum cracking spacing (eq.7.11 of EN 1992-1-1)	s <sub>r,max</sub> [mm]	332.489	314.492
Difference between mean strains in reinforcement and concrete	(ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub> )	0.0638%	0.0591%
Crack width	w <sub>d</sub> [mm]	0.212	0.186
Crack width limit	w <sub>lim</sub> [mm]	0.300	0.200

##### SHEAR STRENGTH VERIFICATIONS

Design stress resultants			
Design shear force = max Shear(Static-Seismic)	V <sub>Ed</sub> [kN]	47.0	
Axial force acting together with the maximum shear	N <sub>Ed</sub> [kN]	-1062.0	

Strength verification of member without shear reinforcement			
Design shear strength	V <sub>Rd1</sub> [kN]	614.44	
Safety margin	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>Ed</sub>	13.07	

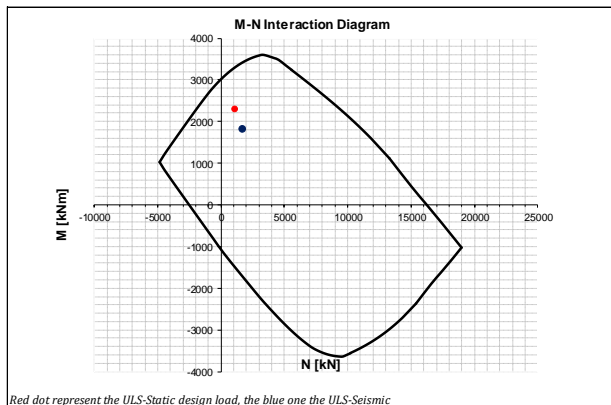
Strength verification of reinforced member			
Strut design inclination	cotan(θ)	2.5	
Shear strength of compression struts	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	-	
Shear strength of shear reinforcement	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	-	
Design shear strength	V <sub>Rd</sub> [kN]	-	
Safety margin	V <sub>Rd</sub> /V <sub>Ed</sub>	-	

##### BENDING-AXIAL FORCE STRENGTH VERIFICATIONS

Design stress resultants		ULS-Static	ULS-Seismic
Design bending moment	M <sub>Ed</sub> [kNm]	2298.0	1815.0
Axial force	N <sub>Ed</sub> [kN]	-1062.0	-1673.0

Strength verification in terms of Bending Moment		ULS-Static	ULS-Seismic
Resisting bending moment	M <sub>Rd</sub> [kNm]	3292.6	3414.9
Safety margin	M <sub>Rd</sub> /M <sub>Ed</sub>	1.43	1.88

Strength verification in terms of Axial force		ULS-Static	ULS-Seismic
Resisting axial force	N <sub>Rd</sub> [kN]	-	-
Safety margin	N <sub>Rd</sub> /N <sub>Ed</sub>	-	-



APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.08.0.0.001</td> <td>C</td> <td>72 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	72 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	72 di 99								

### 8.2.5 Incidenze medie

In conclusione, sulla base dei risultati delle verifiche strutturali condotte sia nei confronti degli SLU/SLV che degli SLE, può essere definita un'incidenza media di armatura:

- Arco rovescio 150 kg/m<sup>3</sup>
- Piedritti 130 kg/m<sup>3</sup>
- Calotta 115 kg/m<sup>3</sup>



APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 73 di 99

## 9 CONCLUSIONI

Nella presente relazione, parte integrante del progetto esecutivo per il raddoppio della linea Canello-Benevento sull'itinerario Napoli-Bari con particolare riferimento al secondo lotto funzionale compreso tra la Stazione di Frasso Telesino/Dugenta (km 16+500 km) e l'impianto di Vitulano (km 46+950.00) per una estensione complessiva di circa 30.4 km di linea, sono stati sintetizzati gli aspetti principali della progettazione esecutiva delle opere di imbocco della galleria Limata ricadente nel Sub-Lotto 2.

Con il rilievo di PE vengono mostrate pendenze molto marcate della morfologia del terreno nella zona oggetto di studio. Sono presenti affioramenti di materiale sabbioso con una coesione tale da permettergli di avere superfici sub-verticali ma comunque estremamente instabile e soggetto a facile erosione. Si è ritenuto di conseguenza più opportuno adottare un altro approccio costruttivo per permettere una più sicura movimentazione dei mezzi di cantiere all'interno dell'imbocco.

La nuova tecnica realizzativa dell'imbocco prevede dunque la realizzazione di una galleria artificiale scatolare appoggiata su una palificata di fondazione e di una protesi in misto cementato rivestita alla base da un muro in gabbioni di altezza massima 5,5m e larghezza massima 3,5m. La galleria artificiale scatolare è stata arretrata al fine di garantire la costruzione della stessa in modo sicuro, prevedendo così un allungamento della galleria naturale GN03 di circa 32,5 m.

La protesi è costituita da un rilevato avente pendenze variabili da 1H1V a 2V3H fino a un'altezza massima di 17,8m. Al piede dell'opera delle gabbionate consentono alla protesi di non invadere le aree non espropriate interferenti, oltre a garantire un migliore aspetto estetico del rivestimento.

I pali di fondazione hanno un diametro di 80 cm e servono per far sì che i cedimenti causati dal rilevato non vadano ad influenzare la galleria scatolare.

La galleria artificiale si distingue in:

- Galleria artificiale scatolare di lunghezza 7,5 m;
- Muri ad U di 11,50 m.

Le soluzioni progettuali previste sono state verificate nelle condizioni ritenute più significative per il comportamento delle opere: altezze di ritombamento massime e pendenze del terreno naturale più accentuate.

Definite in questo modo le sezioni di calcolo, sono state condotte tutte le verifiche previste dalla Normativa a dimostrazione dell'adeguatezza e dell'efficacia delle soluzioni progettuali sia in fase costruttiva sia nella configurazione finale ed in condizioni sismiche.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.08.0.0.001</td> <td>C</td> <td>74 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	74 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	74 di 99								

## 9.1 SLIDE 2



# Slide2 Modeler

## 2D Limit Equilibrium Analysis for Slopes

Build Version: 9.009 64-bit  
Build date: Sep 24 2020 10:31:38

Copyright © 1998-2020 Rocscience Inc.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 75 di 99

### 9.1.1 Sez 1

## Condizione Provvisoria

## General Settings

Units of Measurement:	Metric Units
Time Units:	days
Permeability Units:	meters/second
Data Output:	Standard
Failure Direction:	Left to Right

## Design Standard

### ◆ GLOBAL SLU

Selected Type: Name: Eurocode 7 (User Defined)  
A2-M2-R2

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1.3
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

### ◆ SLV+

Selected Type: Name: Eurocode 7 (User Defined)  
SLV

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	76 di 99

Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

 **SLV-**

Selected Type: Name: Eurocode 7 (User Defined)  
SLV

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	77 di 99

## Analysis Options

Slices Type:	Vertical
<b>Analysis Methods Used</b>	
	Bishop simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check malpha < 0.2:	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

## Groundwater Analysis

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

## Surface Options

Surface Type:	Circular
Search Method:	Auto Refine Search
Divisions along slope:	20
Circles per division:	10
Number of iterations:	10
Divisions to use in next iteration:	50%
Composite Surfaces:	Disabled
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined

## Loading

### Caratteristica

Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	20
Orientation:	Vertical

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	78 di 99

### ◆ GLOBAL SLU

&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	20
Orientation:	Vertical
Load Action:	Variable

### ◆ SLV+

&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	4
Orientation:	Vertical
Load Action:	Live

### ◆ SLV-

&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	4
Orientation:	Vertical
Load Action:	Live

## Seismic Loading

### ◆ Caratteristica

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

### ◆ GLOBAL SLU

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

### ◆ SLV+

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No
Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.10024
Seismic Load Coefficient (Vertical):	0.05012

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 79 di 99

### ◆ SLV-

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No
Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.10024
Seismic Load Coefficient (Vertical):	-0.05012

## Materials


### bn

Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	10
Friction Angle [deg]	37
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1

### MDL

Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	19
Friction Angle [deg]	24
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1


### Misto cementato

Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	23

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	80 di 99

Cohesion [kPa]	187
Friction Angle [deg]	37
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1

### **gabbione**

Color	
Strength Type	Infinite strength
Unit Weight [kN/m3]	20
Allow Sliding Along Boundary	Yes



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	81 di 99

## Global Minimums

Method: bishop simplified

### ◆ Caratteristica

Method: bishop simplified

	FS	1.973000
Center:		32.309, 53.457
Radius:		56.355
Left Slip Surface Endpoint:		-15.117, 23.017
Right Slip Surface Endpoint:		40.232, -2.338
Resisting Moment:		372587 kN-m
Driving Moment:		188843 kN-m
Total Slice Area:		377.257 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:		55.3484 m
Surface Average Height:		6.81604 m

### ◆ GLOBAL SLU

Method: bishop simplified

	FS	1.574870
Center:		32.334, 53.489
Radius:		56.393
Left Slip Surface Endpoint:		-15.117, 23.017
Right Slip Surface Endpoint:		40.303, -2.338
Resisting Moment:		300000 kN-m
Driving Moment:		190492 kN-m
Total Slice Area:		377.31 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:		55.4198 m
Surface Average Height:		6.80822 m

### ◆ SLV+

Method: bishop simplified

	FS	1.250200
Center:		27.576, 51.833
Radius:		65.861
Left Slip Surface Endpoint:		-33.557, 27.330
Right Slip Surface Endpoint:		64.187, -2.914
Resisting Moment:		975258 kN-m
Driving Moment:		780084 kN-m
Total Slice Area:		1523.85 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:		97.7437 m
Surface Average Height:		15.5903 m

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	82 di 99



Method: bishop simplified

	FS	1.228740
Center:		23.169, 41.946
Radius:		58.581
Left Slip Surface Endpoint:		-33.560, 27.330
Right Slip Surface Endpoint:		60.843, -2.914
Resisting Moment:		845506 kN-m
Driving Moment:		688110 kN-m
Total Slice Area:		1751.2 m2
Surface Horizontal Width:		94.4032 m
Surface Average Height:		18.5502 m

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	83 di 99

## Condizione Definitiva

## General Settings

Units of Measurement:	Metric Units
Time Units:	days
Permeability Units:	meters/second
Data Output:	Standard
Failure Direction:	Left to Right

## Design Standard

### ◆ GLOBAL SLU

Selected Type: Name: Eurocode 7 (User Defined)  
A2-M2-R2

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1.3
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

### ◆ SLV+

Selected Type: Name: Eurocode 7 (User Defined)  
SLV

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	84 di 99

Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

 **SLV-**

Selected Type: Name: Eurocode 7 (User Defined)  
SLV

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	85 di 99

## Analysis Options

Slices Type:	Vertical
<b>Analysis Methods Used</b>	
	Bishop simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check malpha < 0.2:	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

## Groundwater Analysis

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

## Surface Options

Surface Type:	Circular
Search Method:	Auto Refine Search
Divisions along slope:	20
Circles per division:	10
Number of iterations:	10
Divisions to use in next iteration:	50%
Composite Surfaces:	Disabled
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight	Not Defined

## Loading

### Caratteristica

&nbsp;	
Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	20
Orientation:	Vertical

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	86 di 99

### ◆ GLOBAL SLU

Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	20
Orientation:	Vertical
Load Action:	Variable

### ◆ SLV+

Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	4
Orientation:	Vertical
Load Action:	Live

### ◆ SLV-

Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	4
Orientation:	Vertical
Load Action:	Live

## Seismic Loading

### ◆ Caratteristica

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

### ◆ GLOBAL SLU

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

### ◆ SLV+

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No
Seismic Load Coefficient (Horizontal):	0.14308

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	87 di 99

Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.07154

**SLV-**

Advanced seismic analysis: No  
 Staged pseudostatic analysis: No  
 Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.14308  
 Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.07154

## Materials

### bn

Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	10
Friction Angle [deg]	37
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1

### MDL

Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	19
Friction Angle [deg]	24
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1


### Misto cementato

Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	88 di 99

Unit Weight [kN/m3]	23
Cohesion [kPa]	187
Friction Angle [deg]	37
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1


### **gabbione**

Color	
Strength Type	Infinite strength
Unit Weight [kN/m3]	20
Allow Sliding Along Boundary	Yes

### **VUOTO**

Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	0.05
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	0
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1

### **cls**

Color	
Strength Type	Infinite strength
Unit Weight [kN/m3]	25
Allow Sliding Along Boundary	No
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	0



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	89 di 99

## Global Minimums

Method: bishop simplified

### ◆ Caratteristica

Method: bishop simplified

FS	2.004540
Center:	21.019, 41.210
Radius:	56.316
Left Slip Surface Endpoint:	-33.560, 27.330
Right Slip Surface Endpoint:	56.012, -2.914
Resisting Moment:	1.00755e+06 kN-m
Driving Moment:	502635 kN-m
Total Slice Area:	1623.08 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	89.5717 m
Surface Average Height:	18.1205 m

### ◆ GLOBAL SLU

Method: bishop simplified

FS	1.603000
Center:	21.052, 41.220
Radius:	56.348
Left Slip Surface Endpoint:	-33.557, 27.330
Right Slip Surface Endpoint:	56.083, -2.914
Resisting Moment:	808065 kN-m
Driving Moment:	504094 kN-m
Total Slice Area:	1624.74 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	89.6402 m
Surface Average Height:	18.1252 m

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	90 di 99

 **SLV+**

Method: bishop simplified

FS	1.169550
Center:	22.494, 41.713
Radius:	57.866
Left Slip Surface Endpoint:	-33.556, 27.330
Right Slip Surface Endpoint:	59.329, -2.914
Resisting Moment:	886225 kN-m
Driving Moment:	757750 kN-m
Total Slice Area:	1709.62 m2
Surface Horizontal Width:	92.8848 m
Surface Average Height:	18.4058 m

 **SLV-**

Method: bishop simplified

FS	1.123330
Center:	22.869, 41.842
Radius:	58.262
Left Slip Surface Endpoint:	-33.556, 27.330
Right Slip Surface Endpoint:	60.170, -2.914
Resisting Moment:	778636 kN-m
Driving Moment:	693153 kN-m
Total Slice Area:	1732.38 m2
Surface Horizontal Width:	93.7258 m
Surface Average Height:	18.4835 m

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	91 di 99

## 9.1.2 Sez 2

# General Settings

Units of Measurement:	Metric Units
Time Units:	days
Permeability Units:	meters/second
Data Output:	Standard
Failure Direction:	Left to Right

# Design Standard

## ◆ GLOBAL SLU

Selected Type: Name: Eurocode 7 (User Defined)  
A2-M2-R2

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1.3
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

## ◆ SLV+

Selected Type: Name: Eurocode 7 (User Defined)  
SLV

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	92 di 99

Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

◆ **SLV-**

Selected Type: Name: Eurocode 7 (User Defined)  
SLV

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1
Shear strength	1
Compressive strength	1
Bond strength	1
Seismic Coefficient	1

## Analysis Options

Slices Type:	Vertical
<b>Analysis Methods Used</b>	
	Bishop simplified
Number of slices:	50
Tolerance:	0.005
Maximum number of iterations:	75
Check malpha < 0.2:	Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos:	Yes
Initial trial value of FS:	1
Steffensen Iteration:	Yes

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	93 di 99

## Groundwater Analysis

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

## Surface Options

Surface Type:	Circular
Search Method:	Auto Refine Search
Divisions along slope:	20
Circles per division:	10
Number of iterations:	10
Divisions to use in next iteration:	50%
Composite Surfaces:	Disabled
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined

## Loading

### Caratteristica

Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	20
Orientation:	Vertical

### GLOBAL SLU

Distribution:	Constant
Magnitude [kPa]:	20
Orientation:	Vertical
Load Action:	Variable

### SLV+

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA.08.0.0.001	REV. C	FOGLIO 94 di 99

&nbsp;

Distribution: Constant  
Magnitude [kPa]: 4  
Orientation: Vertical  
Load Action: Live

◆ **SLV-**

&nbsp;

Distribution: Constant  
Magnitude [kPa]: 4  
Orientation: Vertical  
Load Action: Live

## Seismic Loading

◆ **Caratteristica**

Advanced seismic analysis: No  
Staged pseudostatic analysis: No

◆ **GLOBAL SLU**

Advanced seismic analysis: No  
Staged pseudostatic analysis: No

◆ **SLV+**

Advanced seismic analysis: No  
Staged pseudostatic analysis: No  
Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.10024  
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.05012

◆ **SLV-**

Advanced seismic analysis: No  
Staged pseudostatic analysis: No  
Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.10024  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.05012

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	95 di 99

## Materials

### bn

Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	10
Friction Angle [deg]	37
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1

### MDL

Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20
Cohesion [kPa]	19
Friction Angle [deg]	24
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1

### Misto cementato

Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	23
Cohesion [kPa]	187
Friction Angle [deg]	37
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	96 di 99

### **gabbione**

Color	
Strength Type	Infinite strength
Unit Weight [kN/m3]	20
Allow Sliding Along Boundary	Yes
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	0

### **VUOTO**

Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	0.05
Cohesion [kPa]	0
Friction Angle [deg]	0
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	1

### **cls**

Color	
Strength Type	Infinite strength
Unit Weight [kN/m3]	25
Allow Sliding Along Boundary	No
Water Surface	Assigned per scenario
Hu Value	0



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	97 di 99

## Global Minimums

Method: bishop simplified

### ◆ Caratteristica

Method: bishop simplified

FS	2.339710
Center:	16.278, 54.935
Radius:	82.106
Left Slip Surface Endpoint:	-59.422, 23.139
Right Slip Surface Endpoint:	68.072, -8.774
Resisting Moment:	1.65466e+06 kN-m
Driving Moment:	884066 kN-m
Total Slice Area:	2804.93 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	127.493 m
Surface Average Height:	22.0006 m

### ◆ GLOBAL SLU

FS	1.871650
Center:	16.278, 54.935
Radius:	82.106
Left Slip Surface Endpoint:	-59.422, 23.139
Right Slip Surface Endpoint:	68.072, -8.774
Resisting Moment:	1.65466e+06 kN-m
Driving Moment:	884066 kN-m
Total Slice Area:	2804.93 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	127.493 m
Surface Average Height:	22.0006 m

### ◆ SLV+

Method: bishop simplified

FS	1.206260
Center:	20.971, 70.431
Radius:	93.268
Left Slip Surface Endpoint:	-59.418, 23.139
Right Slip Surface Endpoint:	70.220, -8.774
Resisting Moment:	1.72408e+06 kN-m

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	98 di 99

Driving Moment: 1.42927e+06 kN-  
m  
Total Slice Area: 2341.2 m2  
Surface Horizontal Width: 129.638 m  
Surface Average Height: 18.0595 m

 **SLV-**

Method: bishop simplified

	<b>FS</b>	<b>1.131470</b>
Center:	17.285, 55.463	
Radius:	83.238	
Left Slip Surface Endpoint:	-59.420, 23.139	
Right Slip Surface Endpoint:	70.220, -8.774	
Resisting Moment:	1.5172e+06 kN-m	
Driving Moment:	1.34091e+06 kN- m	
Total Slice Area:	2878.55 m2	
Surface Horizontal Width:	129.64 m	
Surface Average Height:	22.2042 m	

APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>													
<b>GA08 - GALLERIA LIMATA – IMBOCCO LATO CANCELLO</b> Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco	<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>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA.08.0.0.001</td> <td>C</td> <td>99 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	99 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	GA.08.0.0.001	C	99 di 99								