

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA  
PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPO

Responsabile integrazione fra le varie  
prestazioni specialistiche

## PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
3° SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO**

RELAZIONE

GALLERIE NATURALI

Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo

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

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

I F 2 R    3 2    E    Z Z    R H    G N 0 0 0 0    0 0 1    B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	N. Cognome I.Marquez	24/06/21	N. Cognome L.Repetto	24/06/21	N. Cognome P.Cucino	24/06/21	IL PROGETTISTA N. Cognome
B	REVISIONE A SEGUITO RDV	I.Marquez	29/10/21	L.Repetto	30/10/21	P.Cucino	31/10/21	
								31/10/21

File: IF2R.3.2.E.ZZ.RH.GN.00.0.0.001.B.doc

n. Elab.:

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 2 di 54

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA, ELABORATI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>8</b>
3.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	8
3.2	NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI .....	8
3.3	PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF) .....	8
<b>4</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>9</b>
4.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	9
4.2	DOCUMENTI CORRELATI.....	10
4.3	DOCUMENTI SUPERATI .....	11
<b>5</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO.....</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>MATERIALI IMPIEGATI.....</b>	<b>14</b>
7.1	GALLERIE NATURALI.....	14
<b>8</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO .....</b>	<b>18</b>
8.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO – IDROGEOLOGICO.....	20
8.2	INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	21
<b>9</b>	<b>PREVISIONI SUL COMPORTAMENTO DEL FRONTE SCAVO.....</b>	<b>22</b>
9.1	CLASSI DI COMPORTAMENTO DEL FRONTE SCAVO .....	22
9.2	DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO .....	23
9.3	DEFINIZIONE TRATTE A COMPORTAMENTO TENSIO-DEFORMATIVO OMOGENEO .....	24

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 3 di 54

<b>10 LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO .....</b>	<b>26</b>
10.1 RILIEVI GEOLOGICO-GEOSTRUTTURALI DEL FRONTE .....	28
10.2 RILIEVO DELLE FASI ESECUTIVE.....	29
10.3 RISPOTA DEFORMATIVA DEL FRONTE SCAVO .....	29
10.4 FASI ESECUTIVE E CADENZE DI AVANZAMENTO .....	30
10.5 PROCEDURA APPLICAZIONE SEZIONI TIPO E RELATIVE VARIABILITÀ .....	30
<b>11 DESCRIZIONE SEZIONI TIPO DI SCAVO E FASI COSTRUTTIVE.....</b>	<b>32</b>
11.1 SEZIONE TIPO A1.....	32
11.2 SEZIONE TIPO A2.....	32
11.3 SEZIONE TIPO A2BIS.....	33
11.4 SEZIONE TIPO B1.....	34
11.5 SEZIONE TIPO B2.....	35
11.6 SEZIONE TIPO C1.....	36
11.7 SEZIONE TIPO C1BIS.....	36
11.8 SEZIONE TIPO C2.....	37
11.9 SEZIONE TIPO C2P.....	38
11.10 SEZIONE TIPO C2P* .....	39
11.11 SEZIONE TIPO C2V.....	40
11.12 SEZIONE TIPO C3.....	41
11.13 APLICAZIONE DI UNA DIVERSA SEZIONE TIPO .....	41
<b>12 ANALISI DI RISCHIO SULLA REALIZZAZIONE DELLE GALLERIE.....</b>	<b>43</b>
12.1 SOGLIE DI ATTENZIONE E ALLARME.....	43

---

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE NATURALI Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 4 di 54

<b>12.2</b>	<b>VARIABILITÀ DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>44</b>
12.2.1	Sezione tipo A1 .....	44
12.2.2	Sezione tipo A2 .....	45
12.2.3	Sezione tipo A2bis .....	45
12.2.4	Sezione tipo B1 .....	45
12.2.5	Sezione tipo B2 .....	46
12.2.6	Sezione tipo C1 .....	46
12.2.7	Sezione tipo C1bis .....	47
12.2.8	Sezione tipo C2 .....	47
12.2.9	Sezione tipo C2p .....	47
12.2.10	Sezione tipo C2p* .....	48
12.2.11	Sezione tipo C2v .....	48
12.2.12	Sezione tipo C3 .....	49
<b>13</b>	<b>TECNOLOGIE ALTERNATIVE E PRESCRIZIONI .....</b>	<b>50</b>
13.1	TECNOLOGIA ALTERNATIVE DI PERFORAZIONE .....	50
13.2	TECNOLOGIE ALTERNATIVE PER L'ARMATURA DELLO SPRITZ BETON .....	50
13.3	ARMATURA DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO .....	50
13.4	DISTANZE DI GETTO DEI RIVESTIMENTI DEFINITIVI .....	52
13.5	CARATTERISTICHE MINIME DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO .....	53
13.6	TECNICHE DI CONSOLIDAMENTO DEI FRONTI DI SCAVO .....	53
13.7	SOGLIE D'ATTENZIONE E D'ALLARME .....	54
13.8	CRITICITÀ .....	54

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 5 di 54

## 1 **PREMESSA**

La presente relazione è parte integrante del progetto esecutivo per il raddoppio della linea Cancello-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 sub 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 km): da Telese fino all'impianto del PC di San Lorenzo (km 38+700);
- Lotto 3 (circa 8.2 km) dall'impianto del PC di San Lorenzo fino a fine intervento (km 46+950 km).

La finalità della presente relazione è fornire i chiarimenti atti a dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento e fornire indicazioni circa l'applicazione delle sezioni tipo e delle relative variabilità previste nelle gallerie naturali riguardanti il Lotto 3 (da pk 38+700 km a pk 46+950 km).

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a.r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 6 di 54

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del documento è fornire un inquadramento delle opere nel contesto territoriale ed una descrizione delle stesse, i dati ed i requisiti di base nel rispetto dei quali è stata sviluppata la progettazione, le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti, le ipotesi progettuali adottate per il suo dimensionamento e le principali caratteristiche geometriche e dimensionali. Verranno inoltre dettagliati i criteri di scelta che il progettista adotterà in corso d'opera per l'applicazione e la gestione delle sezioni tipo previste in sede di progettazione esecutiva.

La relazione è articolata nei seguenti punti principali:

- Inquadramento generale dell'opera: il lavoro comprende la localizzazione geografica dell'opera, l'individuazione delle eventuali interferenze con manufatti preesistenti presenti lungo il tracciato e l'inquadramento geologico e geotecnico generale dell'area;
- Individuazione del comportamento allo scavo e criteri di calcolo: il lavoro riassume la metodologia di calcolo utilizzata e la filosofia di dimensionamento degli interventi di consolidamento e sostegno;
- Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo: verranno fornite indicazioni circa l'applicazione delle sezioni tipo e delle relative variabilità previste, la tecnica di scavo adottata e criteri di scelta, le fasi costruttive e i criteri di calcolo.

A tal proposito, per ogni sezione tipo prevista in progetto e nei vari contesti geotecnico-geomeccanici incontrati, sono individuati nelle "Relazione di calcolo delle gallerie naturali" i livelli tenso-deformativi di riferimento attesi nei vari contesti geotecnico-geomeccanici e sotto le differenti coperture.

Tali valori stimati attraverso analisi di calcolo semplificate (metodo delle Linee Caratteristiche) e modellazioni numeriche agli elementi finiti, forniscono un'indicazione dei valori deformativi più probabili per le sezioni applicate in progetto. I livelli tenso-deformativi dovranno essere comunque ritirati in corso d'opera attraverso un continuo processo di "analisi a ritroso" (*back-analysis*) conseguente all'elaborazione delle misure di monitoraggio.

Come schematizzato nella Figura 2-1, dal punto di vista la DL avrà cura di tenere sotto controllo i dati provenienti dal monitoraggio, in particolare verificando che gli scavi avvengano nelle condizioni ipotizzate in progetto.

Per quanto concerne gli aspetti relativi alla cantierizzazione, le analisi sulla riutilizzabilità dei materiali provenienti dagli scavi, i tempi di realizzazione delle opere, il monitoraggio geotecnico e ambientale in corso d'opera, le opere civili per la sicurezza in esercizio e i programmi di manutenzione delle opere si rimanda alle relazioni specifiche.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <i>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</i>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 7 di 54

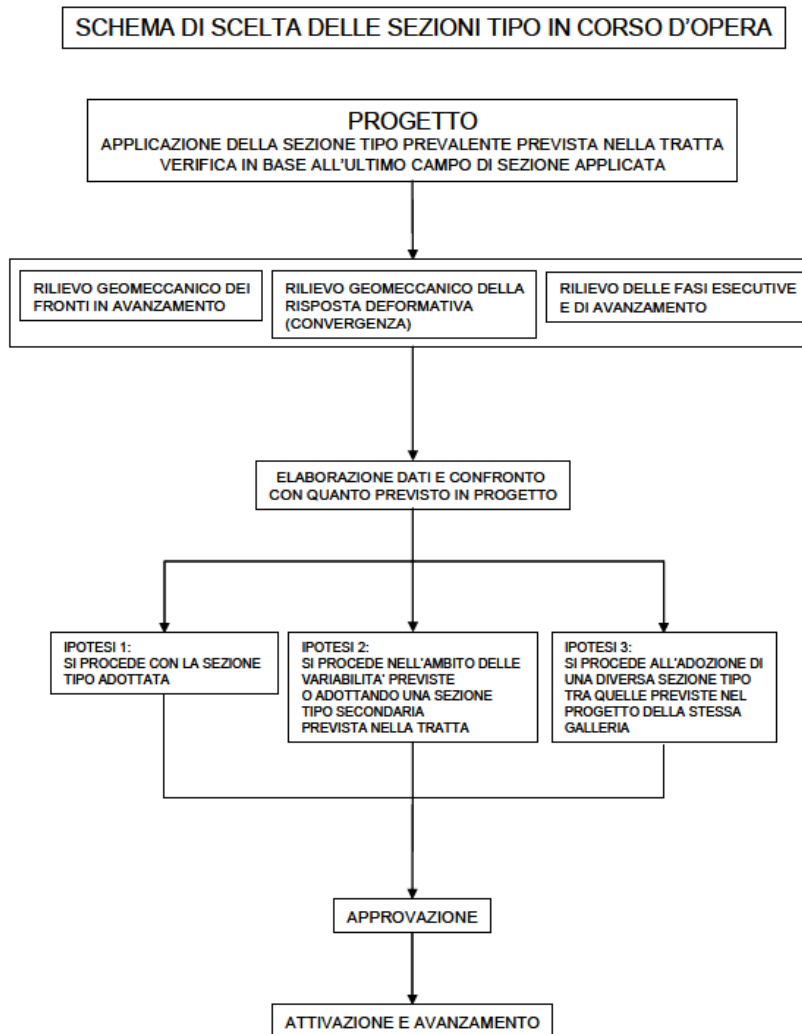


Figura 2-1: Diagramma del processo di scelta della sezione tipo in corso d'opera

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 8 di 54

### **3    *NORMATIVA, ELABORATI DI RIFERIMENTO***

#### **3.1    *NORMATIVA DI RIFERIMENTO***

- Rif. [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008, “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- Rif. [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”;
- Rif. [3] Decreto Ministeriale 28/10/2005. “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”;
- Rif. [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;
- Rif. [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;
- Rif. [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.

#### **3.2    *NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI***

- Rif. [7] SIG, “Linee guida per la progettazione, l'appalto e la costruzione di opere in sotterraneo”, 1997;
- Rif. [8] ITA, “Guidelines for the design of tunnels”, 1988.

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

- Rif. [9] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 A “Manuale di Progettazione delle opere civili” datato Dic 2016;
- Rif. [10] ITALFERR, Specifica Tecnica PPA,0002403 “Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali” datato Dicembre 2015.



APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 9 di 54

## 4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 4.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Come input per il presente documento sono stati utilizzati gli elaborati di progetto relativi alle precedenti fasi progettuali:

- Rif. [1] ITALFERR, Progetto Preliminare (2007);
- Rif. [2] ITALFERR, Aggiornamento del Progetto Preliminare ai requisiti della Legge Obiettivo (2009);
- Rif. [3] Ordinanza n°25 (e relativi Allegati) di approvazione del Progetto Preliminare da parte del Commissario Straordinario, contenente prescrizioni e raccomandazioni per la Progettazione Definitiva (2016).

Nel presente documento si fa inoltre riferimento ai seguenti elaborati allegati al progetto:

- Rif. [4] U.O. Geologia, Gestione Terre e Bonifiche, Elaborati Specialistici;
- Rif. [5] U.O. Infrastrutture Centro, Elaborati Specialistici;
- Rif. [6] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.F6.GN.05.0.0.001 - "Profilo geotecnico – Galleria Ponte";
- Rif. [7] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.F6.GN.06.0.0.001 - "Profilo geotecnico – Galleria Reventa";
- Rif. [8] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.F6.GN.07.0.0.001 - "Profilo geotecnico – Galleria Le Forche";
- Rif. [9] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.F6.GN.07.0.0.002 - "Profilo geotecnico – Galleria Le Forche –(2/2);
- Rif. [10] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.F6.GN.10.0.0.001 - "Profilo geotecnico – Galleria Le Forche – Finestra costruttiva/uscita di emergenza pk 44+305 km";
- Rif. [11] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.F6.GN.11.0.0.001 "Profilo geotecnico – Galleria Le Forche – Finestra Uscita di emergenza pk 45+116,80 km";
- Rif. [12] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GN.05.0.0.001 - "Galleria Ponte - Relazione geotecnica e di calcolo-";
- Rif. [13] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GN.06.0.0.001 - "Galleria Reventa - Relazione geotecnica e di calcolo-";

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 10 di 54

- Rif. [14] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GN.07.0.0.001- “Galleria Le Forche - Relazione geotecnica e di calcolo-”;
- Rif. [15] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GN.10.0.0.001 - “Galleria Le Forche – Uscita di emergenza pk 44+294 - Relazione geotecnica e di calcolo-”;
- Rif. [16] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GN.11.0.0.001 - “Galleria Le Forche – Uscita di emergenza pk 44+294 - Relazione geotecnica e di calcolo-”;
- Rif. [17] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GN.10.0.0.001 - “Galleria Le Forche – Uscita di emergenza pk 45+105 km - Relazione geotecnica e di calcolo-” datato Giugno 2021;
- Rif. [18] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GA.12.0.0.001 - “Galleria Ponte – Imbocco lato Canello - Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco”;
- Rif. [19] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GA.13.0.0.001 - “Galleria Ponte – Imbocco lato Benevento - Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco”;
- Rif. [20] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GA.14.0.0.001 - “Galleria Reventa – Imbocco lato Canello - Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco”;
- Rif. [21] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GA.15.0.0.001 - “Galleria Reventa – Imbocco lato Benevento - Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco”;
- Rif. [22] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GA.16.0.0.001 - “Galleria Le Forche – Imbocco lato Canello - Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco”;
- Rif. [23] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GA.17.0.0.001 - “Galleria Le Forche – Imbocco lato Benevento - Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco”;
- Rif. [24] U.O. Gallerie, doc IF2R.3.2.E.ZZ.RB.GA.21.0.0.001 - “Galleria Le Forche –Uscita di emergenza pk 45+105 km - Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco”.

## 4.2 DOCUMENTI CORRELATI

- Rif. [25] Lunardi P. (2006). Progetto e Costruzione di Gallerie: Analisi delle deformazioni controllate nelle rocce e nei suoli - ADECO-RS – (Hoepli Ed.);
- Rif. [26] Paratie Plus2 017, Teoria – “Metodo Paratie Plus per la valutazione dei cedimenti verticali” – cap,6 Paratie Plus 2017 – teoria, Milano, Ceas, 2016;
- Rif. [27] Peck R.B. (1969). Deep excavations and tunnelling in soft ground. SOA Report 7th Int. Conf. SMFE Mexico City, State of the Art Volume.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 11 di 54

Rif. [28] O'Reilly, M.P. e New, B.M. (1982). Settlements above tunnels in the united kingdom - their magnitude and prediction. Tunnelling 82. The Institution of Mining and Metallurgy, London;

Rif. [29] Burland J.B. (1997). Assessment of risk of damage to buildings due to tunnelling and excavation. Earthquake Geotechnical Engineering, Ishihara (ed.). Balkema, Rotterdam;

Rif. [30] Boscarding M.D., Cording E.G. (1989). Building response to excavation-induced settlement. Jnl. Geo. Engrg. ASCE, 115;

Rif. [31] Potts, D.M. e Addenbrooke, T.I. (1997). A structure's influence on tunnelling-induced ground movements. Proc. Instn. Civ. Engrs. Geotech. Engineering.

#### 4.3 DOCUMENTI SUPERATI

Non sono presenti documenti superati.

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>3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario:            Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	<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>3.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN.00.0.0.001</td> <td>B</td> <td>12 di 54</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.001	B	12 di 54
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.001	B	12 di 54								

## 5 ALLEGATI

Non sono presenti documenti allegati.

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>3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	<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>3.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN.00.0.0.001</td> <td>B</td> <td>13 di 54</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.001	B	13 di 54
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.001	B	13 di 54								

## 6 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

I contenuti della presente relazione sono illustrati negli elaborati grafici specialistici allegati al progetto.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 14 di 54

## 7 MATERIALI IMPIEGATI

### 7.1 GALLERIE NATURALI

#### Interventi di presostegno

<b>Acciaio per infilaggi al contorno</b>	
Tipo	S 355
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 510$ MPa
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 355$ MPa
Tensione di snervamento di calcolo	$f_{yd} \geq 338$ MPa

#### Interventi di precontenimento

<b>Elementi in vetroresina</b>	
Resistenza a trazione caratteristica	$f_{tk} = 450$ MPa
Resistenza a taglio caratteristica	$t = 85$ MPa

<b>Elementi in vetroresina strutturali a 3 piatti</b>	
Resistenza a trazione caratteristica	$f_{tk} = 1000$ MPa
Resistenza a taglio caratteristica	$t = 120$ MPa

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 15 di 54

### Rivestimento provvisorio

<b>Calcestruzzo proiettato (fibrorinforzato)</b>	
Classe di resistenza	C 25/30
Resistenza cilindrica a compressione caratteristica (a 28 giorni di maturazione)	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
Resistenza cilindrica a compressione di calcolo	$f_{cd} = 16.6 \text{ MPa}$
Modulo elastico (a 28 giorni di maturazione)	$E_{cm} = 29961 \text{ MPa}$

<b>Acciaio per centine</b>	
Tipo	S 275
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 430 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 275 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento di calcolo	$f_{yk} \geq 261.9 \text{ MPa}$

### Rivestimenti definitivi

<b>Calcestruzzo armato classe esposizione XC2, X0</b>	
Classe di resistenza di calcolo	C25/30
Resistenza cilindrica a compressione caratteristica (a 28 giorni di maturazione)	$f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$
Resistenza cilindrica a compressione di calcolo	$f_{cd} \geq 14.16 \text{ MPa}$
Modulo elastico (a 28 giorni di maturazione)	$E_{cm} \geq 31475 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio	$\sigma_c = 10.0 \text{ MPa}$

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.001	B	16 di 54
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo							

<b>Calcestruzzo armato classe esposizione XA1</b>	
Classe di resistenza di calcolo	C30/37
Resistenza cilindrica a compressione caratteristica (a 28 giorni di maturazione)	$f_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$
Resistenza cilindrica a compressione di calcolo	$f_{cd} \geq 17.00 \text{ MPa}$
Modulo elastico (a 28 giorni di maturazione)	$E_{cm} \geq 32836 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio	$\sigma_c = 12 \text{ MPa}$

<b>Acciaio per barre di armatura</b>	
Tipo	B450C
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento di calcolo	$f_{yd} = 391,30 \text{ MPa}$
Tensione massima in condizioni di esercizio	$\sigma_s = 337,50 \text{ MPa}$

<b>Calcestruzzo non armato classe esposizione XC2, X0</b>	
Classe di resistenza di calcolo	C 25/30
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,max} = 6.25 \text{ MPa}$
Tensione massima tangenziale	$\tau_c = 0.377 \text{ MPa}$



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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.001	B	17 di 54
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo							

<b>Calcestruzzo non armato classe esposizione XA1</b>	
Classe di resistenza di calcolo	C 30/37
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,max} = 7.50 \text{ MPa}$
Tensione massima tangenziale	$\tau_c = 0.426 \text{ MPa}$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a.r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 18 di 54

## 8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Il tracciato del Lotto 3, di lunghezza complessiva pari a circa 8,2 km, si sviluppa dall'impianto del PC di San Lorenzo (km 38+700) all'impianto di Vitulano (km 46+950,00). Sono previste tre gallerie naturali a doppio binario denominate Ponte, Reventa e Le Forche, per una lunghezza complessiva di circa 2,9 km. Partendo dall'imbocco lato Canello della galleria Ponte, posto ad una quota di 88 m s.l.m., il tracciato procede in salita con una pendenza massima pari a 11,88 ‰ fino alla pk 45+610 km dove si ha un'inversione di pendenza ed il tracciato prosegue in discesa fino all'imbocco lato Benevento della galleria Le Forche, posto ad una quota pari a circa 106 m s.l.m. La copertura massima è di circa 75 m.

In tabella sono riportate le progressive (valutate rispetto al binario dispari) delle opere in sotterraneo di linea previste nel Lotto 3 e delle opere di imbocco ad esse connesse.

PE FRASSO - VITULANO - LOTTO 3					
GALLERIA	pk inizio	pk finale	L	Opera	L <sub>TOT</sub>
	[m]	[m]	[m]		[m]
Ponte	41767,66	41859,32	91,7	GA12	466.7
	41859,32	42195,75	336,4	GN05	
	42195,75	42234,31	38,6	GA13	
Reventa	43144,76	43196,80	52,0	GA14	228.2
	43196,80	43348,74	151,9	GN06	
	43348,74	43372,99	24,3	GA15	
Le Forche	43490,04	43524,56	34,5	GA16	2246.8
	43524,56	45688,48	2163,9	GN07	
	45688,48	45736,88	48,4	GA17	

Tabella 8-1: Progressive delle gallerie di linea del Lotto 3

I requisiti di sicurezza previsti per le gallerie del Lotto 3 sono conformi alle disposizioni legislative emanate in campo europeo attraverso la Specifica Tecnica di Interoperabilità STI-SRT 2014 "Safety in Railway Tunnels, in vigore dal 01/01/2015 (Rif. [6]), e le indicazioni del manuale di progettazione delle opere civili di RFI (RFI DTC SI MA IFS 001 A) del 22/12/2017 (Rif. [9]).

Le sezioni di intradosso delle gallerie presentano marciapiedi d'esodo, posti su entrambi i lati, a geometria variabile, secondo quanto prescritto dal Manuale di Progettazione RFI (Rif. [9]). Adattandosi alla configurazione trasversale del binario, sono caratterizzati dal ciglio posto ad

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 19 di 54

altezza fissa, misurata perpendicolarmente al piano di rotolamento del piano attiguo, pari a +55 cm e a distanza dal bordo interno della più vicina rotaia, misurata parallelamente al piano di rotolamento, pari a 113 cm. Tali camminamenti hanno larghezza non inferiore a 120 cm e sono corredati da mancorrente su entrambi i paramenti della galleria ad una quota di circa 1m dal piano di calpestio del marciapiede.

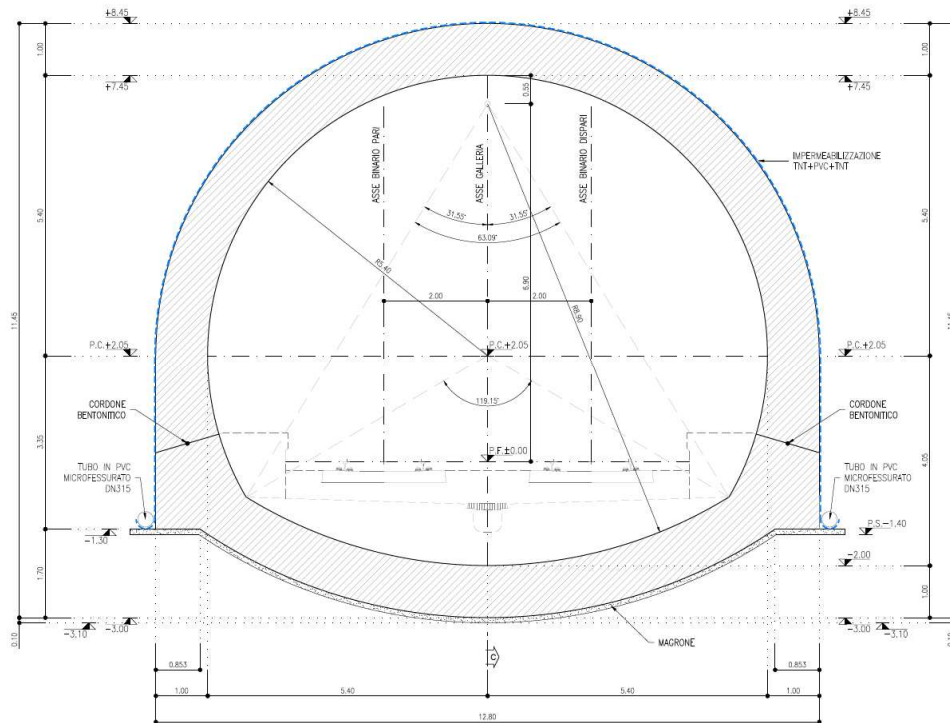


Figura 8-1: Sezione di intradosso gallerie di linea (tratto in naturale)

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
GALLERIE NATURALI Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	<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>3.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN.00.0.0.001</td> <td>B</td> <td>20 di 54</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.001	B	20 di 54
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.001	B	20 di 54								

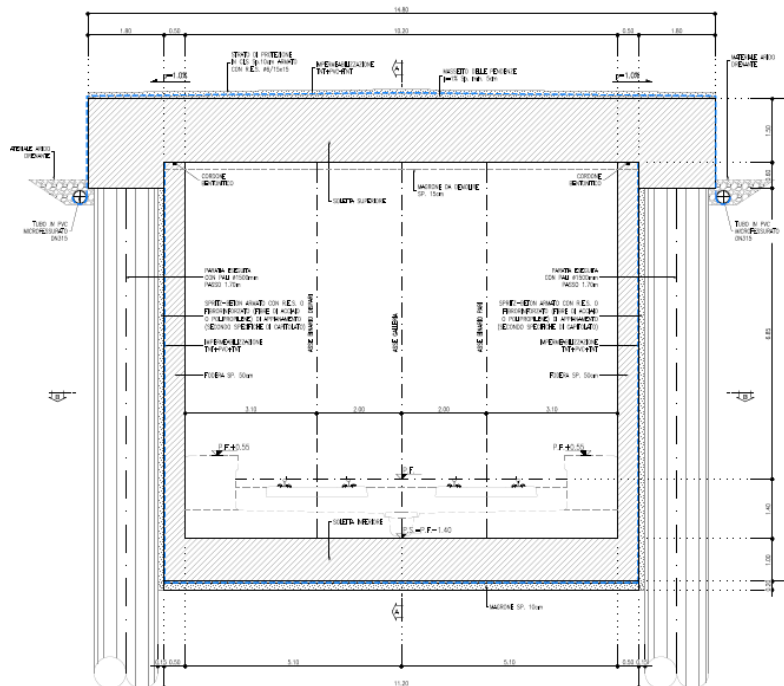


Figura 8-2: Sezione di intradosso gallerie artificiali scatolari (sezione corrente)

In accordo a quanto richiesto dalle Specifiche Tecniche di Interoperabilità concernenti la sicurezza nelle gallerie ferroviarie nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità, che prevedono uscite di emergenza laterali e/o verticali ogni 1000 m, considerato lo sviluppo delle gallerie di linea del Lotto 3, sono state progettate due uscite di emergenza intermedie nella galleria Le Forche:

- Uscita di emergenza/finestra costruttiva con innesto alla pk 44+305,83 km;
- Uscita di emergenza con innesto alla pk 45+116,80 km.

## 8.1 INQUADRAMENTO GELOGICO – GEOMORFOLOGICO – IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda l'inquadramento Geologico-Geomorfologico si faccia riferimento alla relazione riportata nell'elenco elaborati denominata IF2R.0.2.E.ZZ.RH.GE.00.0.1.002 "Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica".

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a.r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI          RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO          II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO          3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>3.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN.00.0.0.001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>21 di 54</b>

## 8.2 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per quanto riguarda l'inquadramento Geotecnico si faccia riferimento alla relazione riportata nell'elenco elaborati denominata IF2R.0.2.E.ZZ.RB.GE.00.0.5.001 "Relazione geotecnica generale di linea delle opere all'aperto".

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 22 di 54

## 9 PREVISIONI SUL COMPORTAMENTO DEL FRONTE SCAVO

Sulla base del modello geotecnico scaturito dagli studi e dalle indagini effettuati nella fase conoscitiva, si procede alla previsione della risposta tensio-deformativa dell'ammasso allo scavo, in assenza di interventi di stabilizzazione.

La valutazione della risposta deformativa dell'ammasso allo scavo è condotta con riferimento alle tre categorie di comportamento fondamentali individuate nel metodo ADECO-RS (Rif. [25]) di seguito brevemente richiamate, sulla base delle quali il tracciato sotterraneo è suddiviso in tratte a comportamento deformativo omogeneo.

I risultati dell'analisi del comportamento deformativo consentono di individuare gli interventi di precontenimento e/o di contenimento più idonei a garantire condizioni di stabilità della galleria in fase di scavo e a lungo termine.

### 9.1 CLASSI DI COMPORTAMENTO DEL FRONTE SCAVO

Secondo l'approccio ADECO-RS (Rif. [25]) la previsione dell'evoluzione dello stato tensionale a seguito dell'apertura di una galleria è possibile attraverso l'analisi dei fenomeni deformativi, che forniscono indicazioni sul comportamento della cavità nei riguardi della stabilità a breve e a lungo termine. Dati sperimentali e analisi teoriche hanno dimostrato che il comportamento della cavità è significativamente condizionato, oltre che dalle caratteristiche geometriche della galleria stessa e dai carichi litostatici, anche dalle caratteristiche di resistenza e di rigidità del nucleo d'avanzamento, inteso come il volume di terreno a monte del fronte di scavo. Se il nucleo non è costituito da materiale sufficientemente rigido e resistente da mantenere in campo elastico il proprio comportamento tensio-deformativo, si sviluppano fenomeni deformativi e plasticizzazioni rilevanti in avanzamento, a cui consegue l'evoluzione verso condizioni di instabilità del fronte e del cavo. Se, invece, il comportamento del nucleo d'avanzamento si mantiene in campo elastico, il nucleo stesso svolge un'azione di precontenimento del cavo, che si mantiene a sua volta in condizioni elastiche, conservando le caratteristiche di massima resistenza del materiale attraversato e quindi configurazioni di stabilità.

Sulla base di tali considerazioni, il comportamento del nucleo-fronte di scavo, al quale è legato quello della cavità, può essere sostanzialmente ricondotto alle seguenti tre categorie:

#### Categoria A: nucleo-fronte stabile

Tale categoria corrisponde alla condizione in cui lo stato tensionale nel terreno al fronte e al contorno della cavità non supera le caratteristiche di resistenza dell'ammasso; in tal caso le deformazioni sono prevalentemente elastiche, di piccola entità e tendono ad esaurirsi

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 23 di 54

rapidamente con la distanza dal fronte. Il fronte di scavo e il cavo sono stabili e quindi non si rendono necessari interventi preventivi di stabilizzazione, se non localizzati e in misura ridotta. Il rivestimento definitivo costituisce il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.

#### Categoria B: nucleo-fronte stabile a breve termine

Tale categoria corrisponde alla condizione in cui lo stato tensionale nel terreno al fronte e al contorno della cavità, a seguito delle operazioni di scavo, raggiunge la resistenza dell'ammasso. I fenomeni deformativi tensioni sono di tipo elasto-plastico, di maggiore entità rispetto al caso precedente. Nell'ammasso può prodursi una eventuale riduzione delle caratteristiche di resistenza con decadimento verso i parametri residui. La risposta tensio deformativa può essere opportunamente controllata con adeguati interventi di preconsolidamento del fronte e/o di consolidamento al contorno del cavo. In tal modo si fornisce l'opportuno contenimento all'ammasso perché mantenga un comportamento stabile. Nel caso non si prevedano interventi, lo stato tensio-deformativo può evolvere verso situazioni di instabilità del cavo in fase di realizzazione. Il rivestimento definitivo costituisce il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.

#### Categoria C: nucleo-fronte instabile

Tale categoria corrisponde alla condizione in cui, superata la resistenza del terreno, i fenomeni deformativi evolvono molto rapidamente in campo plastico, producendo la progressiva instabilità del fronte di scavo e un incremento dell'estensione della zona dell'ammasso decompressa ed plasticizzata al contorno della cavità, con rapido decadimento delle caratteristiche meccaniche del materiale. L'espansione della fascia di materiale decompresso al contorno del cavo deve essere contenuta prima dell'arrivo del fronte di scavo, mediante interventi di preconsolidamento in avanzamento, che consentono di creare artificialmente l'effetto arco per far evolvere la risposta tensio-deformativa verso configurazioni di stabilità.

## **9.2 DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO**

Per la determinazione delle categorie di comportamento sono stati utilizzati principalmente due metodi di analisi:

- il metodo delle linee caratteristiche (per le tratte a copertura non bassa);
- metodo basato sulla resistenza del materiale nei confronti delle sollecitazioni (Broms e Bennermark);
- metodo basato sul parametro di deconfinamento critico (Panet);
- i metodi di analisi della stabilità del fronte all'equilibrio limite (per le tratte a bassa copertura).

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 24 di 54

### 9.3 DEFINIZIONE TRATTE A COMPORTAMENTO TENSIO-DEFORMATIVO OMOGENEO

Per le opere in sotterraneo in progetto sono state considerate diverse sezioni di analisi per le diverse condizioni di ammasso e di copertura. Sulla base di queste analisi, il tracciato è stato suddiviso in tratte a comportamento tensiodeformativo omogeneo.

La galleria Ponte attraversa i depositi alluvionali terrazzati (bn1) con uno scenario di comportamento del nucleo-fronte di scavo prevalentemente instabile (categoria C).

La galleria Reventa attraversa la formazione delle Argille Varicolori (ALV) nella sua litofacies ALVb. Quando il fronte di scavo interessa le litofacies in cui la percentuale di litologie pelitiche risulta prevalente (ALVb con  $L/P \leq 0,7$ ), è prevista una categoria di comportamento C. Se, invece, alla scala del fronte, la percentuale di componente litoide è comparabile alla percentuale di componente pelitica (ALVb con  $0,7 < L/P \leq 1$ ), si distingue un comportamento del nucleo-fronte stabile a breve termine (categoria B).

La galleria Le Forche attraversa la formazione delle Argille Varicolori (ALV) nelle sue tre litofacies e la Formazione di Altavilla (ALT). Quando il fronte di scavo interessa le litofacies in cui la percentuale di litologie pelitiche risulta prevalente (ALVa ed ALVb con  $L/P \leq 0,7$ ), è prevista una categoria di comportamento C. Se, invece, alla scala del fronte, la percentuale di componente litoide è comparabile alla percentuale di componente pelitica (ALVb con  $0,7 < L/P \leq 1$ ), si distingue un comportamento del nucleo-fronte stabile a breve termine (categoria B). Quando il fronte, infine, interessa la litofacies calcareo-dolomitica delle Argille Varicolori (ALVc) e quindi quando la percentuale di componente litoide è molto maggiore rispetto alla componente pelitica, il comportamento allo scavo risulta in prevalenza stabile (A). In presenza di grado di fratturazione dei calcari elevato, in zona di faglia o di transizioni tra differenti litofacies (ALVc/ALVb; ALVc/ALVa), il comportamento allo scavo può risultare stabile a breve termine (B). Si prevede una categoria di comportamento prevalentemente di tipo C per le tratte di scavo all'interno della Formazione di Altavilla; un comportamento di tipo B è ritenuto invece eventuale in funzione dell'alternanza tra argille ed arenarie.

La finestra costruttiva/uscita di emergenza alla pk 44+305,00 km della galleria Le Forche attraversa la formazione delle Argille Varicolori (ALV) nelle sue tre litofacies. Quando il fronte di scavo interessa le litofacies in cui la percentuale di litologie pelitiche risulta prevalente (ALVa ed ALVb con  $L/P \leq 0,7$ ), è prevista una categoria di comportamento C. Se, invece, alla scala del fronte, la percentuale di componente litoide è comparabile alla percentuale di componente pelitica (ALVb con  $0,7 < L/P \leq 1$ ), si distingue un comportamento del nucleo-fronte stabile a breve termine (categoria B); un comportamento di tipo A (stabile) è ritenuto invece eventuale nelle tratte in cui l'ALVb può essere assimilato alla litofacies calcareo-dolomitica ALVc. Quando il fronte, infine, interessa la litofacies calcareo-dolomitica delle Argille Varicolori (ALVc) e quindi quando la percentuale di componente litoide è molto maggiore rispetto alla componente pelitica, il comportamento allo scavo risulta in prevalenza stabile (A). In presenza di grado di fratturazione



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>3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>																	
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<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>3.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN.00.0.0.001</td> <td>B</td> <td>25 di 54</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.001	B	25 di 54
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.001	B	25 di 54													
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo																		

dei calcari elevato, in zona di faglia o di transizioni tra differenti litofacies (ALVc/ALVb), il comportamento allo scavo può risultare stabile a breve termine (B).

L'uscita di emergenza alla pk 45+116,00 km della galleria Le Forche attraversa la formazione delle Argille Varicolori (ALV) nella sua litofacies ALVa, la Formazione di Altavilla (ALT) ed i depositi alluvionali (bn). Quando il fronte di scavo interessa la litofacies delle Argille Varicolori Superiori in cui la percentuale di litologie pelitiche risulta prevalente (ALVa), è prevista una categoria di comportamento C. Si prevede una categoria di comportamento prevalentemente di tipo C per le tratte di scavo all'interno della Formazione di Altavilla; un comportamento di tipo B è ritenuto invece eventuale in funzione dell'alternanza tra argille ed arenarie. Nelle zone di attraversamento dei depositi alluvionali (bn1) lo scenario di comportamento del nucleo-fronte di scavo è prevalentemente instabile (categoria C).

Le previsioni di comportamento lungo il tracciato delle gallerie sono illustrate in forma sintetica nel Profilo Geotecnico (Rif. [6] e Rif. [11]).

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 26 di 54

## 10 LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO

Come ampiamente illustrato nel Capitolo precedente, il progetto delle gallerie naturali, è stato sviluppato attraverso:

- la caratterizzazione degli ammassi e terreni presenti lungo il tracciato, per mezzo dell'individuazione delle caratteristiche geologiche, litologiche, idrogeologiche e geotecniche-geomeccaniche (fase conoscitiva);
- la previsione di comportamento del terreno allo scavo in assenza di interventi e la suddivisione del tracciato in sotterraneo in tratte a comportamento geotecnico-geomeccanico omogeneo in funzione dello stato tensionale agente e delle caratteristiche geotecniche del terreno (fase di diagnosi);
- l'individuazione, per ciascuna tratta definita omogenea, delle sezioni tipo prevalenti (quelle che appaiono in percentuale maggiore sui profili geotecnici delle gallerie naturali) ed eventualmente di altre sezioni, subordinate alle precedenti, per situazioni diverse da quelle ricorrenti lungo la tratta, ma previste in progetto quali ad esempio: zone di faglia, zone di intensa fratturazione, elevata variabilità dei parametri geotecnici, tratte a bassa copertura, morfologie particolari, condizioni idrogeologiche particolarmente critiche, possibili interferenze con le preesistenze di superficie (fase di terapia).

Le sezioni tipo prevalenti sono state verificate staticamente in varie condizioni tensionali e considerando parametri geotecnici rappresentativi all'interno del "range" di valori indicati sui profili geotecnici per il lotto in esame. Da qui si è potuto dedurre, nell'ambito delle sezioni tipo previste, l'applicazione delle variabilità previste per la sezione tipo stessa.

Come previsto dal progetto, le gallerie sono classificate in funzione del comportamento del cavo, con riferimento anche al fronte di scavo, distinguendo tre casi (categorie di comportamento):

- caso A, galleria a fronte e cavità stabili, caratterizzata da fenomeni deformativi che evolvono in campo elastico, immediati e di entità trascurabile;
- caso B, galleria a fronte stabile a breve termine e cavità instabile, caratterizzata da fenomeni di tipo elastico presso il fronte di scavo, che evolvono in campo elasto-plastico con l'avanzamento del fronte;
- caso C, galleria a fronte e cavità instabili, caratterizzata da fenomeni deformativi di tipo plastico fino al collasso che coinvolgono anche il fronte di scavo.

Con le presenti "linee guida" s'intende creare uno strumento che definisce quali saranno i criteri che il progettista adotterà in corso d'opera per:

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 27 di 54

1. confermare la sezione tipo più adeguata, tra quelle già previste in una determinata tratta e riportate in chiaro sugli elaborati “profili geotecnici”;
2. variare quegli interventi che, senza modificare strutturalmente le caratteristiche finali dell’opera, devono adeguarsi alle reali condizioni geotecniche riscontrate al fronte di avanzamento, nonché al comportamento estrusivo del fronte stesso e deformativo del cavo (questi ultimi come noto sono dipendenti sia dalla natura del terreno in termini geologici, geomeccanici ed idrogeologici, sia dagli stati tensionali preesistenti, così come da quelli conseguenti alle operazioni di scavo);
3. individuare una diversa sezione tipo, tra quelle previste in quella tratta o comunque previste in progetto nella stessa formazione, qualora le condizioni realmente riscontrate risultino difformi da quelle ipotizzate.

Per la gestione di tali “linee guida” sarà necessaria la conoscenza dei seguenti elementi e la messa in atto delle seguenti attività sistematiche:

- formazione geologica e coperture in esame;
- raccolta dei dati geologici, geotecnici/geomeccanici rilevabili al fronte che consentono una completa caratterizzazione del terreno in esame, evidenziandone l'intrinseca complessità, caratteristica delle formazioni. Oltre i parametri di resistenza e deformabilità tale caratterizzazione deve contenere, quindi, anche informazioni geostrutturali e di carattere qualitativo, necessarie a completarne la descrizione ai fini progettuali e di comprensione del reale comportamento del terreno allo scavo;
- raccolta dei dati riguardanti le deformazioni superficiali e profonde del fronte (estrusioni) e al contorno del cavo (convergenze) durante l'avanzamento, che consente di valutare in particolare come il terreno descritto precedentemente, sottoposto ai reali stati tensionali, si comporta all'azione combinata delle operazioni di scavo e di messa in opera degli interventi di stabilizzazione previsti dalla sezione tipo adottata;
- registrazione di tutte le reali fasi di avanzamento quali ad esempio: distanza dal fronte di messa in opera dei rivestimenti e la successione delle fasi di consolidamento etc. attraverso osservazioni dirette;
- raccolta dei dati relativi a sezioni di monitoraggio esterne (ad esempio nel sottoattraversamento di edifici).

Nelle presenti linee guida sono descritti alcuni parametri essenziali, riscontrabili al fronte, caratterizzanti i terreni per i comportamenti A,B,C.

Per ogni sezione tipo sono state definite delle soglie di “attenzione” ed “allarme” inerenti alle deformazioni del fronte e del cavo, a cui far corrispondere quantità maggiori o minori di interventi (previsti variabili) o il cambio di sezione tipo.

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 28 di 54

E' evidente che tali valori di deformazioni ipotizzati non vanno intesi come l'unica informazione che possa incidere sulle scelte già adottate per una determinata tratta, in quanto le scelte progettuali sono state fatte tenendo conto di un complesso di elementi più significativi del solo parametro deformativo ed illustrati nello sviluppo di tutto il progetto; essi servono soltanto a fornire indicazioni sul campo dei valori deformativi più probabili per le sezioni già indicate in progetto.

Solo quando saranno osservate situazioni geologiche/geomeccaniche/geotecniche sensibilmente differenti da quelle ipotizzate e deformazioni al di fuori dei campi previsti o non tendenti alla stabilizzazione nel tempo o valori deformativi (entità e/o direzione) anomali, il progettista potrà adottare una sezione diversa da quella prevista, attingendo tra quelle indicate nella tratta in esame sui profili geotecnici del progetto esecutivo.

Qualora si verifichi il solo superamento della soglia di attenzione, senza il superamento della soglia di allarme, si potranno allora modificare gli interventi di precontenimento e contenimento della sezione tipo prevista in progetto, secondo quanto riportato nella "variabilità sezione tipo" tenendo peraltro conto anche di tutte le altre informazioni derivanti dallo scavo.

La variabilità è anche legata agli stati tensionali, ovvero alle coperture ed alla presenza d'acqua; la stessa sezione tipo, a coperture e/o parametri geomeccanici/geotecnicici diversi, potrà avere un'intensità d'interventi di contenimento e pre-contenimento differenziati.

Si sottolinea inoltre che la variabilità risulta anche legata alle misure delle sezioni di monitoraggio esterne, i valori di subsidenza misurati sul piano campagna potranno portare ad una modifica degli interventi di consolidamento.

Qualora il contesto riscontrato non corrisponda a nessuno di quelle ipotizzati nella tratta in esame, e di conseguenza nessuna delle sezioni previste possa essere applicata, ma tuttavia tale contesto sia analogo ad altri presenti lungo il tracciato e descritti nei profili geotecnici del progetto esecutivo, il progettista individuerà attraverso i medesimi strumenti citati precedentemente, una diversa sezione tipo tra quelle già presenti nel progetto esecutivo ed applicate in altre gallerie.

Il caso in cui la situazione riscontrata sia del tutto imprevista e non vi siano analogie possibili lungo il tracciato esula dalle presenti linee guida; in tal caso, potranno essere applicate sezioni tipo non previste dal presente progetto, la cui tipologia dovrà essere concordata con l'ente appaltante.

## 10.1 RILIEVI GEOLOGICO-GEOSTRUTTURALI DEL FRONTE

Nel corso dei lavori il terreno effettivamente attraversato sarà caratterizzato sulla base delle caratteristiche litologiche, strutturali, idrogeologiche che saranno rilevate direttamente sul fronte di scavo (rilievi geologico-geostrutturali del fronte).

I rilievi geologico-geostrutturali del fronte, così come descritti nella "Relazione sul monitoraggio", si

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a.r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 29 di 54

prefiggono quindi l'obiettivo di definire le caratteristiche del terreno con particolare attenzione a quei fattori e parametri sensibili nei confronti di scenari di pericolo. I rilievi saranno svolti secondo le frequenze e le modalità previste nella "Relazione sul monitoraggio".

## 10.2 RILIEVO DELLE FASI ESECUTIVE

Nel corso dei lavori saranno inoltre registrate le fasi esecutive e le cadenze di avanzamento (secondo quanto riportato nella "Relazione sul monitoraggio"). I risultati di tali rilievi hanno lo scopo di fornire gli elementi necessari per valutare l'influenza delle fasi di avanzamento sulla risposta deformativa del fronte e del cavo (ad esempio una più efficace regimentazione dei fenomeni deformativi può essere ottenuta sia rinforzando gli interventi di preconsolidamento al fronte sia avvicinando gli interventi di contenimento quali getto delle murette e dell'arco rovescio in prossimità del fronte).

## 10.3 RISPOTA DEFORMATIVA DEL FRONTE SCAVO

La risposta deformativa del fronte e del cavo rilevabile in corso d'opera, unitamente ai rilievi anzidetti, ha lo scopo di verificare la validità delle sezioni adottate e previste in progetto in termini di:

- tipologia ed intensità degli interventi di 1<sup>a</sup> fase
- fasi esecutive e cadenze di avanzamento

Essa dipende dalle caratteristiche geotecniche del terreno in rapporto agli stati tensionali indotti all'atto dello scavo; il progetto esecutivo fornisce indicazioni sul campo dei valori di convergenza diametrale e di estrusione attesi per ogni sezione tipo.

La frequenza con cui procedere al rilievo della risposta deformativa del fronte e del cavo durante gli avanzamenti è indicata nel progetto del monitoraggio e nei profili geotecnici.

Nel corso dei lavori il rilievo della risposta deformativa del fronte e del cavo viene condotto utilizzando delle apposite schede all'interno delle quali è possibile leggere la risposta deformativa in funzione della distanza del fronte e dei rivestimenti.

Le risultanze di questi rilievi forniscono la reale risposta deformativa del fronte e del cavo. Tale risposta consente di valutare come quei fattori difficilmente schematizzabili e prevedibili a priori, sempre presenti in natura, agiscono sul comportamento del cavo, previsto teoricamente nel progetto.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 30 di 54

## 10.4 FASI ESECUTIVE E CADENZE DI AVANZAMENTO

Il progetto definisce per ogni sezione le fasi esecutive e le cadenze di avanzamento, fornendo in particolare le distanze massime dal fronte di avanzamento entro cui porre in opera gli interventi di contenimento di prima e seconda fase (rivestimento di 1<sup>a</sup> fase, arco rovescio e rivestimento definitivo).

Come accennato, nel corso dei lavori il rilievo delle fasi esecutive e delle cadenze di avanzamento viene condotto secondo particolari schede riportanti ogni dettaglio esecutivo. Ciò al fine di correlare l'andamento delle deformazioni con le fasi lavorative.

Le risultanze di tali rilievi hanno lo scopo di fornire gli elementi necessari per valutare l'influenza delle fasi e delle cadenze di avanzamento sulla risposta deformativa del fronte e del cavo descritta nel paragrafo precedente (ad esempio una più efficace regimazione dei fenomeni deformativi può essere ottenuta rinforzando gli interventi di preconsolidamento al fronte o in alcuni casi avvicinando gli interventi di contenimento quali murette e arco rovescio al fronte).

## 10.5 PROCEDURA APPLICAZIONE SEZIONI TIPO E RELATIVE VARIABILITÀ

Il progetto, attraverso la caratterizzazione dei terreni presenti lungo il tracciato e la successiva fase di previsione di comportamento del terreno allo scavo in assenza di interventi ha definito le tratte a comportamento geomeccanico/geotecnico omogeneo, attribuendone la relativa categoria di comportamento (A, B e C).

All'interno di ciascuna tratta, in sede di progetto, sono state definite nel profilo geotecnico le sezioni tipo e le relative percentuali di applicazione, in funzione delle caratteristiche geologiche del terreno in esame e del grado di instabilità del fronte di avanzamento.

Una volta verificata la rispondenza con le ipotesi di progetto, riguardo alla situazione geologico-geotecnica e gli stati tensionali con i criteri descritti nei paragrafi precedenti, si procede alla scelta e all'applicazione della sezione tipo prevista per la tratta in esame.

Durante gli avanzamenti verranno raccolti i dati, secondo i criteri indicati nei paragrafi precedenti, riguardo alle condizioni geologiche e geomeccaniche/geotecniche al fronte di avanzamento, la risposta deformativa del fronte e del cavo, le fasi e le cadenze di avanzamento; la loro elaborazione consentirà di confrontare la situazione così riscontrata con quella di progetto e procedere di conseguenza alla gestione del progetto secondo i punti di seguito indicati.

1. Se le condizioni geologiche e geomeccaniche/geotecniche rilevabili al fronte e la risposta deformativa si mantengono all'interno dei valori previsti, si prosegue con l'applicazione della sezione in corso di esecuzione.

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>3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>3.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN.00.0.0.001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>31 di 54</b>

2. Se la risposta deformativa manifesta la tendenza a miglioramento o, viceversa al raggiungimento della soglia di attenzione del campo ipotizzato, tendenza confermata dall'evidenza dei precedenti rilievi geologici/geotecnici/geomeccanici, il progettista definirà se procedere alla modifica della distanza dal fronte entro cui eseguire il getto dell'arco rovescio, delle murette, del rivestimento definitivo e/o alla modifica dell'intensità degli interventi, nell'ambito dei range di variabilità previsti per la sezione adottata.
3. Se le condizioni geologiche e geomeccaniche/geotecniche rilevate al fronte di avanzamento manifestano un miglioramento ovvero un peggioramento rispetto al rilievo precedente (pur rimanendo nell'ambito dei parametri caratterizzanti la tratta) il progettista, valuta la possibilità di procedere alla modifica dell'intensità degli interventi nell'ambito dei ranges di variabilità previsti per quella sezione e di seguito descritti, anche con modeste variazioni dei parametri deformativi.

I valori e le misure registrate in corso d'opera dovranno essere interpretati globalmente, osservando il loro andamento; eventuali oscillazioni anomale delle misure, attribuibili ad un malfunzionamento o ad un incorretto posizionamento dello strumento di misura, dovranno essere escluse.

Nell'ambito di una stessa tratta a comportamento geotecnico "omogeneo" possono essere presenti diverse sezioni tipo, oltre a quella prevalente la cui percentuale di applicazione è definita in progetto in funzione di:

- caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno
- caratteristiche geomeccaniche/geotecniche e idrogeologiche del terreno;
- stato tensionale agente.

Quando le situazioni geologiche/geomeccaniche/geotecniche osservate risultano sensibilmente differenti da quelle ipotizzate e le deformazioni sono al di fuori dei campi previsti, si procede al passaggio ad una diversa sezione tipo, tra quelle previste in progetto per quella tratta.

Qualora la situazione riscontrata non corrisponda a nessuna di quelle ipotizzate nella tratta in esame, e di conseguenza nessuna delle sezioni tipo previste possa essere adottata, ma tuttavia tale situazione sia analoga ad altre ipotizzate lungo il tracciato, si procederà all'adozione di una diversa sezione tipo, non prevista in quella tratta, ma già prevista in progetto in altre gallerie in contesti analoghi.

Nel passaggio da una sezione ad un'altra con differenti limitazioni esecutive si procederà con l'adeguamento, in maniera graduale, per quanto possibile, in modo da evitare la perdita della continuità operativa del cantiere. In questa ottica, nell'ambito del progetto costruttivo si adotteranno quei criteri di flessibilità esecutiva che consentano la massima velocità di avanzamento e quindi tali da ridurre al minimo lo sviluppo reologico temporale del processo di detensione e rilassamento del terreno al contorno e sul fronte.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 32 di 54

## 11 DESCRIZIONE SEZIONI TIPO DI SCAVO E FASI COSTRUTTIVE

Vengono di seguito descritte le sezioni tipo previste per l'avanzamento degli scavi nelle gallerie naturali del lotto 3. Per quanto concerne la variabilità di ciascuna sezione tipo, nonché il relativo campo di applicazione, si rimanda ai paragrafi successivi.

### 11.1 SEZIONE TIPO A1

La A1 è una sezione cilindrica che prevede solo interventi di contenimento al contorno tramite centine e spritz beton e può essere impiegata solo nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile (categoria A); ne è prevista l'applicazione nei tratti all'interno delle Argille Varicolori Superiori dove, alla scala del fronte, la percentuale di componente litoide è molto maggiore rispetto alla componente pelitica ( $ALV_c, L/P \gg 1$ ) e con GSI pari a 45, limite superiore del range individuato (Rif. [4]), a cui può essere associato un grado di fratturazione dei calcari basso.

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione A1, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- scavo a piena sezione per singoli sfondi di dimensioni massime 2,80 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,20 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN180 con passo 1,40 m  $\pm$  20%;
- arco rovescio (spessore 0,70 m) e murette in calcestruzzo non armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 5 diametri;
- calotta in calcestruzzo non armato (spessore 0,60 m) gettata ad una distanza non vincolata dal fronte

### 11.2 SEZIONE TIPO A2

La A2 è una sezione cilindrica che prevede solo interventi di contenimento del cavo tramite centine e spritz-beton e bullonatura radiale; può essere impiegata solo nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile (categoria A). Ne è prevista l'applicazione nei tratti all'interno delle Argille Varicolori Superiori dove, alla scala del fronte, la percentuale di componente litoide è molto maggiore rispetto alla componente pelitica ( $ALV_c, L/P \gg 1$ ) e con GSI pari a 35, valore medio del range individuato, a cui può essere associato un grado di fratturazione dei calcari medio, tale da rendere necessario l'utilizzo di sostegni puntuali.



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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 33 di 54

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione A2, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- scavo a piena sezione per singoli sfondi di dimensioni massime 2,40 m;
- chiodatura radiale mediante 14/15 chiodi ad ancoraggio continuo Ø24 disposti in raggiera alternate, lunghezza 6,00 m, interasse longitudinale 1,20 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,20 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN180 con passo 1,20 m  $\pm$  20%;
- arco rovescio (spessore 0,80 m) e murette in calcestruzzo non armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri;
- calotta in calcestruzzo non armato (spessore 0,70 cm) gettata ad una distanza non vincolata dal fronte.

### 11.3 SEZIONE TIPO A2BIS

La A2bis è una sezione cilindrica che prevede solo interventi di contenimento del cavo tramite centine e spritz-beton; può essere impiegata solo nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile (categoria A). Ne è prevista l'applicazione nei tratti all'interno delle Argille Varicolori Superiori dove, alla scala del fronte, la percentuale di componente litoide è molto maggiore rispetto alla componente pelitica ( $ALVc, L/P \gg 1$ ) e con GSI pari a 35, valore medio del range individuato, a cui può essere associato un grado di fratturazione dei calcari medio, tale da rendere necessario l'utilizzo di sostegni puntuali.

La sezione A2 bis è una variante della A2 rispetto alla quale è previsto il profilato HEA180, con una spaziatura di 1.0m. Tale scelta consente di incrementare l'inerzia del sostegno rispetto ai 2 profilati IPN180 installati con una spaziatura di 1.4m e di ridurre lo sfondo da 2.8 m a un metro con un miglioramento delle condizioni di stabilità del cavo e di sicurezza per le maestranze durante la fase di installazione della centina. Rispetto alla A2 si ha anche in questo caso una riduzione dello sfondo da 2.4 a un metro.

Gli ambiti di applicazione della nuova sezione tipo A2bis proposta sono quelli di ammassi rocciosi ( $ALVc$ ) molto fratturati, con un grado di suddivisione che in alcuni casi potrebbe rendere non possibile l'esecuzione della bullonatura radiale (per franamento del foro, per scarsa efficacia trattandosi di materiali analoghi a brecce sciolte). Per contro, la riduzione del passo consente una più rapida e frequente applicazione del rivestimento di prima fase, con un miglioramento dell'efficacia dell'intervento e delle condizioni di sicurezza per le maestranze. Questa sezione è stata aggiunta (e non sostitutiva) come intermedia fra la A1 e la A2 quando il contesto indica condizioni che fanno preferire questo tipo di avanzamento rispetto a quelle previste in PD che rimangono comunque valide.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 34 di 54

Una ulteriore applicazione è nell'attraversamento di zone con possibili cavità carsiche al contorno (come segnalato in questa galleria) con la necessità di ridurre lo sfondo per applicare più frequentemente il rivestimento di prima fase; in presenza di cavità al contorno la bullonatura radiale avrebbe scarsi o addirittura negativi effetti sulla stabilità al contorno.

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione A2bis, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- scavo a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza massima 1.0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,20 m di spritz-beton fibrorinforzato e singola centina HEA180 con passo 1,00 m  $\pm$  20%;
- arco rovescio (spessore 0,80 m) e murette in calcestruzzo non armato;
- calotta in calcestruzzo non armato (spessore 0,70 m).

Sarà possibile effettuare i getti di muretta (4 diametri dal fronte), arco rovescio (svincolata) e calotta (5 diametri).

#### 11.4 SEZIONE TIPO B1

La B1 è una sezione tronco-conica che prevede interventi di precontenimento del fronte e presostegno al contorno, con campi di avanzamento da 11,50 m; ne è prevista l'applicazione nelle tratte dove lo scavo interessa le Argille Varicolori Superiori dove, alla scala del fronte, la percentuale di componente litoide è molto maggiore rispetto alla componente pelitica (ALVc, L/P >> 1) e con GSI pari a 25, limite inferiore del range individuato, a cui può essere associato un grado di fratturazione dei calcari elevato, in zona di faglia e/o in presenza di basse coperture ed in tratte di transizioni tra differenti litofacies (ALVc/ALVb; ALVc/ALVa).

La sezione B1 può essere applicata anche quando, alla scala del fronte, il rapporto tra la percentuale di componente litoide e la percentuale di componente pelitica L/P è prossimo all'unità, sia per la litofacies calcareo-marnosa delle Argille Varicolori Superiori (ALVb), sia per la litofacies ALTb della Formazione di Altavilla, o in zone di faglia.

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione B1, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 30 elementi strutturali tubolari in VTR, L=14,5 m (sovrapposizione minima 6,0 m) cementati in foro con miscele cementizie. L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del  $\pm$ 20%;
- presostegno al contorno (entro un angolo di 120° in calotta) realizzato mediante 33 tubi in acciaio L=12,0 m (sovrapposizione minima 3,5 m, interasse 0,4  $\pm$ 20% m);

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a.r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 35 di 54

- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento troncoconici di lunghezza pari a 8,5 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,25 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN200 con passo 1,0 m;
- arco rovescio (spessore 0,90 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1,5 diametri;

calotta non armata (spessore variabile da 0,50 m a 1,15 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 4 diametri.

## 11.5 SEZIONE TIPO B2

La B2 è una sezione cilindrica che prevede interventi di precontenimento del fronte, con campi di avanzamento da 12,0 m; può essere impiegata nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile a breve termine (categoria B).

Si prevede come sezione eventuale nelle tratte di transizione tra litofacies ALVc/ALVb ed ALVc/ALVa delle Argille Varicolori Superiori in presenza di scenari particolarmente sfavorevoli in termini di stabilità del fronte in tali unità geotecniche, in considerazione della spinta eterogeneità che localmente può caratterizzare tali passaggi per quanto riguarda l'assetto stratigrafico e le alternanze di litologia. In particolare, la sezione B2 è applicata quando, alla scala del fronte, la percentuale di componente litoide è preponderante rispetto alla percentuale di componente pelitica (ALVb con  $0,7 < L/P < 1$ ). Nelle ALVc ( $L/P > 1$ ) la sezione B2 è prevista, invece, nel caso in cui il grado di fratturazione dei calcari sia elevato.

Si prevede come sezione eventuale anche nella litofacies ALTb della Formazione di Altavilla, in presenza di comportamento stabile a breve termine.

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione B2, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 50 elementi strutturali tubolari in VTR, L=20,0 m (sovrapposizione minima 8,0 m) cementati in foro con miscele cementizie. L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del  $\pm 20\%$ ;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento di lunghezza pari a 12,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,25 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN220 con passo 1,0 m  $\pm 20\%$ ;
- arco rovescio (spessore 0,90 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1,5 diametri;

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 36 di 54

- calotta armata (spessore 0,80 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 4 diametri.

## 11.6 SEZIONE TIPO C1

La C1 è una sezione tronco-conica che prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno, con campi di avanzamento da 11,50 m ne è prevista l'applicazione nell'attraversamento dei depositi alluvionali con comportamento del nucleo-fronte instabile (categoria C) nel tratto di galleria Ponte privo di preesistenze in superficie.

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione C1, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 30 microtrattamenti in jet-grouting Ø300 armati con elementi strutturali in VTR, L=20,0 m (sovrapposizione minima 8,0 m). L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del ±20%;
- precontenimento al contorno realizzato mediante 61 colonne in jet-grouting Ø600, L=16,5 m (sovrapposizione minima 4,5 m) e ulteriori 8+8 colonne al piede centina. L'incidenza del preconsolidamento potrà avere una variabilità del ±20%;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento tronco-conici di lunghezza pari a 12,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN220 con passo 1,0 m;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1 diametro;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore variabile da 0,60 m a 1,35 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri.

Il jet-grouting dovrà essere eseguito adottando parametri e procedure tali da garantire il diametro delle colonne previste in progetto e i parametri di resistenza e deformabilità del terreno trattato e tali da tenere sotto controllo durante la fase di perforazione e la fase di iniezione le eventuali venute d'acqua di materiale fine nel caso di superficie piezometrica a quota cavo e superiore (ad esempio attraverso l'utilizzo del preventer).

## 11.7 SEZIONE TIPO C1BIS

La C1bis è una sezione tronco-conica che prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno, con campi di avanzamento da 6.0 m; ne è prevista l'applicazione nel tratto di galleria Ponte in sottoattraversamento di preesistenze in superficie (edifici di civile abitazione).

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 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 37 di 54

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione C1bis, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 50 micro trattamenti in jet-grouting Ø300 armati con elementi strutturali in VTR, L=17,0 m (sovrapposizione minima 11,0 m). L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del ±20%;
- precontenimento al contorno realizzato mediante 65 colonne in jet-grouting Ø600, L=15,0 m (sovrapposizione minima 9,0 m) e ulteriori 8+8 colonne al piede centina. L'incidenza del preconsolidamento potrà avere una variabilità del ±20%;
- presostegno al contorno (entro un angolo di 120° in calotta) realizzato mediante 33 tubi in acciaio valvolati, L=9,5 m (sovrapposizione minima 3,5 m, interasse 0,4±20% m);
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento tronco-conici di lunghezza pari a 6,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN220 con passo 1,0 m;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 0,5 diametri;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore variabile da 0,60 m a 1,35 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 2 diametri.

Il jet-grouting dovrà essere eseguito adottando parametri e procedure tali da garantire il diametro delle colonne previste in progetto e i parametri di resistenza e deformabilità del terreno trattato e tali da tenere sotto controllo durante la fase di perforazione e la fase di iniezione le eventuali venute d'acqua di materiale fine nel caso di superficie piezometrica a quota cavo e superiore (ad esempio attraverso l'utilizzo del preventer).

## 11.8 SEZIONE TIPO C2

La C2 è una sezione cilindrica che prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno, con campi di avanzamento da 12,0 m; ne è prevista l'applicazione nell'attraversamento delle Argille Varicolori Superiori nella litofacies ALVb a maggiore componente pelitica ( $0,4 < L/P < 0,7$ ), nell'attraversamento della litofacies ALVa ( $L/P < 0,4$ ) e della Formazione di Altavilla (ALT), con comportamento del nucleo-fronte instabile (categoria C).

**Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione C2, ordinati secondo le fasi esecutive previste:**

- precontenimento del fronte realizzato mediante 50 elementi strutturali a 3 piatti in VTR, L=20,0 m (sovrapposizione minima 10,0 m) cementati in foro con miscele cementizie.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a.r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 38 di 54

L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del  $\pm 20\%$ ;

- precontenimento al contorno realizzato mediante 51 elementi strutturali a 3 piatti in VTR, L=16,0 m (sovrapposizione minima 6,0 m) cementati in foro con miscele espansive e ulteriori 8+8 elementi strutturali in VTR al piede centina. L'incidenza del preconsolidamento potrà avere una variabilità del  $\pm 20\%$ ;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento di lunghezza pari a 10,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e centine HEB240 con passo 1,0 m  $\pm 20\%$ ;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1 diametro;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore 0,90 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri.

## 11.9 SEZIONE TIPO C2P

La Sezione C2p\* prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno, con campi di avanzamento da 12 m; la lunghezza dei consolidamenti è tale da garantirne la doppia sovrapposizione sia al fronte sia al contorno; è previsto inoltre l'impiego della centina puntone come rivestimento provvisorio in arco rovescio. Ne è prevista l'applicazione nelle tratte in cui le gallerie attraversano le Argille Varicolori Superiori nella litofacies argilloso-marnosa ALVa (L/P<0.4), e nella Formazione di Altavilla (ALT) nelle tratte con coperture elevate, nelle zone di faglia, in presenza di interferenze con fenomeni franosi in superficie e nelle zone a bassa copertura, per mitigare gli effetti indotti dallo scavo e ridurre al minimo le deformazioni al contorno del cavo.

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione C2p\*, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 50 elementi strutturali a 3 piatti in VTR, L=24,0 m (sovrapposizione minima 12,0 m) cementati in foro con miscele cementizie. L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del  $\pm 20\%$ ;
- precontenimento al contorno realizzato mediante 51 elementi strutturali a 3 piatti in VTR, L=24,0 m (sovrapposizione minima 12,0 m) cementati in foro con miscele espansive e ulteriori 8+8 elementi strutturali in VTR al piede centina. L'incidenza del preconsolidamento potrà avere una variabilità del  $\pm 20\%$ ;

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 39 di 54

- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento di lunghezza pari a 12,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e centina singola HEB240 con passo 1,0 m  $\pm$  20%. Chiusura dell'arco rovescio provvisorio con centina puntone HEB240 con passo 1.00 m  $\pm$  20% e 0,30 m di spritz-beton;
- arco rovescio (spessore 1,10 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 0.5 diametri;  
calotta in calcestruzzo armato (spessore 1,00 cm) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 2 diametri.

#### 11.10 SEZIONE TIPO C2P\*

La Sezione C2p\* prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno, con campi di avanzamento da 12 m; la lunghezza dei consolidamenti è tale da garantirne la doppia sovrapposizione sia al fronte sia al contorno; è previsto inoltre l'impiego della centina puntone come rivestimento provvisorio in arco rovescio. Ne è prevista l'applicazione nelle tratte in cui le gallerie attraversano le Argille Varicolori Superiori nella litofacies argilloso-marnosa ALVa (L/P<0,4) e nella Formazione di Altavilla (ALT) nelle tratte con coperture elevate, nelle zone di faglia, in presenza di interferenze con fenomeni franosi in superficie e nelle zone a bassa copertura, per mitigare gli effetti indotti dallo scavo e ridurre al minimo le deformazioni al contorno del cavo.

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione C2p, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 50 elementi strutturali a 3 piatti in VTR, L=24,0 m (sovrapposizione minima 12,0 m) cementati in foro con miscele cementizie. L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del  $\pm$ 20%;
- precontenimento al contorno realizzato mediante 51 elementi strutturali a 3 piatti in VTR, L=24,0 m (sovrapposizione minima 12,0 m) cementati in foro con miscele espansive e ulteriori 8+8 elementi strutturali in VTR al piede centina. L'incidenza del preconsolidamento potrà avere una variabilità del  $\pm$ 20%;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento di lunghezza pari a 12,0 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e centina singola HEB240 con passo 1,0 m  $\pm$  20%. Chiusura dell'arco rovescio provvisorio con centina puntone HEB240 con passo 1.00 m  $\pm$  20% e 0,30 m di spritz-beton;

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 40 di 54

- arco rovescio (spessore 1,10 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 0.5 diametri;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore 1,00 cm) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 2 diametri.

### 11.11 SEZIONE TIPO C2V

La Sezione C2v è una sezione tronco-conica che prevede interventi di precontenimento del fronte e del contorno e interventi di presostegno al contorno, con campi di avanzamento da 10,5 m; ne è prevista l'applicazione nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte instabile (categoria C) in cui può essere necessario il presostegno al contorno della calotta, all'interno della formazione delle Argille Varicolori (ALV) nelle zone a bassa copertura e nelle zone di faglia e nella Formazione di Altavilla (ALT) nelle zone a bassa copertura e con preesistenze a piano campagna e nelle zone di faglia.

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione C2v, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- precontenimento del fronte realizzato mediante 50 elementi strutturali a 3 piatti in VTR, L=20,0 m (sovrapposizione minima 11,5 m) cementati in foro con miscele cementizie. L'incidenza del preconsolidamento (numero o lunghezza degli elementi) potrà avere una variabilità del  $\pm 20\%$ ;
- precontenimento al contorno realizzato mediante 51 elementi strutturali a 3 piatti in VTR, L=17,00 m (sovrapposizione minima 8,5 m) cementati in foro con miscele espansive e ulteriori 8+8 elementi strutturali in VTR al piede centina. L'incidenza del preconsolidamento potrà avere una variabilità del  $\pm 20\%$ ;
- presostegno al contorno (entro un angolo di  $120^\circ$  in calotta) realizzato mediante 34 tubi in acciaio L=14,00 m (sovrapposizione minima 5,5 m, interasse  $0,40 \pm 20\%$  m);
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento tronco-conici di lunghezza pari a 8,5 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e centine HEB240 con passo 1,0 m;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1 diametro;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore variabile da 0,60 cm a 1,35 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri.



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a.r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 41 di 54

## 11.12 SEZIONE TIPO C3

La C3 prevede interventi di consolidamento dall'alto ed è adottata nel tratto della galleria Ponte in prossimità dell'imbocco lato Benevento, in adiacenza all'area oggetto di riempimento dell'incisione e di rimodellamento della cava di inerti ivi presente (intorno alla pk 42+115 km). L'intervento di consolidamento è costituito da colonne in jet-grouting  $\Phi 1200$  di tipo bifluido effettuate dal p.c. Tale intervento risulta propedeutico allo scavo della galleria. In fase di scavo è previsto il contenimento del cavo tramite centine e spritz-beton con campi di avanzamento di 10 m.

Sono di seguito elencati i principali elementi caratterizzanti la sezione C3, ordinati secondo le fasi esecutive previste:

- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1,0 m secondo campi di avanzamento di lunghezza pari a 10 m;
- rivestimento provvisorio (ad ogni sfondo) composto da 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato e doppie centine IPN220 con passo 1,0 m;
- arco rovescio (spessore 1,00 m) e murette in calcestruzzo armato gettati ad una distanza massima dal fronte pari a 1 diametro;
- calotta in calcestruzzo armato (spessore 1,0 m) gettata ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri.

## 11.13 APLICAZIONE DI UNA DIVERSA SEZIONE TIPO

Nei paragrafi precedenti si è detto che se i parametri di riferimento saranno tali da essere diversi da quelli ipotizzati, si potrà procedere ad una variazione degli interventi o al passaggio ad una diversa sezione tipo tra quelle previste per quella tratta.

Nel caso però che, a seguito dei rilievi condotti nel corso degli avanzamenti, si evidenzino nella tratta in scavo, una situazione geologica-geomeccanica-geotecnica attraverso la quale si riscontrano chiaramente caratteristiche geotecniche al di fuori di quelle previste nel contesto progetto, il progettista valuterà se adottare una diversa sezione tipo tra quelle previste in progetto esecutivo nell'ambito della stessa galleria.

In generale, comunque, il passaggio da una sezione tipo ad un'altra potrà avvenire in modo graduale: il progettista potrà adottare dei criteri flessibili di variazione della specifica sezione, ottimizzando gli elementi previsti, in modo che, da una parte, sia garantita la continuità e la sicurezza delle lavorazioni in cantiere e, dall'altra sia lasciato inalterato il livello prestazionale dell'opera.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>3.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN.00.0.0.001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>42 di 54</b>

In questa ottica nell' ambito del progetto esecutivo si adotteranno quei criteri di flessibilità esecutiva che consentano la massima velocità di avanzamento e tali da ridurre al minimo lo sviluppo reologico temporale del processo di detensionamento e rilassamento del terreno al contorno e sul fronte.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 43 di 54

## 12 ANALISI DI RISCHIO SULLA REALIZZAZIONE DELLE GALLERIE

Di seguito si descrivono le principali criticità, legate al contesto geologico, idrogeologico e geotecnico, che potrebbero avere ripercussioni sulla fase realizzativa delle gallerie, e si illustrano le relative possibili azioni di mitigazione o riduzione del rischio.

- Instabilità del fronte scavo
- Transizione litologica
- Fenomeni di subsidenza/interferenza con opere preesistenti
- Fenomeni deformativi
- Presenza di cavità carsiche, masse rocciose carsificate
- Presenza di corpi di frana in superficie
- Venute d'acqua
- Presenza di gas

La mappatura dei diversi rischi individuati nella fase conoscitiva e la relativa gestione definita nella fase di terapia sono illustrate in forma sintetica negli elaborati dei profili geotecnici (Rif. [6] e Rif. [11]).

Per quanto riguarda una descrizione più dettagliata dei rischi lungo il tracciato delle gallerie naturali del Sub-Lotto 3 si rimanda alla relazione IF2R.3.2.E.ZZ.XX.GN.00.0.0.000 "Relazione tecnica delle opere in sotterraneo".

### 12.1 SOGLIE DI ATTENZIONE E ALLARME

Al fine di gestire l'avanzamento in galleria sia dal punto di vista della scelta della sezione tipo di scavo che della variabilità di interventi sono stati definiti dei livelli deformativi dedotti dall'analisi effettuate per la definizione delle sezioni tipo contenute nelle relazioni di calcolo delle gallerie.

L'interpretazione corretta del comportamento tenso-deformativo del fronte e al cavo passa quindi attraverso:

- A) Determinazione dei valori di soglia: tali valori risultano essere dei valori di riferimento rispetto alle ipotesi progettuali. I valori di soglia definiti in questa sede sono suffragati dall'esito delle modellazioni numeriche e dei modelli analitici (linee caratteristiche e discretizzazione alle differenze finite) utilizzati in fase di diagnosi e terapia. I valori scelti risultano rappresentativi delle deformazioni attese in condizioni di esercizio essendo

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 44 di 54

l'intervallo individuato funzione degli stati tensionali (coperture) e della variabilità della parametrizzazione geotecnica individuata.

I valori di soglia riportati nei paragrafi seguenti dovranno essere, in ogni caso, tarati sulla base dei risultati di "back analysis" da effettuare a seguito delle misure di monitoraggio, in quanto, comunque, le deformazioni registrate in galleria risentono di vari fattori che, inevitabilmente, intervengono nella pratica esecutiva, difficilmente simulabili per via puramente analitica.

- B) *Interpretazione dei dati di monitoraggio*: la corretta interpretazione del comportamento tenso-deformativo al fronte e al contorno del cavo richiede un'analisi congiunta di tutti i dati provenienti dal monitoraggio.

I principali documenti di riferimento usati per la definizione dei valori di soglia sono:

- "Relazione geotecnica e di calcolo di ogni galleria naturale";
- "Relazione tecnica delle opere in sotterraneo"
- " Profilo Geotecnico "

I valori dei livelli deformativi servono a dare indicazioni sul campo dei valori più attesi per le sezioni applicate in progetto e andranno comunque tarati in corso d'opera attraverso un processo di "back analysis" seguente all'elaborazione delle misure di monitoraggio.

I valori attesi sono da intendersi come una "soglia di attenzione". Nell'eventualità tali valori vengano superati, ma che comunque siano inferiori ai valori di soglia, si procederà al cambio di sezione e a un incremento delle misure di monitoraggio.

Il superamento del valore di soglia (da intendere come "soglia di allarme") dovrà invece comportare una ritaratura delle soluzioni progettuali individuate, come ad esempio l'adozione di una sezione tipo differente e più robusta.

I valori più sopra riportati sono da intendersi come valori totali a tempo infinito. Siccome il posizionamento delle sezioni di convergenza dovrebbe avvenire a ridosso del fronte, dai suddetti valori si dovrebbe detrarre la quota di deformazione già avvenuta a monte del fronte che nel caso specifico si può stimare in circa il 30% del totale.

## 12.2 VARIABILITÀ DEGLI INTERVENTI

### 12.2.1 Sezione tipo A1

La sezione in oggetto prevede la possibilità di variazione, in funzione del contesto deformativo riscontrato nel corso degli scavi, relativamente a:

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 45 di 54

- **Passo centina:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Distanze di getto dell'arco rovescio e calotta:** i getti dei rivestimenti definitivi saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio. In ogni caso, in assenza di ulteriori indicazioni del progettista dovranno essere regolati secondo le distanze previste in progetto.

### 12.2.2 Sezione tipo A2

La sezione in oggetto prevede la possibilità di variazione, in funzione del contesto deformativo riscontrato nel corso degli scavi, relativamente a:

- **Passo centina:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Bulloni Super swellx:** sono da prevedersi, in relazione al contesto geomeccanico rilevato, quando il passo centine risulta tarato sul massimo della variabilità ovvero  $1,20\text{ m} + 20\%$ ;
- **Distanze di getto dell'arco rovescio e calotta:** i getti dei rivestimenti definitivi saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio. In ogni caso, in assenza di ulteriori indicazioni del progettista dovranno essere regolati secondo le distanze previste in progetto.

### 12.2.3 Sezione tipo A2bis

La sezione in oggetto prevede la possibilità di variazione, in funzione del contesto deformativo riscontrato nel corso degli scavi, relativamente a:

- **Passo centina:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Distanze di getto dell'arco rovescio e calotta:** i getti dei rivestimenti definitivi saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio. In ogni caso, in assenza di ulteriori indicazioni del progettista dovranno essere regolati secondo le distanze previste in progetto.

### 12.2.4 Sezione tipo B1

La sezione in oggetto prevede la possibilità di variazione, in funzione del contesto deformativo riscontrato nel corso degli scavi, relativamente a:

- **Passo centina:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Numero di elementi strutturali sul nucleo di avanzamento:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 46 di 54

- **Numero elementi strutturali in acciaio** al contorno del cavo:  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Distanze di getto dell'arco rovescio e calotta:** i getti dei rivestimenti definitivi saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio. In goni caso, in assenza di ulteriori indicazioni del progettista dovranno essere regolati secondo le distanze previste in progetto.

### 12.2.5 Sezione tipo B2

La sezione in oggetto prevede la possibilità di variazione, in funzione del contesto deformativo riscontrato nel corso degli scavi, relativamente a:

- **Passo centina:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Numero di elementi strutturali sul nucleo di avanzamento:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Distanze di getto dell'arco rovescio e calotta:** i getti del rivestimenti definitivi saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio. In goni caso, in assenza di ulteriori indicazioni del progettista dovranno essere regolati secondo le distanze previste in progetto.

### 12.2.6 Sezione tipo C1

La sezione in oggetto prevede la possibilità di variazione, in funzione del contesto deformativo riscontrato nel corso degli scavi, relativamente a:

- **Passo centina:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto
- **Numero di elementi strutturali sul nucleo di avanzamento:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Numero trattamenti colonnari in jet-grouting** ( $\phi$  600 mm) al contorno del cavo:  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Distanze di getto dell'arco rovescio e calotta:** i getti dei rivestimenti definitivi saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio. In goni caso, in assenza di ulteriori indicazioni del progettista dovranno essere regolati secondo le distanze previste in progetto.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE NATURALI Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 47 di 54

### 12.2.7 Sezione tipo C1bis

La sezione in oggetto prevede la possibilità di variazione, in funzione del contesto deformativo riscontrato nel corso degli scavi, relativamente a:

- **Passo centina:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto
- **Numero di elementi strutturali sul nucleo di avanzamento:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Numero trattamenti colonnari in jet-grouting** ( $\phi$  600 mm) al contorno del cavo:  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Numero tubi in acciaio valvolati al contorno del cavo:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Distanze di getto dell'arco rovescio e calotta:** i getti dei rivestimenti definitivi saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio. In ogni caso, in assenza di ulteriori indicazioni del progettista dovranno essere regolati secondo le distanze previste in progetto.

### 12.2.8 Sezione tipo C2

La sezione in oggetto prevede la possibilità di variazione, in funzione del contesto deformativo riscontrato nel corso degli scavi, relativamente a:

- **Passo centina:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto
- **Numero di elementi strutturali sul nucleo di avanzamento:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Numero elementi strutturali in VTR** al contorno del cavo:  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Distanze di getto dell'arco rovescio e calotta:** i getti dei rivestimenti definitivi saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio. In ogni caso, in assenza di ulteriori indicazioni del progettista dovranno essere regolati secondo le distanze previste in progetto.

### 12.2.9 Sezione tipo C2p

La sezione in oggetto prevede la possibilità di variazione, in funzione del contesto deformativo riscontrato nel corso degli scavi, relativamente a:

- **Passo centina:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 48 di 54

- **Numero di elementi strutturali sul nucleo di avanzamento:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Numero elementi strutturali in VTR** al contorno del cavo:  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Distanze di getto dell'arco rovescio e calotta:** i getti dei rivestimenti definitivi saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio. In ogni caso, in assenza di ulteriori indicazioni del progettista dovranno essere regolati secondo le distanze previste in progetto.

#### **12.2.10 Sezione tipo C2p\***

La sezione in oggetto prevede la possibilità di variazione, in funzione del contesto deformativo riscontrato nel corso degli scavi, relativamente a:

- **Passo centina:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto
- **Numero di elementi strutturali sul nucleo di avanzamento:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Numero elementi strutturali in VTR** al contorno del cavo:  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Distanze di getto dell'arco rovescio e calotta:** i getti dei rivestimenti definitivi saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio. In ogni caso, in assenza di ulteriori indicazioni del progettista dovranno essere regolati secondo le distanze previste in progetto.

#### **12.2.11 Sezione tipo C2v**

La sezione in oggetto prevede la possibilità di variazione, in funzione del contesto deformativo riscontrato nel corso degli scavi, relativamente a:

- **Passo centina:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto
- **Numero di elementi strutturali sul nucleo di avanzamento:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Numero elementi strutturali in VTR** al contorno del cavo:  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;
- **Numero infilaggi metallici al contorno del cavo:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto;



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a.r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA <b>IF2R</b>	LOTTO <b>3.2.E.ZZ</b>	CODIFICA <b>RH</b>	DOCUMENTO <b>GN.00.0.0.001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>49 di 54</b>

- **Distanze di getto dell'arco rovescio e calotta:** i getti dei rivestimenti definitivi saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio. In ogni caso, in assenza di ulteriori indicazioni del progettista dovranno essere regolati secondo le distanze previste in progetto.

### 12.2.12 Sezione tipo C3

La sezione in oggetto prevede la possibilità di variazione, in funzione del contesto deformativo riscontrato nel corso degli scavi, relativamente a:

- **Passo centina:**  $\pm 20\%$  dal valore medio previsto
- **Distanze di getto dell'arco rovescio e calotta:** i getti dei rivestimenti definitivi saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio. In ogni caso, in assenza di ulteriori indicazioni del progettista dovranno essere regolati secondo le distanze previste in progetto.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a.r.l. <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 50 di 54

## **13 TECNOLOGIE ALTERNATIVE E PRESCRIZIONI**

### **13.1 TECNOLOGIA ALTERNATIVE DI PERFORAZIONE**

In corso d'opera si potrà valutare la possibilità di variare la metodologia di perforazione (a secco) utilizzando un opportuno fluido di perforazione (miscela cementizia, acqua additivata con agente schiumogeno, ...) in funzione delle caratteristiche del terreno e previa esecuzione di adeguate prove in sito, atte a garantire:

- ai fini del consolidamento del terreno, caratteristiche funzionali e di resistenza non inferiori a quanto fornito seguendo le attuali prescrizioni;
- l'assenza di problemi connessi alla "sensibilità" dei terreni interessati dalle perforazioni;
- condizioni di inghisaggio analoghe a quelle ottenute con la perforazione a secco.

### **13.2 TECNOLOGIE ALTERNATIVE PER L'ARMATURA DELLO SPRITZ BETON**

Nell'ambito delle tecnologie da applicare per la realizzazione delle gallerie naturali è previsto per l'esecuzione del priverivestimento l'impiego di calcestruzzo proiettato, armato con centine metalliche e rete oppure con centine metalliche e fibre in acciaio.

Entrambe le tecnologie della rete e del fibrorinforzato risultano perfettamente equivalenti dal punto di vista prestazionale seppure caratterizzate da parametri di qualificazione diversi e da una differente modalità di messa in opera.

Coerentemente con ciò, nelle tavole di progetto è stata volutamente lasciata la possibilità di alternativa tra le due tecniche di armatura essendo stata verificata l'equivalenza progettuale.

La scelta tra l'utilizzo di fibre o di rete elettrosaldata verrà operata in cantiere in base alle reali condizioni operative dello scavo, in funzione di quanto precedentemente detto. Qualora il terreno presenti caratteristiche geotecniche migliori di quanto preventivato sarà possibile proteggere il fronte di scavo ricorrendo all'uso di spritz-beton semplice (non armato né fibrorinforzato).

### **13.3 ARMATURA DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

In corrispondenza delle criticità ad oggi riscontrate è risultato necessario l'utilizzo di rivestimenti definitivi opportunamente armati.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a.r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 51 di 54

In corso d'opera è prevista la possibilità di utilizzare in calotta e piedritti sia armature tralicciate, sia quelle standard. Analogamente, in arco rovescio possono essere utilizzate gabbie prefabbricate o armatura tradizionale. Dette opzioni risultano valide anche per le tratte di gallerie artificiali.

Attualmente, tali armature sono state utilizzate in tutti i casi in cui, sulla base dei dati raccolti, siano risultate presenti o siano state previste le condizioni per il determinarsi di sollecitazioni flessionali elevate sui rivestimenti, ovvero:

- In presenza di elementi indicanti formazioni o loro parti con basse caratteristiche geotecniche;
- Nel sottoattraversamento di preesistenze con basse coperture (inferiori a 25-30 m) o di altre zone con criticità singolari (in ammassi disturbati o in presenza di spinte dovute a movimenti di versante);
- Nelle zone soggette a rischio sismico (basse coperture, zone di contatto stratigrafico, zone di faglia);
- In corrispondenza degli, ossia nelle zone ove si verifica generalmente la concomitanza di parietalità e basse coperture.

In presenza di parietalità della galleria rispetto al piano campagna (tipicamente 1-2  $\Phi$ ), le spinte di terreno risultano infatti di lieve entità, ma la loro distribuzione asimmetrica sul contorno del cavo genera nel rivestimento definitivo una forte asimmetria tensionale con elevati momenti flettenti e ridotti sforzi normali.

Analogamente, nei tratti "superficiali" di galleria naturale, la scarsa potenza dello strato di terreno presente sopra l'opera talvolta non permette la formazione dell'effetto arco; in tal caso, tutta la massa di terreno superiore grava per intero sul rivestimento definitivo, che risulta soggetto prevalentemente a carichi di tipo gravitativo. In queste situazioni si ha lo sviluppo di elevati sforzi normali ed elevati momenti flettenti.

Più in generale, in corso d'opera l'armatura di rivestimento definitivo sarà applicata su qualunque sezione tipo nel caso in cui, in funzione dei riscontri degli scavi e del monitoraggio, si dovessero evidenziare difformità rispetto alle ipotesi e condizioni di progetto, e quindi, onde non incorrere in una fessurazione del rivestimento definitivo, anche per tratte ad oggi non prevedibili come armate, in quanto non ricomprese con evidenza nelle situazioni di cui ai punti precedenti.

Un diverso utilizzo di armature per il rivestimento definitivo non deve dunque essere considerato come univocamente condizionato all'adozione di specifiche sezioni tipo, in quanto almeno in parte indipendente dalla tipologia e densità di consolidamenti applicati al fronte e in calotta, o dai rivestimenti di prima fase, e quindi non necessariamente legato ad una loro contestuale modifica.

Del resto, anche nel caso di tratte già previste come armate in progetto, non si può escludere che si determinino condizioni difformi da quanto oggi preventivabile, e tali da richiedere un

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a.r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 52 di 54

appesantimento delle armature stesse, o anche da consentirne, viceversa, un'ottimizzazione, in funzione delle diverse condizioni di carico del rivestimento definitivo e della sua risposta strutturale nell'interazione con l'ammasso nelle diverse fasi realizzative.

In conclusione, ove si dovesse procedere con l'inserimento o l'adeguamento dell'armatura necessaria, così come nel caso si dovesse procedere ad adottare sezioni tipo differenti, che implicino una diversa distribuzione dei rivestimenti definitivi, l'applicazione di tali diverse ipotesi dovrà essere ordinata a mezzo di apposito ordine di servizio dalla Direzione Lavori, assumendo tale modifica la valenza di "variante progettuale".

### 13.4 DISTANZE DI GETTO DEI RIVESTIMENTI DEFINITIVI

Le distanze di getto del rivestimento vengono misurate a partire dal fronte di scavo e sono relative ad arco rovescio, murette e calotta. Esse sono funzione della risposta tenso/deformativa del cavo nonché di specifiche situazioni locali riguardanti le singole gallerie.

In linea generale, il getto dell'arco rovescio e delle murette dovrà avvenire contemporaneamente solo in casi particolari, da valutarsi in corso d'opera; sempre in linea generale, si potrà effettuare un getto separato di arco rovescio e murette, avendo comunque cura di realizzare le murette il più vicino possibile al fronte di scavo, onde ottenere una più rapida stabilizzazione delle convergenze.

La distanza di getto della calotta sarà anch'essa funzione delle condizioni generali del terreno. Per terreni che si trovino in condizioni geomeccaniche/geotecniche scadenti o per situazioni che evidenzino elevati valori tenso/deformativi sarà necessario portare il getto della calotta il più possibile vicino al fronte (variabilità minima); in terreni che presentino discrete caratteristiche geotecniche o bassi valori tenso/deformativi si potrà invece utilizzare come distanza di getto la distanza massima prevista all'interno del range di variabilità di detta sezione tipo (variabilità massima); infine se il terreno si presenta in condizioni simili a quelle previste in progetto, si procederà ad utilizzare la distanza media all'interno del range di variabilità previsto.

Le distanze di getto sono funzione della tipologia di terreno nonché delle convergenze misurate in galleria o all'esterno, e dei valori di estrusione al fronte; in linea generale dovrà essere applicata la distanza minima qualora le deformazioni misurate risultino comprese tra la soglia di attenzione e la soglia di allarme stabilite nel presente documento, e/o nel caso in cui i parametri geomeccanici/geotecnici riscontrati in fase di esecuzione dei lavori si collochino verso l'estremo inferiore del range di variabilità del rispettivo gruppo geotecnico.

La distanza "massima" all'interno del range di variabilità potrà essere generalmente applicata qualora le convergenze misurate e le estrusioni risultino al di sotto della soglia di attenzione, e qualora i parametri geomeccanici/geotecnici si collochino verso l'estremo superiore del range di variabilità del gruppo geotecnico.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a.r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 53 di 54

La distanza di getto dei rivestimenti definitivi rispetto al fronte dovrà comunque rispettare tendenzialmente la massima distanza prevista per la sezione tipo in esame; il progettista potrà valutare in corso d'opera la possibilità di aumentare ulteriormente le distanze massime progettuali; situazioni locali e particolari verranno valutate di volta in volta.

Per quanto concerne i valori numerici delle distanze di getto relativamente ad ogni sezione tipo si vedano i relativi paragrafi.

### 13.5 CARATTERISTICHE MINIME DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO

Per quanto riguarda il calcestruzzo che costituisce il riempimento dell'arco rovescio, si prevede di poter transitare sul calcestruzzo quando sia stata raggiunta una resistenza minima di 10 MPa a compressione (Rif Capitolato delle Opere Civili RFI DTC SI SP IFS 001 A), ferma restando la resistenza caratteristica richiesta da progetto.

Nel caso fosse necessario transitare prima del raggiungimento di tale resistenza, il calcestruzzo sarà opportunamente protetto da elementi ripartitori, tali da scaricare una pressione congrua per le caratteristiche di resistenza misurata a quella data di maturazione.

Per quanto riguarda il calcestruzzo di calotta, fermo restando la resistenza caratteristica richiesta da progetto, si prescrive che il disarmo del getto non avvenga prima che il calcestruzzo stesso abbia raggiunto una resistenza di almeno 10-12 MPa (Rif. Capitolato delle Opere Civili RFI DTC SI SP IFS 001 A).

### 13.6 TECNICHE DI CONSOLIDAMENTO DEI FRONTI DI SCAVO

Le geometrie di consolidamento presentate negli elaborati grafici di progetto devono intendersi come geometrie "medie"; in presenza di anomalie localizzate su parte del fronte, o per esigenze locali di messa in sicurezza, non è esclusa la possibilità di una variazione "puntuale" delle quantità o delle geometrie dei consolidamenti. Pur rimanendo invariato il numero totale degli interventi, nello specifico potranno aversi zone del fronte con differenti densità di intervento in funzione delle caratteristiche geotecniche "puntuali" di ciascuna zona; Gli interventi di consolidamento precedentemente elencati dovranno essere dimensionati in modo da "cucire" la superficie di contatto tra le diverse formazioni, ovvero si dovrà prestare particolare attenzione nella definizione degli angoli di perforazione e delle lunghezze degli elementi. Detta operazione verrà definita nel dettaglio in corso d'opera, sulla base delle conoscenze geologiche ed idrogeologiche acquisite nel corso dello scavo, nonché in base ai rilievi dei fronti effettuati.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a.r.l.</b> <small>Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata</small>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>																	
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<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>3.2.E.ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN.00.0.0.001</td> <td>B</td> <td>54 di 54</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.001	B	54 di 54
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF2R	3.2.E.ZZ	RH	GN.00.0.0.001	B	54 di 54													
<b>GALLERIE NATURALI</b> Relazione tecnica e linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo																		

### 13.7 SOGLIE D'ATTENZIONE E D'ALLARME

In corso d'opera è prevista la possibilità di ritardare i valori numerici delle "soglie" di attenzione e di allarme previsti per i diversi litotipi. In questa fase le soglie risultano necessariamente derivate da parametrizzazioni geomeccaniche, schemi e modelli di calcolo basati sui dati ad oggi disponibili.

Per le motivazioni succitate i valori di soglia indicati in questa prima fase risultano indicativi e solo in fase di scavo gli stessi potranno essere ridefiniti più adeguatamente; non si esclude la possibilità di avere valori di soglia differenti tra la prima e la seconda fornice.

### 13.8 CRITICITÀ

La progettazione delle sezioni tipo è stata condotta conformemente ai dati ad oggi disponibili. Qualora dovessero verificarsi, in fase di scavo, condizioni geomeccaniche/geotecniche e/o idrogeologiche (stress tettonici, rapporto tra tensioni verticali ed orizzontali nel terreno, etc.) diverse da quanto oggi ipotizzabile in base ai dati raccolti e disponibili, sarà necessario procedere ad una rivisitazione degli interventi, in particolar modo delle caratteristiche dei rivestimenti definitivi.

Inoltre, sarebbe opportuno intensificare gli interventi di consolidamento delle sezioni tipo se dovessero manifestarsi problematiche locali durante gli scavi di avanzamento (quali splaccaggi del fronte e/o della calotta, situazioni geologiche puntuali, etc). La valutazione delle modifiche necessarie sarà compiuta dal progettista in funzione di quanto osservato e registrato nel corso degli scavi.