

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



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

## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI-BARI

### RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

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

### GALLERIA MONTE AGLIO

### OPERE IN SOTTERRANEO

Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo

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

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

I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	H	G	N	0	0	0	0	0	0	1	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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

File: IF1N.0.1.E.ZZ.RH.GN.00.0.0.001.D.docx	n. Elab.:
---	-----------

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>2 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	2 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	2 di 37								

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
1.1	RIFERIMENTI .....	4
1.1.1	NORMATIVA .....	4
1.1.2	RACCOMANDAZIONI E SPECIFICHE TECNICHE .....	4
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>	<b>5</b>
2.1	GALLERIA DI LINEA.....	5
2.2	USCITE DI EMERGENZA .....	8
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DI LAVORO.....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>FASE CONOSCITIVA.....</b>	<b>13</b>
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	13
4.1.1	UNITÀ DEI MONTI LATTARI-PICENTINI-ALBURNI .....	13
4.1.2	UNITÀ DEL SANNIO .....	13
4.1.3	DEPOSITI CONTINENTALI.....	14
4.2	INDAGINI.....	16
4.3	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA.....	16
4.3.2	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI .....	18
4.3.3	DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI .....	19
<b>5</b>	<b>FASE DI DIAGNOSI.....</b>	<b>21</b>
5.1	CLASSI DI COMPORTAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO.....	21
5.2	DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO .....	22
5.3	DEFINIZIONE DELLE TRATTE A COMPORTAMENTO TENSIO-DEFORMATIVO OMOGENEO .....	22
5.3.1	GALLERIA DI LINEA .....	22
5.3.2	GALLERIA FINESTRA KM 3+777.276.....	22
5.3.3	GALLERIA FINESTRA KM 5+503.917 .....	22
5.3.4	CUNICOLO DI SFOLLAMENTO .....	22
<b>6</b>	<b>FASE DI TERAPIA.....</b>	<b>23</b>
6.1	GALLERIA DI LINEA, TRATTA IN NATURALE.....	23
6.1.1	SEZIONE TIPO A1 E A1_STAR .....	23
6.1.2	SEZIONE TIPO A2 E A2_STAR .....	23
6.1.3	SEZIONE TIPO B1 E B1_STAR .....	24
6.1.4	SEZIONE TIPO B2.....	24
6.1.5	SEZIONI TIPO C1 .....	25
6.1.6	SEZIONE TIPO C1BIS .....	25
6.1.7	SEZIONE TIPO C2.....	26

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>3 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	3 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	3 di 37								

6.1.8	SEZIONE TIPO C2P .....	26
6.2	GALLERIA DI LINEA, IMBOCCO LATO CANCELLO.....	27
6.3	GALLERIA DI LINEA, IMBOCCO LATO BENEVENTO .....	28
6.4	GALLERIA FINESTRA PK 3+777.276 .....	29
6.4.1	SEZIONE TIPO A1 E A1_OR.....	29
6.4.2	SEZIONE TIPO A2.....	29
6.4.3	SEZIONE TIPO B1.....	29
6.4.4	SEZIONE TIPO CAMERONE DI MANOVRA.....	30
6.5	GALLERIA FINESTRA PK 5+503.917 .....	31
6.5.1	SEZIONE TIPO A1.....	31
6.5.2	SEZIONE TIPO A2.....	31
6.5.3	SEZIONE TIPO B1.....	31
6.5.4	SEZIONE TIPO B2.....	32
6.5.5	SEZIONE TIPO CAMERONE DI MANOVRA.....	32
6.6	CUNICOLO DI SFOLLAMENTO .....	34
6.6.1	SEZIONE TIPO A1.....	34
6.6.2	SEZIONE TIPO A1ALL .....	34
6.6.3	SEZIONE TIPO A2.....	34
6.6.4	SEZIONE TIPO A2ALL .....	35
6.6.5	SEZIONE TIPO CM1.....	35
6.6.6	SEZIONE TIPO B1.....	35
6.6.7	SEZIONE TIPO C2.....	35
6.6.8	SEZIONE TIPO C2BIS .....	36
6.6.9	SEZIONE TIPO CM2.....	36
7	MONITORAGGIO.....	37

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>4 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	4 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	4 di 37								

# 1 PREMESSA

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

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

Il presente documento illustra le principali soluzioni tecnico-progettuali individuate per la realizzazione delle tratte in naturale della galleria e le relative opere accessorie costituite dai due imbocchi e dalle uscite/accessi di emergenza intermedie, previste 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.

## 1.1 RIFERIMENTI

### 1.1.1 NORMATIVA

Le verifiche statiche e la redazione della presente relazione sono state eseguite in conformità alle seguenti Normative:

- Decreto Ministero Infrastrutture 14 gennaio 2008, “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare n.617 del 2 febbraio 2009 Ministero Infrastrutture e Trasporti, Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- Decreto Ministeriale 28/10/2005. “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”;
- 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;
- 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;
- 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.

### 1.1.2 RACCOMANDAZIONI E SPECIFICHE TECNICHE

- RFI, documento DTCINCCSSPIFS001A “Specifiche per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie”, datato Dicembre 2011;
- RFI, documento RFIDINICMAGAGN00001B “Manuale Progettazione Gallerie”, datato Dicembre 2003;
- ITALFERR, “Manuale di progettazione”, datato Gennaio 2006;
- ITALFERR, Specifica Tecnica PPA.0002403 “Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali”, datato Dicembre 2015;
- RFI, documento RFIDINIC\A0011\P\2005\0001075, “Relazione Conclusiva Gruppo di Lavoro Nicchie in galleria”, datato Novembre 2005.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>5 di 37</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	5 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	5 di 37								

## 2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La galleria di linea denominata "Monte Aglio" ha una lunghezza complessiva di 4196m, di cui 337m in artificiale e 3859m in naturale da scavare con il metodo tradizionale.

La galleria di linea si compone delle seguenti tratte:

**Tabella 1: sintesi delle tratte di cui si compone la galleria di linea**

pk inizio	pk fine	lunghezza [m]	galleria	sezione di intradosso
2+780.00	2+881.00	101	artificiale	scatolare
2+881.00	3+000.00	119	artificiale	policentrica
3+000.00	6+859.00	3859	naturale	monocentrica
6+859.00	6+917.00	58	artificiale	policentrica
6+917.00	6+976.00	59	artificiale	scatolare

L'imbocco lato Canello si trova a pk 2+780.00 nel comune di Maddaloni, mentre l'imbocco lato Benevento si trova a pk 6+976.00 nel comune di Valle di Maddaloni.

L'imbocco lato Canello si trova a circa 63m s.l.m, mentre l'imbocco lato Benevento si trova a circa 117m s.l.m, con una pendenza di circa il 1.3% in discesa da Benevento verso Canello.

Le coperture massime previste per la tratta in naturale sono di circa 306m e sono localizzate nella tratta centrale della galleria, mentre agli imbocchi si registrano le coperture minime.

Il progetto prevede 4 uscite di emergenza lungo il tracciato in sotterraneo da utilizzare come vie di fuga per l'evacuazione e l'accesso dei mezzi di soccorso:

- 1° uscita di emergenza a pk 3+777.276 con collegamento diretto verso l'esterno mediante una galleria finestra di lunghezza 330m. Questa tratta di galleria è utilizzata anche in fase costruttiva al fine di creare una nuova finestra di accesso alla galleria di linea ed utilizzare così più fronti di avanzamento per lo scavo della galleria principale.
- 2° uscita di emergenza ubicata a pk 4+777.570 collegata mediante un cunicolo alla terza uscita di emergenza da cui si accede all'esterno mediante una tratta di galleria finestra.
- 3° uscita di emergenza a pk 5+503.917, collegata direttamente all'esterno con una galleria finestra di lunghezza pari a 550m circa. Alla galleria finestra si interseca anche il cunicolo di emergenza che collega la seconda e quarta uscita.
- 4° uscita di emergenza a pk 5+978.240 è collegata alla finestra di uscita mediante il cunicolo di lunghezza complessiva di 1226m posto a circa 22 di distanza dall'asse della galleria principale di linea.

### 2.1 GALLERIA DI LINEA

La galleria naturale di linea ha una sezione policentrica con raggio interno in calotta pari a 5,45m. Il profilo di intradosso è stato definito, in accordo con il Progetto Definitivo, adottando il gabarit C – PMO5; il piano teorico di contatto è posizionato a 5,20m dal piano del ferro, l'altezza libera sul piano del ferro è pari a 7,55m.

In coerenza con le recenti progettazioni di nuove gallerie, sono previsti stradelli a geometria variabile, con piano di calpestio a 55cm sul piano del ferro, e ciglio a 113cm dal bordo interno della rotaia. Entrambe le distanze sono riferite al piano di rotolamento e definiscono pertanto una posizione del ciglio del marciapiede variabile con la sopraelevazione, al fine di mantenere costante la distanza tra il marciapiede e il predellino di discesa del treno. I marciapiedi, presenti su entrambi i lati della galleria, garantiscono in ogni caso una larghezza minima di 1,20m e sono attrezzati con l'installazione del corrimano.

**RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE  
IN SOTTERRANEO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	6 di 37

Con riferimento alle indicazioni del documento “Relazione conclusiva del Gruppo di Lavoro Nicchie in gallerie di nuova costruzione”, in galleria non sono previste nicchie di ricovero del personale. Trattandosi infatti di una linea a doppio binario, la presenza del personale per gli interventi di manutenzione sarà comunque possibile lungo lo stradello attiguo al binario interrotto, mentre la circolazione ferroviaria potrà avvenire, in entrambe le direzioni, lungo l'altro binario, con velocità non superiore a 160km/h.

Su entrambi i marciapiedi sono previste, ogni 250m, coppie di nicchie tecnologiche di dimensioni utili interne pari a circa 230x280cm, per un totale di 17+17 nicchie.

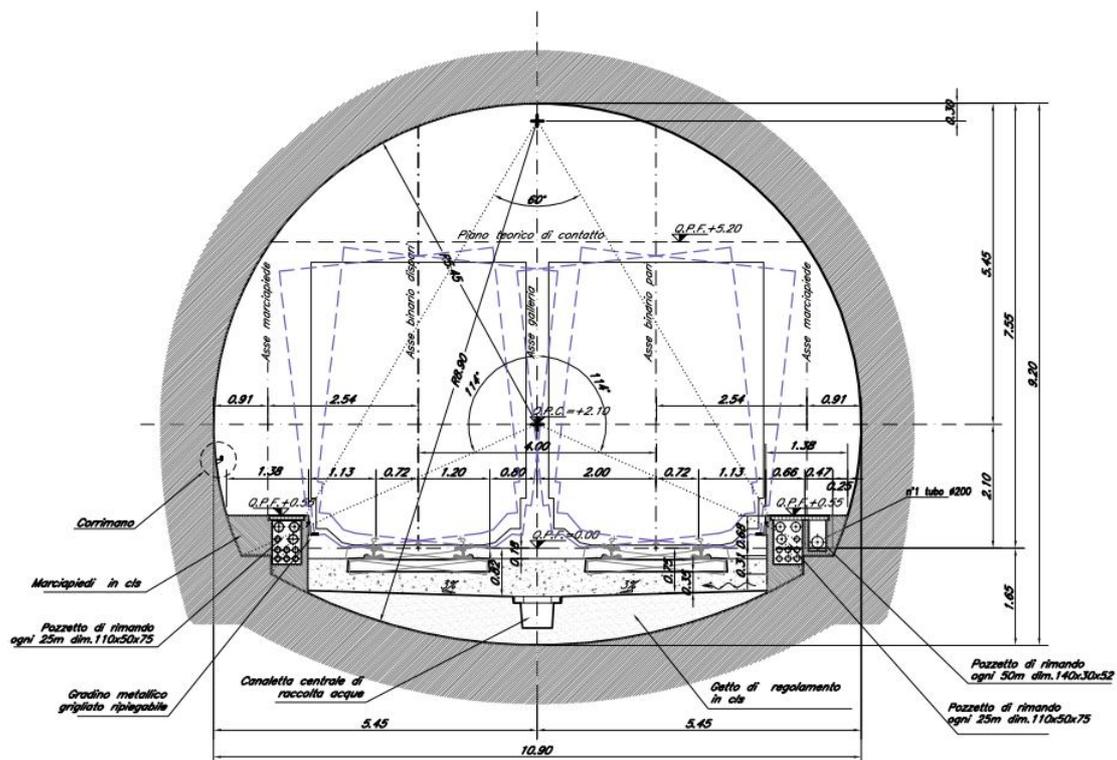
La quota di imbocco lato Canello è pari a circa 63m s.l.m. mentre quella lato Benevento è pari a circa 117m s.l.m. per una pendenza pressoché costante del 13‰ in ascesa da Canello verso Benevento.

Procedendo da sud verso nord, a partire dall'imbocco lato Canello le coperture crescono molto lentamente raggiungendo un ricoprimento di circa 30m dopo oltre 500m dal portale. A seguire, le coperture aumentano più rapidamente, mantenendosi ben oltre i 100 m per circa il 75% dell'intera tratta in naturale. Le coperture massime sono di poco superiori ai 300m. In prossimità dell'imbocco lato Benevento, le coperture tornano a degradare lentamente in modo sostanzialmente simmetrico all'imbocco lato Canello.

Considerate le elevate coperture appena descritte che caratterizzano gran parte della galleria, ed il contesto quasi interamente extra-urbano in cui si sviluppa il tracciato, non si ha alcuna interferenza rilevante, fatta eccezione per la tratta più superficiale in prossimità dell'imbocco Nord.

All'imbocco lato Benevento, vanno invece segnalate alcune interferenze presenti a piano campagna in corrispondenza del tratto iniziale della galleria naturale a bassa copertura; si tratta per lo più di edifici industriali e di civili abitazioni distribuiti lungo la S.S. 265 nel Comune di Valle di Maddaloni.

In corrispondenza della tratta compresa tra la pk 4+302.2 e la pk 4+352.20 è prevista una sezione policentrica con profilo di intradosso maggiore definita Camerone di Segnalamento. Il resto della tratta prevede l'utilizzo della sezione corrente.



**Figura 1: sezione corrente**

RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE  
IN SOTTERRANEO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	7 di 37

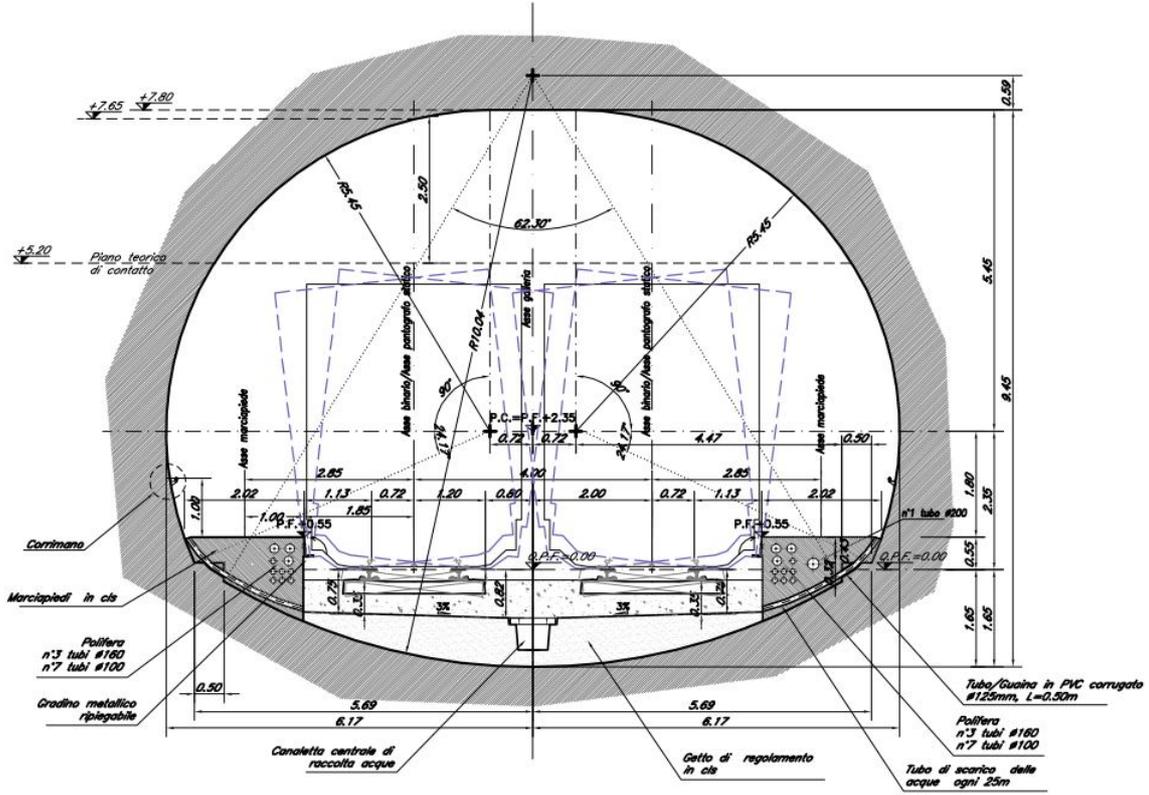
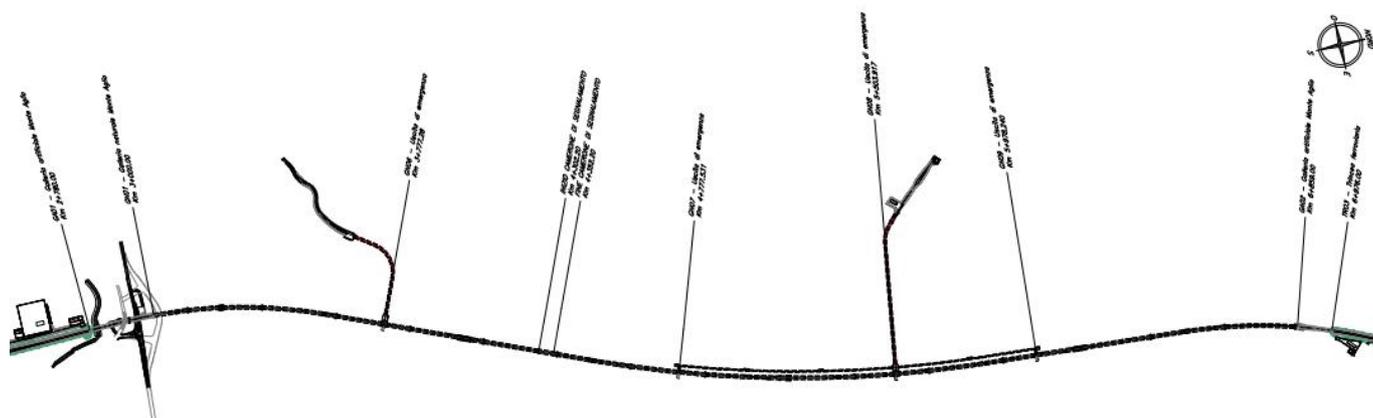


Figura 2: sezione allargata

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>8 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	8 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	8 di 37								

## 2.2 USCITE DI EMERGENZA

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 1000m, considerato lo sviluppo della galleria in oggetto, sono state previste 4 uscite di emergenza intermedie per l'evacuazione dei passeggeri e l'accesso delle squadre di soccorso.



**Figura 3: visualizzazione d'insieme delle uscite di emergenza**

Con riferimento alle progressive di innesto sulla galleria di linea, le 4 uscite di emergenza sono ubicate come di seguito riportato:

- 1° uscita: pk 3+777.276
- 2° uscita: pk 4+777.531
- 3° uscita: pk 5+503.917
- 4° uscita: pk 5+978.211

La prima e la terza uscita sono direttamente collegate all'aperto mediante due finestre lunghe rispettivamente 360m e 540m circa; oltre a svolgere la funzione di uscite di emergenza in esercizio, queste svolgono anche la funzione di finestre costruttive, consentendo in fase di realizzazione di avere due coppie di fronti di attacco intermedi per lo scavo della galleria. Sono infatti previste a sezione di intradosso policentrica, con un raggio interno di calotta pari a 4m, di dimensioni tali da assicurare anche l'incrocio dei mezzi in configurazione provvisoria.

La finestra a pk 3+777.276, a partire dall'imbocco, ha un primo tratto in leggera contropendenza, per poi scendere con una pendenza di poco inferiore al 13% fino a raccordarsi con la galleria di linea. In prossimità dell'innesto sulla galleria di linea è previsto un camerone che garantisce uno spazio di manovra per i mezzi di soccorso di 15x15m, ed infine la vera e propria sezione di innesto, con la stessa sezione di intradosso della galleria di linea. Le coperture sono superiori ai 100m già a breve distanza dall'imbocco, e raggiungono il valore massimo di circa 176m in corrispondenza dell'innesto alla galleria di linea.

RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE  
IN SOTTERRANEO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	9 di 37

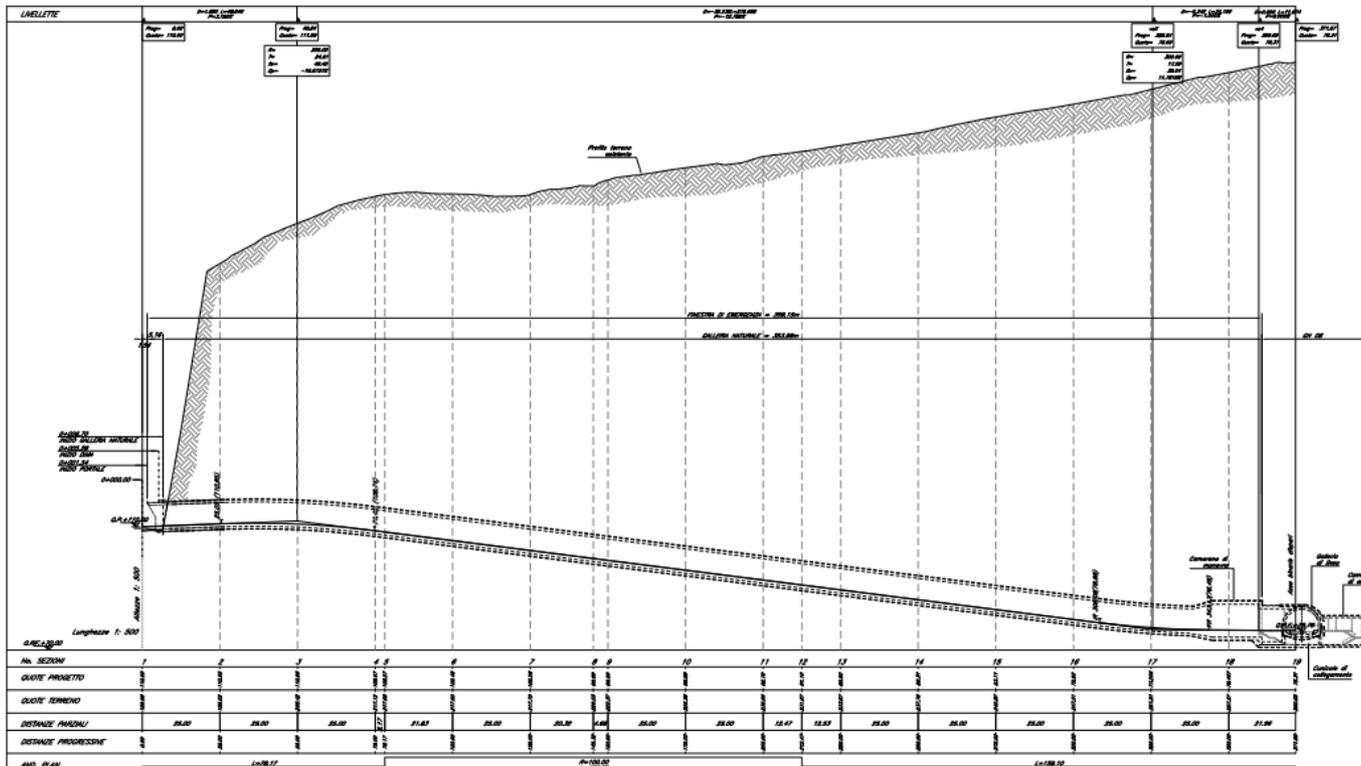


Figura 4: profilo della galleria finestra pk 3+777.276

La finestra a pk 5+503.917 ha un tracciato del tutto analogo alla precedente, con una leggera contropendenza all'imbocco, la discesa verso la galleria di linea, in questo caso con una pendenza del 14,5%, il camerone di manovra e la sezione di innesto alla galleria di linea. Le coperture crescono linearmente a partire dall'imbocco e raggiungono il valore massimo di circa 265m in corrispondenza dell'innesto alla galleria di linea.

RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE  
IN SOTTERRANEO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RH	GN000 001	D	10 di 37

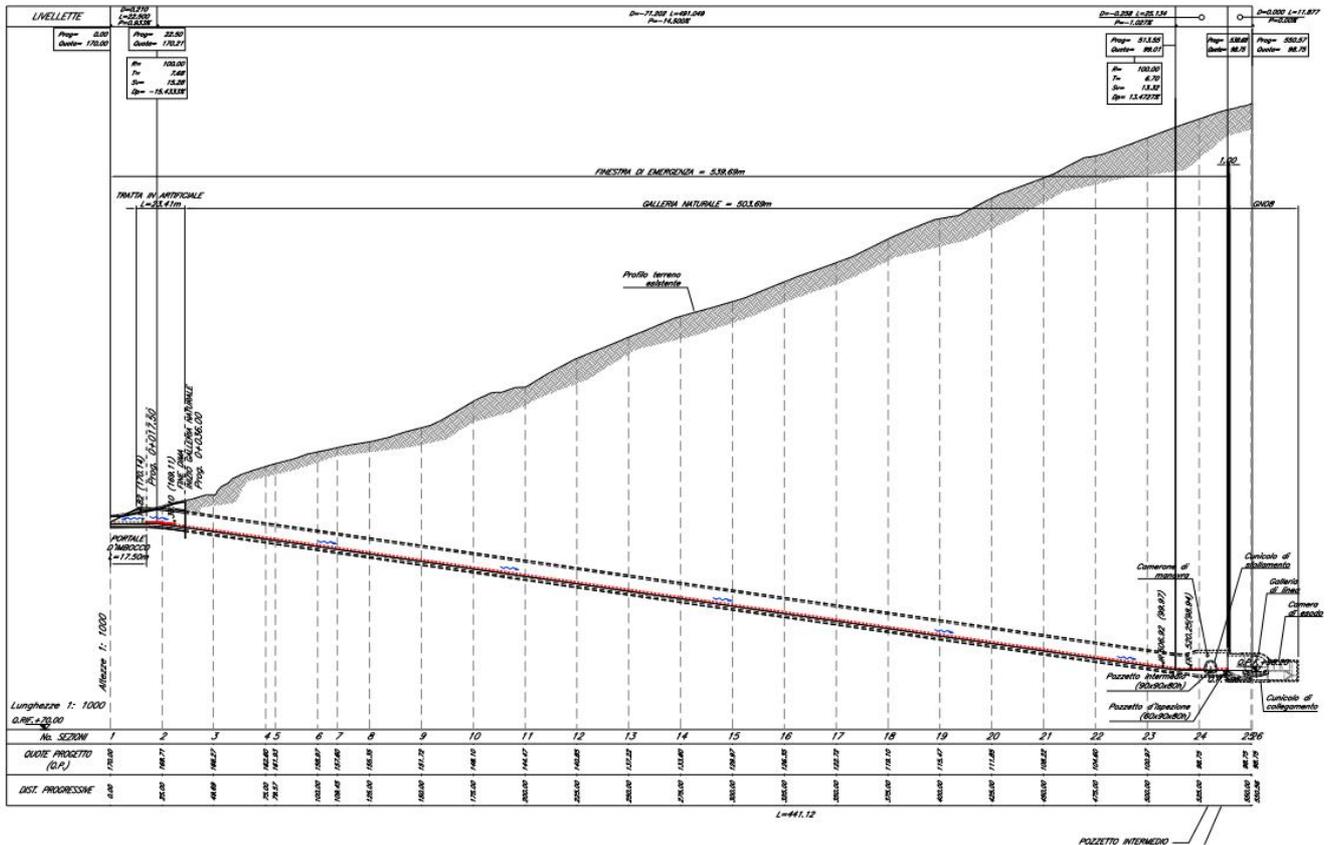


Figura 5: profilo della galleria finestra pk 5+503.917

La seconda e la quarta uscita di emergenza sono collegate alla finestra a pk 5+503.917 mediante un cunicolo di sfollamento, lungo complessivamente circa 1226m, che corre parallelo alla galleria di linea ad un interasse di 22m.

Il cunicolo di sfollamento ha una sezione di intradosso policentrica con un raggio interno di calotta pari a 2,10m ed è dotato di zone di allargo (anch'esse a sezione policentrica con raggio interno di calotta di 4.00m) per l'incrocio dei mezzi ogni 250m (due tra la seconda e la terza uscita, e una tra la terza e la quarta) e di camere di manovra alle due estremità; la sezione di intradosso degli allarghi e delle camere di manovra è la stessa delle finestre costruttive.

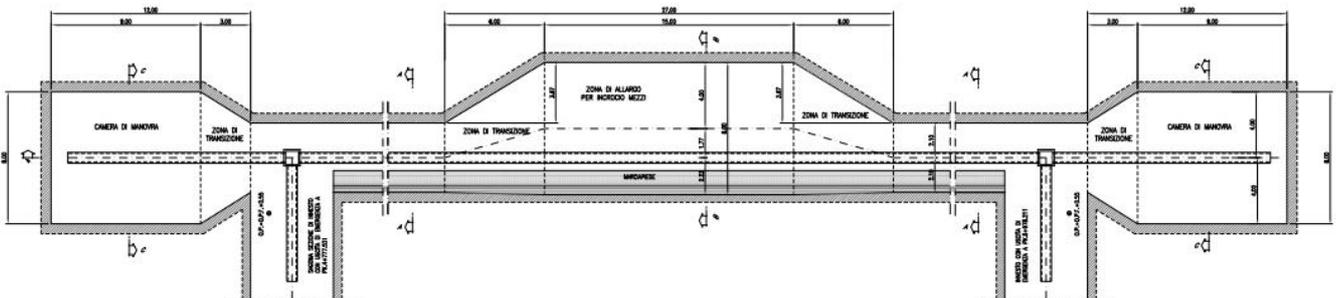


Figura 6: planimetria rettificata del cunicolo di sfollamento con indicazione delle zone di allargo e delle uscite di emergenza

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>11 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	11 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	11 di 37								

Ognuna delle quattro uscite di emergenza è dotata di un cunicolo pedonale che, sottopassando la galleria di linea, consente l'esodo in sicurezza dei passeggeri anche dal marciapiede del binario pari, opposto al lato dei percorsi di esodo verso l'esterno. La soluzione proposta in questa fase progettuale, valida per tutti quattro gli innesti, prevede che il percorso di esodo si sviluppa per lo più in modo trasversale secondo la seguente sequenza (partendo dal marciapiede del binario pari):

- dopo la porta di accesso in corrispondenza del marciapiede del binario pari, è previsto un primo tratto di sviluppo pari a 5.3m all'interno di un vano compartimentato con la funzione di filtro. Adiacente a questa zona, separato da una apertura, è stato creato un vano sicuro per disabili avente una superficie di circa 17.8m<sup>2</sup> (dimensioni di 7.4m x 2.4m).
- Segue una seconda porta di accesso al vano scale in cui è previsto un primo pianerottolo di 2.4m, la rampa scale di sviluppo planimetrico di 3.6m e dislivello di 4.55m con la presenza di un secondo pianerottolo intermedio di dimensioni 2.4x5.0m.
- A quota -4.00m rispetto al P.F., è previsto il piano calpestabile del tratto di sottoattraversamento del binario con uno sviluppo complessivo di 18.7m; tale tratta ha una altezza minima di 2.45m in corrispondenza della soletta della galleria di linea.
- Infine è prevista una seconda rampa di scale, con sviluppo planimetrico totale di 8.7m e dislivello di 4.55m (in cui è previsto un pianerottolo intermedio), che conduce verso la zona sicura.

Per quanto detto, il percorso di esodo dal marciapiede del binario pari, si sviluppa per un totale di circa 47.7m (misurati sul piano orizzontale) con un dislivello massimo tra il piano di calpestio e il piano del marciapiede di 4.55m.

Il percorso di esodo a partire dal marciapiede del binario dispari invece, si sviluppa all'interno del vano con funzione di filtro, con una lunghezza complessiva di 8.43m.

Come per la galleria di linea, anche le finestre e tutte le opere accessorie delle uscite di emergenza verranno realizzate con metodo di scavo tradizionale.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>12 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	12 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	12 di 37								

### 3 METODOLOGIA DI LAVORO

La progettazione delle opere in sotterraneo è stata condotta secondo il Metodo ADECO-RS che si articola nelle seguenti fasi:

- fase conoscitiva: è finalizzata allo studio e all'analisi del contesto geologico e geotecnico in cui deve essere realizzata l'opera;
- fase di diagnosi: si esegue la valutazione della risposta deformativa dell'ammasso allo scavo in assenza di interventi di stabilizzazione per la determinazione delle categorie di comportamento;
- fase di terapia: sulla base dei risultati delle precedenti fasi progettuali, si individuano le modalità di scavo e gli interventi di stabilizzazione idonei (sezioni tipo) per realizzare l'opera in condizioni di sicurezza.
- fase di verifica e messa a punto: il progetto è completato dal piano di monitoraggio da predisporre ed attuare nella fase realizzativa. Nel piano di monitoraggio sono individuati i valori delle grandezze fisiche a cui riferirsi in corso d'opera per controllare la risposta deformativa dell'ammasso al procedere dello scavo, verificare la rispondenza con le previsioni progettuali e mettere a punto le soluzioni progettuali nell'ambito delle variabilità previste.

Nei capitoli seguenti, si sviluppa ciascuna delle fasi citate.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>13 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	13 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	13 di 37								

## 4 FASE CONOSCITIVA

### 4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Sono di seguito descritte le principali caratteristiche delle formazioni interessate dalle opere in progetto.

#### 4.1.1 UNITÀ DEI MONTI LATTARI-PICENTINI-ALBURNI

L'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni è formata da quattro successioni marine mesozoiche, ricopre tettonicamente l'Unità del Sannio ed è spesso coperta da estesi depositi quaternari di genesi alluvionale, fluviolacustre, vulcanoclastica e detritico-colluviale.

La galleria Monte Aglio ne attraversa un tratto interessato esclusivamente da due successioni marine mesozoiche: i "Calcari a rudiste e orbitoline" e i "Calcari a radiolariti".

##### 4.1.1.1 *CALCARI A RUDISTE E ORBITOLINE (RDO)*

Si tratta di depositi marini di piattaforma esterna e di transizione, costituiti da una singola litofacies a dominante calcareo-dolomitica. Poggiano per alternanza sui Calcari con requenie e gasteropodi e passano verso l'alto ai Calcari a radiolitidi. L'unità presenta uno spessore massimo di circa 250 m.

Sotto il profilo litologico tale successione è costituita prevalentemente da calcareniti di colore grigio chiaro e biancastro (RDO), in strati generalmente medi; si rinvencono diffuse intercalazioni lenticolari di calcilutiti policrome e calciruditi di colore grigio, a stratificazione generalmente incrociata, con sporadiche intercalazioni di dolomie grigie e giallastre.

In tutta la successione sono presenti diffuse cavità carsiche e locali hardground bioperforati; a luoghi, in prossimità dei principali elementi tettonici, si rinvencono spesse fasce tettonizzate costituite da brecce calcaree prevalentemente angolose, immerse in matrice sabbioso-limoso giallastra o parzialmente ricementate da calcite secondaria.

##### 4.1.1.2 *CALCARI A RADIOLITIDI (RDT)*

Si tratta di depositi marini di piattaforma interna, costituiti da una singola litofacies a dominante calcareodolomitica. Poggiano in contatto stratigrafico concordante sui Calcari a rudiste e orbitoline e passano verso l'alto a unità non affioranti nell'area. L'unità mostra uno spessore massimo di circa 500 m.

Tale successione è formata da calcilutiti bioclastiche di colore nocciola e avana (RDT), in strati da medi a spessi, talora laminati e livelli di calcareniti e calcisiltiti sottilmente laminate; nella parte bassa della successione sono presenti calcari a rudiste.

#### 4.1.2 UNITÀ DEL SANNIO

Questa unità stratigrafico-strutturale è formata da una sola sequenza marina infra-cenozoica che poggia in contatto stratigrafico su unità non affioranti nell'area, mentre risulta tettonicamente ricoperta dall'Unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni. Nei settori d'intervento l'Unità del Sannio è spesso ricoperta da depositi quaternari di origine alluvionale, fluvio-lacustre, vulcanoclastica e detritico-colluviale.

##### 4.1.2.1 *ARGILLE VARICOLORI SUPERIORI (ALV)*

Si tratta di depositi marini di bacino profondo sottoalimentato con locali torbiditi carbonatiche, costituiti da una singola litofacies a dominante argilloso-marnosa. Poggiano in contatto stratigrafico concordante su unità non affioranti nell'area e sono ricoperte tettonicamente dai Calcari con requenie e gasteropodi e dai Calcari a rudiste e orbitoline.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>14 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	14 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	14 di 37								

La formazione presenta uno spessore massimo di circa 300 m ed è ascrivibile all'Oligocene superiore - Miocene inferiore.

Dal punto di vista litologico, tale sequenza risulta costituita prevalentemente da argille, argille limose e argille marnose di colore grigio, azzurro, rosso-violaceo e grigio-verdastro (ALV), caotiche o a struttura scagliosa, con sottili intercalazioni sabbioso-limose, diffusi passaggi marnosi e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a subarrotondate; a luoghi si rinvencono livelli di calcari micritici chiari, calcari dolomitici grigio-violacei, calcari marnosi siliciferi e arenarie arcoseo-litiche grigie in strati da sottili a spessi; nella parte alta della successione sono presenti intercalazioni di calcari cristallini biancastri, da massivi a ben stratificati, e passaggi di calcareniti bioclastiche, breccie calcaree e conglomerati poligenici a matrice marnosa di colore verdastro.

#### **4.1.2.2 DEPOSITI VULCANOCLASTICI**

I litotipi in questione sono costituiti da unità vulcanoclastiche quaternarie che poggiano in discordanza stratigrafica sulle diverse successioni marine del substrato e sono ricoperti da depositi quaternari di origine alluvionale e detritico-colluviale.

#### **4.1.2.3 TUFO GRIGIO CAMPANO (TGC)**

Si tratta di depositi vulcanici di colata ignimbritica, costituiti da tre differenti litofacies a dominante tufacea, cineritica e pelitica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e rappresentano il riempimento di paleo-depressioni morfologiche. Al tetto è localmente presente un paleosuolo marrone-brunastro a tessitura sabbio-limosa.

La successione mostra uno spessore massimo di circa 45 m ed è riferibile al Pleistocene superiore.

Anche in questo caso sono solo due le litofacies interessate dalla galleria Monte Aglio: la litofacies pelitica e la litofacies cineritica.

La litofacies pelitica è costituita da argille limose, limi argillosi e limi argillo-sabbiosi di colore grigio, nocciola e brunastro (TGC3), a struttura indistinta, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e locali ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate, derivanti dall'alterazione e/o dall'argillificazione dei depositi vulcanoclastici.

La litofacies cineritica è composta prevalentemente da ceneri a granulometria sabbiosa e sabbio-limosa di colore grigio, nocciola e giallastro (TGC2), a struttura indistinta, con diffuse pomice e scorie di dimensioni millimetriche e centimetriche e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-angolose; nella parte bassa della successione è localmente presente un livello di pomice grossolane di colore bianco-rosato, angolose e a struttura indistinta.

#### **4.1.3 DEPOSITI CONTINENTALI**

Questi terreni sono rappresentati da cinque unità continentali quaternarie, formati da sedimenti di genesi prevalentemente alluvionale, gravitativa e detritico-colluviale, e poggiano in discordanza stratigrafica su tutte le unità geologiche più antiche.

##### **4.1.3.1 DEPOSITI DI VERSANTE (A)**

Si tratta di depositi continentali di versante e di falda detritica, costituiti da una singola litofacies a dominante ghiaioso-sabbiosa, poggianti in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche.

La successione presenta uno spessore massimo non determinabile ed è riferibile al periodo Pleistocene medio - Olocene.

Sotto il profilo litologico, i suddetti terreni sono formati prevalentemente da ghiaie poligeniche ed eterometriche (a), da angolose a sub-angolose, in matrice sabbiosa e sabbio-limosa di colore marrone, giallastro e brunorossastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone e giallastro, a struttura indistinta, con diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-angolose.

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>15 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	15 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	15 di 37								

#### **4.1.3.2 COLTRE DETRITICA ED ELUVIO-COLLUVIALE (DT)**

Questi terreni sono costituiti da depositi continentali di versante e di alterazione del substrato, costituiti da una singola litofacies a dominante limoso-argillosa, poggianti in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche.

I presenti terreni mostrano uno spessore massimo non determinabile e sono interamente riferibili all'Olocene.

Sono formati da argille limose, limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi di colore marrone, grigio e brunorossastro (DT), a struttura indistinta, con abbondanti resti vegetali, diffusi inclusi piroclastici e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, grigio e giallastro, a struttura indistinta, con abbondanti resti vegetali, diffusi inclusi piroclastici e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-arrotondate.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>16 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	16 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	16 di 37								

## 4.2 INDAGINI

Ai fini di caratterizzazione geotecnica delle unità interessate delle opere in sotterraneo, oltre alle campagne d'indagine di questa fase (PE), sono stati utilizzati anche i dati relativi alle campagne geognostiche precedenti.

In sintesi, le fonti utilizzate sono le seguenti:

- Campagna 1984-1985, 4° Unità speciale della Direzione Generale delle Ferrovie dello Stato;
- Campagna 2007, ITALFERR SpA
- Campagna 2008-2009, ITALFERR SpA
- Campagna 2013-2014, ITALFERR SpA
- Campagna 2015, ITALFERR SpA
- Campagna 2018, CFT (PE)

Il riferimento dei dati delle campagne pregresse al PE è la relazione del PD *Relazione geotecnica e di calcolo Galleria Monte Aglio* (IF0F 01 D 07 CL GN0100 001 A).

## 4.3 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA

I risultati delle indagini geotecniche, delle prove in situ e di laboratorio hanno permesso di definire il modello geotecnico e geomeccanico di riferimento, rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce interessati dall'opera in sotterraneo lungo il tracciato.

A partire dal modello geologico, considerato il contesto di inserimento delle opere in progetto e le risultanze delle indagini, per la definizione e la caratterizzazione del modello geotecnico di riferimento, sono state in buona parte adottate le considerazioni del Progetto Definitivo, integrate con i nuovi dati derivanti dalle indagini 2018 di Progetto Esecutivo al momento disponibili.

Sulla base delle risultanze delle indagini sono state fatte le considerazioni di seguito riportate.

Riguardo i Calcari dei Monti Lattari-Picentini-Alburni, poiché i Calcari a radiolitidi (RDT) risultano ben al di sopra del tracciato delle opere in sotterraneo lungo tutto il loro sviluppo, se ne è trascurata la presenza, includendoli nella formazione dei Calcari a rudiste e orbitoline (RDO), e definendo quindi un'unica formazione geotecnica denominata "Calcari dell'unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni (RDO)".

Riguardo la formazione del Tufo Grigio Campano, e la distinzione tra la litofacies pelitica (TGC3) e quella cineritica (TGC2), descritte al precedente paragrafo 4.1.2.3, in considerazione della netta prevalenza della litofacies cineritica su quella pelitica rispetto allo sviluppo delle opere, poiché i risultati delle prove in situ e di laboratorio non hanno evidenziato significative differenze in termini di caratteristiche geotecniche, si è ritenuto di poter assimilare il TGC3 al TGC2, definendo un'unica formazione geotecnica denominata "Tufo grigio campano (TGC)". A sua volta la formazione TGC, in base alle caratteristiche geotecniche riscontrate, è stata suddivisa in due facies: Tufo grigio campano sciolto (TGCs) e Tufo grigio campano litoide (TGCl). Di queste due solo la facies sciolta (TGCs) risulta interessare il tracciato della Galleria Monte Aglio, con particolare riguardo i due imbocchi.

Dal punto di vista prettamente geotecnico, relativamente alla formazione del Tufo Grigio Campano, è stata eseguita una distinzione in base al grado di addensamento sulla scorta dei valori SPT. E' stata pertanto distinta una nuova unità geotecnica denominata "Piroclastiti superficiali (Pir)", individuata principalmente nel settore dell'imbocco lato Benevento. Questa unità rappresenta l'orizzonte superiore del Tufo grigio campano in facies sciolta (TGCs); dal punto di vista geotecnico si presenta sciolta, molto poco addensata e alterata, distinguendosi pertanto dal sottostante Tufo Grigio Campano, che invece, anche nella facies sciolta, si presenta generalmente più addensato.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0000 001	REV. D

Infine, i depositi superficiali, sono stati principalmente contrassegnati in questa fase di Progetto Esecutivo in un'unica unità (DT); questa unità corrisponde ai depositi distinti nella precedente fase di Progetto Definitivo come coltri eluvio-colluviali (b2) e parzialmente ai depositi alluvionali recenti (bb1).

#### 4.3.1.1 PRESENTAZIONE DEI PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI

Di seguito sono forniti i range di variabilità dei parametri di resistenza e deformabilità definiti per ciascuna formazione interessante la Galleria Monte Aglio. In particolare nelle due tabelle che seguono sono rispettivamente presentati i parametri definiti in sede di Progetto Definitivo e quelli stimati nell'attuale fase di Progetto Esecutivo.

Si ricorda che, i range dei parametri di Progetto Esecutivo sono il risultato dei valori ottenuti su tutto il tracciato in progetto. Pertanto, i range di valori sotto riportati non fanno unicamente riferimento ai risultati delle indagini descritte nei precedenti capitoli (che fanno riferimento alle indagini eseguite in prossimità della galleria), ma sono invece mediati con i valori stimati su tutto il tracciato in esterno e di conseguenza con tutte le prove geotecniche eseguite sulle stesse formazioni. Per una trattazione più ampia della caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti lungo il settore in progetto si rimanda anche alla *Relazione geotecnica generale di Progetto Esecutivo*.

L'analisi dei dati evidenzia che i parametri ottenuti dalle indagini eseguite specificatamente nel settore della Galleria Monte Aglio sono comunque confrontabili e con quelli generali definiti per l'intero tracciato. Inoltre, a livello generale, con qualche eccezione (esempio i valori del modulo E), i parametri di Progetto Esecutivo risultano a loro volta confrontabili con quelli della precedente fase progettuale.

Si ricorda infine che, al momento della stesura di questo documento, non sono ancora disponibili le totalità dei risultati delle prove geotecniche di Progetto Esecutivo, non si escludono pertanto successivi aggiornamenti dei range dei parametri.

**Tabella 2: Range dei principali parametri geotecnici b2, bb1, TGC e ALV - Progetto Definitivo**

FORMAZIONE	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	$c_u$	E
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]
b2 – coltri eluvio colluviali	18	5-15	25-30	50-70	10-25
bb1 – depositi alluvionali recenti	18	0	30-35	-	10-30
TGC – tufo grigio campano	16-17	0-20	30-36	-	30-60
ALV – argille varicolori	19-20	30-55	12-25	per $z < 20m$ : $c_u[kPa]=160$ per $z \geq 20$ : $c_u[kPa]=160+9z[m]$	per $z < 20m$ : $E[MPa]=40$ per $z \geq 20$ : $E[MPa]=40+3z[m]$

**Tabella 3: Range dei principali parametri geotecnici DT, Pir, TGCs e ALV - Progetto Esecutivo 2018**

FORMAZIONE	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	$c_u$	E
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]
DT – coltri detritiche ed eluvio colluviali	17-18	0-5	26-28	-	15-30
Pir - piroclastiti superficiali	15	0-5	26-28	50-80	15-30
TGCs – tufo grigio campano (sciolto)	16-17	0-5	32-33	-	30-50
ALV – argille varicolori	19-20	30-55	12-25	$c_u[kPa]=195+4z[m]$	per $z \leq 20m$ : $E[MPa]=27$ per $20 < z < 40$ : $E[MPa]=27+0.9z[m]$ per $z > 40$ : $E[MPa]=45+1.75z[m]$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">GN0000 001</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">18 di 37</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	18 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	18 di 37								

#### 4.3.1.2 PERMEABILITÀ

Dalle prove di permeabilità è stato possibile definire un *range* di variazione del coefficiente di permeabilità per le diverse formazioni. Di seguito sono riportati i valori del coefficiente di permeabilità forniti nel Progetto Definitivo.

**Tabella 4: Range del coefficiente di permeabilità per le principali unità geotecniche - Progetto Definitivo**

FORMAZIONE (del PD)	FORMAZIONE (del PE)	k [m/s]
b2 – coltri eluvio colluviali	DT - detrito	$10^{-6} \div 10^{-2}$
bb1 – depositi alluvionali recenti	DT - detrito	$>10^{-4}$
TGC – tufo grigio campano	TGC – Tufo grigio campano	$10^{-8} \div 10^{-2}$
ALV – argille varicolori	ALV – argille varicolori	$10^{-9} \div 10^{-6}$

Nella campagna indagini 2018, non sono disponibili prove di permeabilità eseguite sui terreni interessanti la Galleria Monte Aglio. Si confermano pertanto i valori definiti in sede di progetto definitivo.

#### 4.3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

Gran parte dello sviluppo della galleria di linea attraversa la formazione dei Calcari dell'unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni (RDO), per la quale sono state definite le proprietà di resistenza e deformabilità della roccia intatta, e dell'ammasso e la resistenza delle discontinuità.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i range dei principali parametri geotecnici definiti per la formazione dei Calcari dell'unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni, relativamente a quelli proposti in sede di Progetto Definitivo e quelli definiti nel presente Progetto Esecutivo, in cui si è indicato con  $\sigma_{cm}$  e  $E_{rm}$  rispettivamente la resistenza a compressione monoassiale e il modulo elastico dell'ammasso roccioso.

**Tabella 5: Range dei principali parametri geomeccanici per i Calcari dell'unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni - Progetto Definitivo**

Unità	RDO
Parametro	Range valori
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25-26
GSI	30-60
$\sigma_{ci}$ [MPa]	30-120
$E_{i,st}$ [GPa]	30-80
$\sigma_{cm}$ [MPa]	3-20
$E_{rm}$ [GPa]	2-20
$c'$ [kPa]	400-1000
$\phi'$ [°]	37-50

**Tabella 6: Range dei principali parametri geomeccanici per i Calcari dell'unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni - Progetto Esecutivo**

Unità	RDO
Parametro	Range valori
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25-26
GSI	20-60
$\sigma_{ci}$ [MPa]	30-120
$E_{i,st}$ [GPa]	30-80
$\sigma_{cm}$ [MPa]	2-20
$E_{rm}$ [GPa]	1-20
$c'$ [kPa]	340-1100
$\phi'$ [°]	27-50

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">GN0000 001</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">19 di 37</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	19 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	19 di 37								

#### 4.3.2.1 PERMEABILITÀ

Per i calcari dell'unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni, si definisce una permeabilità per fessurazione e carsismo. Sulla base dei dati acquisiti nelle diverse fasi progettuali si è pertanto definito il range di permeabilità proposto nella tabella seguente.

**Tabella 7: Range del coefficiente di permeabilità per i Calcari RDO - Progetto Esecutivo**

Unità	RDO
Parametro	Range valori
k [m/s]	$10^{-7} \div 10^{-2}$

#### 4.3.3 DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Nell'intervallo di valori dei parametri geotecnici definiti nel paragrafo precedente sono stati individuati i parametri caratteristici appropriati per gli stati limite considerati nella verifica delle opere in sotterraneo, riassunti nella tabella seguente.

**Tabella 8: Parametri geotecnici caratteristici per le unità b2, bb1, TGC, ALV - Progetto Definitivo**

FORMAZIONE	$\gamma$	$c'_k$	$\phi'_k$	$c_{uk}$	$E_{uk}$	$E_k$
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[MPa]	[kPa]	[MPa]	[MPa]
b2 – coltri eluvio colluviali	18	5	27	-	-	15
bb1 – depositi alluvionali recenti	18	0	30	-	-	20
TGC – tufo grigio campano	17	5-10	30-32	-	-	40
ALV – argille varicolori	20	30-40	12-18	$c_u[kPa]=160+9z[m]$	$E[MPa]=45+3.5z[m]$	$E[MPa]=40+3z[m]$

**Tabella 9: Parametri geotecnici caratteristici per le unità DT, Pir, TGCs e ALV - Progetto Esecutivo 2018**

FORMAZIONE	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	$c_u$	$E$
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]
DT – coltri detritiche ed eluvio colluviali	17-18	0-5	26-28	-	15-30
Pir - piroclastiti superficiali	15	0-5	26-28	50-80	15-30
TGCs – tufo grigio campano (sciolto)	16-17	0-5	32-33	-	30-50
ALV – argille varicolori	19-20	30-55	12-25	$c_u[kPa]=195+4z[m]$	per $z \leq 20m$ : $E[MPa]=27$ per $20 < z < 40$ : $E[MPa]=27+0.9z[m]$ per $z > 40$ : $E[MPa]=45+1.75z[m]$

La formazione delle argille varicolori è soggetta a rigonfiamento come individuato dalle risultanze delle prove diffrattometriche.

La formazione dei calcari dell'unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni è stata distinta in: calcari poco o mediamente fratturati ("Calcari") e calcari molto fratturati in zona di faglia ("Calcari fagliati").

Nel Progetto Esecutivo ai Calcari e ai Calcari fagliati sono stati assegnati i seguenti valori di resistenza a compressione e modulo di deformabilità della roccia intatta:

- *Calcari:*

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>20 di 37</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	20 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	20 di 37								

$$\sigma_{ci} = 75 \text{ MPa}$$

$$E_i = 55 \text{ GPa}$$

- *Calcari fagliati:*

$$\sigma_{ci} = 60 \text{ MPa}$$

$$E_i = 55 \text{ GPa}$$

Per i calcari si è scelto di adottare la resistenza a compressione della roccia intatta media del range, mentre per quelli fagliati è stato adottato 60MPa in coerenza con il PD. Il valore medio è stato scelto anche per il modulo elastico della roccia intatta.

Con riferimento alle determinazioni dell'indice GSI, si attribuisce il valore minimo di GSI 45 ai *Calcari* e il range GSI 20÷30 ai *Calcari fagliati*.

Di seguito sono riportati in tabella i valori dei parametri geotecnici caratteristici RDO e RDO fagliati, definiti rispettivamente nella precedente fase di Progetto Definitivo e nell'attuale fase di Progetto Esecutivo.

**Tabella 10: Parametri geotecnici caratteristici per l'unità RDO - Progetto Definitivo**

Formazione	Calcari dell'unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni	
	RDO	RDO FAGLIATI
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25	
GSI	50	25-35
$\sigma_{ci}$ [MPa]	60	
$E_i$ [GPa]	45	

**Tabella 11: Parametri geotecnici caratteristici per l'unità RDO - Progetto Esecutivo**

Formazione	Calcari dell'unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni	
	RDO	RDO FAGLIATI
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25	
GSI	45	20-30
$\sigma_{ci}$ [MPa]	75	60
$E_i$ [GPa]	55	

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>21 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	21 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	21 di 37								

## 5 FASE DI DIAGNOSI

Nella fase di diagnosi, sulla base del modello geotecnico scaturito dagli studi e dalle indagini effettuate nella fase conoscitiva, si procede alla previsione della risposta tenso-deformativa dell'ammasso roccioso 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 individuate nel metodo ADERO-RS sulla base delle quali il tracciato sotterraneo è suddiviso in tratte a comportamento omogeneo.

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

### 5.1 CLASSI DI COMPORTAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO

Secondo l'approccio ADECO-RS, la previsione dell'evoluzione dello stato tensionale a seguito dell'apertura di una galleria è possibile attraverso l'analisi di fenomeni deformativi, che forniscono indicazioni sul comportamento della cavità nei confronti della stabilità a breve e lungo termine. Dati sperimentali e analisi teoriche hanno dimostrato che il comportamento della cavità è significativamente condizionato dalle caratteristiche geometriche della galleria, dai carichi litostatici e dalle caratteristiche di resistenza e di rigidità del nucleo d'avanzamento (inteso il volume di terreno a monte del fronte di scavo). Se il nucleo non è costituito da materiale sufficientemente rigido e resistente da mantenersi in campo elastico, si sviluppano fenomeni deformativi e plasticizzazioni rilevanti in avanzamento, con conseguenti evoluzioni verso fenomeni deformativi e plasticizzazioni rilevanti in avanzamento con sviluppo di 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 pertanto in campo elastico, conservando le caratteristiche di resistenza del materiale attraversato evitando configurazioni di instabilità.

Sulla base di queste 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 tale caso le deformazioni sono prevalentemente elastiche, di piccola entità, e tendono ad esaurirsi 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 e 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 sono di tipo elasto-plastico, di entità maggiore rispetto alla categoria precedente. Nell'ammasso, una riduzione delle caratteristiche di resistenza, portano lo stesso in condizioni residue. La risposta tenso-deformativa può essere controllata con interventi di preconsolidamento del fronte e/o con interventi di consolidamento al contorno del cavo; in tal modo si conferisce all'ammasso un adeguato contenimento affinché mantenga un comportamento stabile. Nel caso in cui invece non si prevedono interventi, lo stato tenso-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 rapidamente in campo plastico, arrivando rapidamente all'instabilità del fronte di scavo ed un incremento dell'estensione della zona dell'ammasso decompressa e plasticizzata al contorno della cavità. L'espansione della fascia di materiale decompresso al contorno deve essere contenuta prima dell'arrivo del fronte di scavo mediante interventi di preconsolidamento in

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>22 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	22 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	22 di 37								

avanzamento che consentono di sviluppare artificialmente l'effetto arco, facendo così evolvere la risposta tenso-deformativa verso configurazioni di stabilità.

## 5.2 DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO

La valutazione del comportamento deformativo è stata condotta utilizzando:

- Il metodo della curva caratteristica per le tratte ad elevata copertura
- Le analisi di stabilità del fronte per le tratte a bassa copertura.

In questa fase di diagnosi, la valutazione del comportamento deformativo è stato condotto considerando i parametri geotecnici caratteristici.

## 5.3 DEFINIZIONE DELLE TRATTE A COMPORTAMENTO TENSO-DEFORMATIVO OMOGENEO

### 5.3.1 GALLERIA DI LINEA

Il tracciato della galleria Monte Aglio è stato suddiviso in tratte a comportamento tenso-deformativo omogeneo. Si individuano pertanto le seguenti tratte:

1. La parte iniziale e finale del tracciato in cui la galleria verrà scavata all'interno di depositi prevalentemente sciolti, è caratterizzata da un comportamento di tipo C
2. La tratta scavata all'interno delle argille varicolori è caratterizzata da un comportamento di tipo C in condizioni drenate mentre ha un comportamento di tipo B in condizioni non drenate. Ai fini della definizione delle tratte a comportamento omogeneo, si considera un comportamento di tipo C.
3. Per la tratta all'interno dei calcari (con una estensione di circa il 75% del tracciato) si distinguono le tratte in cui i calcari sono poco o mediamente fratturati in cui è previsto un comportamento di tipo A dalle tratte in cui i calcari sono molto fratturati, fagliati, in cui è previsto invece un comportamento di tipo B.

### 5.3.2 GALLERIA FINESTRA KM 3+777.276

Il tracciato della galleria finestra km 3+77.276 è stato suddiviso in tratte a comportamento tenso-deformativo omogeneo. Si individua la tratta in cui i calcari sono poco o mediamente fratturati in cui è previsto un comportamento di tipo A e la tratta in cui i calcari sono molto fratturati, fagliati, in cui è previsto invece un comportamento di tipo B.

### 5.3.3 GALLERIA FINESTRA KM 5+503.917

Il tracciato della galleria finestra km 5+503.917 è stato suddiviso in tratte a comportamento tenso-deformativo omogeneo. Si individuano pertanto le seguenti tratte:

1. La parte iniziale del tracciato, in cui la galleria verrà scavata all'interno di depositi prevalentemente sciolti, è caratterizzata da un comportamento di tipo C.
2. Per la tratta all'interno dei calcari si distinguono le tratte in cui i calcari sono poco o mediamente fratturati in cui è previsto un comportamento di tipo A dalle tratte in cui i calcari sono molto fratturati, fagliati, in cui è previsto invece un comportamento di tipo B.

### 5.3.4 CUNICOLO DI SFOLLAMENTO

Anche il tracciato del cunicolo di fuga è stato suddiviso in tratte a comportamento tenso-deformativo omogeneo. Si sono individuate due tratte; la prima in cui i calcari sono poco o mediamente fratturati ed è previsto un comportamento di tipo A e la tratta in cui i calcari sono molto fratturati, fagliati, in cui è previsto invece un comportamento di tipo B. Per la tratta finale lato Benevento son previste le argille varicolori, ed il comportamento è di tipo C.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>23 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	23 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	23 di 37								

## 6 FASE DI TERAPIA

In questo capitolo sono definiti gli interventi necessari per garantire la stabilità del cavo, in accordo con le indicazioni provenienti dalla fasce conoscitiva e dalle analisi condotte per la fase di diagnosi.

Per ciascuna sezione tipo sono descritte le caratteristiche principali, il loro campo di applicazione e le fasi esecutive previste.

### 6.1 GALLERIA DI LINEA, TRATTA IN NATURALE

Lo scavo della galleria naturale di linea Monte Aglio sarà effettuato in tradizionale mediante avanzamenti a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza variabile in funzione del contesto geomeccanico.

Sono state definite n°9 sezioni tipo, denominate A1, A2, B1, B2, C1, C1bis, C2 e C2p. Associate a queste sezioni ci sono altre sezioni individuate con il suffisso “star” che indicano delle sezioni con un profilo di intradosso del rivestimento definitivo leggermente maggiore.

Nei paragrafi seguenti si riassumono le caratteristiche peculiari di ciascuna sezione, mentre per la distribuzione delle sezioni tipo lungo il tracciato si rimanda al profilo geotecnico di riferimento.

#### 6.1.1 SEZIONE TIPO A1 E A1\_STAR

La sezione tipo A1 è una sezione cilindrica che non prevede interventi di preconsolidamento del fronte di scavo e al contorno; può essere impiegata solo nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile (Categoria A). E' la sezione più leggera tra quelle previste nel Progetto e la tratta di applicazione si estende principalmente all'interno della formazione dei calcari (u.g. RDO) poco fratturati, con coperture fino a 200m. Con coperture superiori è prevista come sezione eventuale con altre sezioni tipo.

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo A1 sono:

- scavo a piena sezione per sfondi massimi di 2.8m;
- sostegno di prima fase costituito da 20cm di cls proiettato armato con rete elettrosaldata Ø6 maglia 15x15cm e centine “automatiche” realizzate con profilati IPN180 doppie con passo 1.4m. In corso d'opera si valuterà la sostituzione della centina automatica con la centina tradizionale, con l'utilizzo di betoncino proiettato fibrorinforzato in luogo della rete elettrosaldata;
- rivestimento definitivo di spessore 60cm (121cm è lo spessore massimo in chiave mentre lo spessore corrente è di 70cm per la sezione A1star) in calotta e 70cm (80cm per la sezione A1star) in arco rovescio; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 5 diametri equivalenti mentre il getto della calotta non è vincolato. Il rivestimento definitivo è armato in arco rovescio, mentre in calotta è non armato.

#### 6.1.2 SEZIONE TIPO A2 E A2\_STAR

La sezione tipo A2 è una sezione cilindrica che non prevede interventi di preconsolidamento del fronte e al contorno, ma solo una bullonatura radiale del cavo; può essere impiegata solo nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile (Categoria A).

La sua applicazione prevalente è prevista all'interno delle tratte scavate nella formazione dei calcari (u.g. RDO) poco fratturati, nelle tratte a copertura massima. Per coperture inferiori è prevista anche come sezione eventuale.

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo A2 sono:

- scavo a piena sezione per sfondi massimi di 2.4m;
- sostegno di prima fase costituito da 20cm di cls proiettato armato con rete elettrosaldata Ø6 maglia 15x15cm e centine “automatiche” realizzate con profilati IPN180 doppie con passo 1.2m. In corso d'opera

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>24 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	24 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	24 di 37								

si valuterà la sostituzione della centina automatica con la centina tradizionale, con l'utilizzo di betoncino proiettato fibrorinforzato in luogo della rete elettrosaldata;

- chiodatura radiale mediante 14/15 chiodi (16/17 per la sezione A2\_star) tipo Swellex<sup>®</sup> Pm24 disposti in raggiere alternate di lunghezza 4.5m posti ad interasse longitudinale di 1.2m;
- rivestimento definitivo di spessore 70cm (131cm è lo spessore massimo in chiave mentre lo spessore corrente è di 80cm per la sezione A1star) in calotta e 80cm (90cm per la sezione A1star) in arco rovescio; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 3 diametri equivalenti mentre il getto della calotta non è vincolato. Il rivestimento definitivo è armato in arco rovescio, mentre in calotta è non armato
- rivestimento definitivo di spessore 80cm in arco rovescio e 70cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 3 diametri equivalenti mentre il getto della calotta non è vincolato. Il rivestimento definitivo è armato in arco rovescio, mentre in calotta è non armato.

### 6.1.3 SEZIONE TIPO B1 E B1\_STAR

La sezione tipo B1 (e B1\_star) è una sezione tronco-conica che prevede interventi di preconsolidamento sul fronte e presostegno al contorno, con campi di scavo di 8.5m; ne è prevista l'applicazione come sezione prevalente, nelle zone di faglia e nelle zone cataclamate all'interno della tratta dei calcari (unità RDO) dove il materiale si presenta molto fratturato con un comportamento del nucleo-fronte stabile a breve termine (categoria B).

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo B1 (e B1\_star) sono:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante n°30±20% (n°38±20% per la B1\_star) elementi strutturali in VTR, L=24m (sovrapposizione minima 7.0m) cementati in foro con miscele cementizie, diametro di perforazione maggiore di 100mm; il preconsolidamento del fronte è effettuato ogni 2 campi di scavo.
- Presostegno al contorno (entro un angolo di 120° in calotta) realizzato mediante n°33±20% (n°38±20% per la B1\_star) tubi in acciaio valvolati (1v/m), Ø127mm spessore 10mm, iniettati con miscele cementizie, L=12.0m (sovrapposizione minima 3.5m, interasse 0.4m), diametro di perforazione maggiore di 160mm;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di scavo tronco-conici di lunghezza pari a 8.5m;
- sostegno di prima fase costituito da 25±20%; di cls proiettato armato con rete elettrosaldata Ø6 maglia 15x15cm e centine "automatiche" costituite da profili metallici IPN180 a passo 1.0m. In corso d'opera si valuterà la sostituzione della centina automatica con la centina tradizionale, con l'utilizzo di betoncino proiettato fibrorinforzato in luogo della rete elettrosaldata;
- rivestimento definitivo di spessore 90cm (100cm per la B1\_star) in arco rovescio e variabile da 50cm a 115cm (da 111cm a 196cm per la B1\_star) in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 1.5 diametri equivalenti mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 4 diametri. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

### 6.1.4 SEZIONE TIPO B2

La sezione tipo B2 è una sezione cilindrica che prevede interventi di preconsolidamento del fronte, con campi di scavo da 16m; può essere impiegata nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile a breve termine (categoria B). Ne è prevista l'applicazione come sezione eventuale in contesti diversi ma principalmente nella tratta che attraversa le argille varicolori (ALV).

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo B2 sono:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante n°50±20% elementi strutturali in VTR, L=24m (sovrapposizione minima 8.0m) cementati in foro con miscele cementizie, diametro di perforazione maggiore di 100mm;

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>25 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	25 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	25 di 37								

- Scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di scavo di lunghezza pari a 16.0m;
- sostegno di prima fase costituito da 25cm  $\pm 20\%$  di cls proiettato armato con rete elettrosaldata  $\varnothing 6$  maglia 15x15cm e centine “automatiche” costituite da profili metallici IPN180 a passo 1.0m. In corso d’opera si valuterà la sostituzione della centina automatica con la centina tradizionale, con l’utilizzo di betoncino proiettato fibrorinforzato in luogo della rete elettrosaldata;
- rivestimento definitivo di spessore 90cm in arco rovescio e 80cm in calotta; l’arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 1.5 diametri equivalenti mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 4 diametri. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

### 6.1.5 SEZIONI TIPO C1

La sezione tipo C1 è una sezione tronco-conica che prevede interventi di preconsolidamento del fronte e del contorno con jet-grouting, con campi di scavo da 10.5m; ne è prevista l’applicazione come sezione prevalente nelle due tratte in prossimità degli imbocchi nelle tratte dove si attraversano materiali incoerenti con comportamento del nucleo-fronte instabile (categoria C).

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo C1 sono:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante n°30 $\pm 20\%$  microtrattamenti in jet-grouting  $\varnothing 300$ , L=20.0m, armati con elementi strutturali in VTR, sovrapposizione minima 8.0m, perforazioni a vuoto L=1.5m;
- preconsolidamento al contorno realizzato mediante n°61 $\pm 20\%$  colonne in jet-grouting  $\varnothing 600$ , L=16.5m, sovrapposizione minima 4.5m, perforazione a vuoto 1.5m;
- preconsolidamento al piede centina mediante n°8+8  $\pm 20\%$  trattamenti in jet-grouting  $\varnothing 600$  eseguiti ogni campo di scavo, L=14m, sovrapposizione minima 1.5m, perforazione a vuoto 7.25m;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di scavo tronco-conici di lunghezza pari a 10.5m;
- sostegno di prima fase costituito da 30cm  $\pm 20\%$ ; di cls proiettato armato con rete elettrosaldata  $\varnothing 6$  maglia 15x15cm e centine “automatiche” costituite da profili metallici IPN200 a passo 1.0m. In corso d’opera si valuterà la sostituzione della centina automatica con la centina tradizionale, con l’utilizzo di betoncino proiettato fibrorinforzato in luogo della rete elettrosaldata;
- rivestimento definitivo di spessore 100cm in arco rovescio e spessore variabile da 60cm a 150cm in calotta; l’arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 1 diametro equivalente mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 3 diametri. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

### 6.1.6 SEZIONE TIPO C1BIS

La sezione tipo C1bis è una sezione cilindrica che prevede interventi di preconsolidamento del fronte e del contorno, con campi di scavo da 12m con comportamento del nucleo-fronte instabile (categoria C); ne è prevista l’applicazione come sezione alternativa alla sezione C1 nelle tratte in prossimità degli imbocchi dove la galleria è scavata in materiale coerente (unità TGCs, ALV cataclasata). In queste condizioni, la jet-iniezioni può risultare problematica come esecuzione ed è molto probabile che il diametro reso della colonna non sarà quello progettualmente previsto. Le tecnologie di consolidamento proposte per la C1bis: iniezioni valvolate in calotta e VTR con guaina espandibile tipo P.E.R. Ground 700 iniettati con miscele cementizie sul fronte sono più adatte per le unità MDL ed ALV cataclasate. Infine, la sezione C1bis non essendo una sezione troncoconica permette la sua immediata applicazione, senza un campo di transizione, qualora le condizioni al fronte di scavo lo richiedono.

In termini di sostegno di prima fase le sezioni tipo C1 e C1bis sono uguali. Lo spessore del rivestimento definitivo della calotta è pari a 95cm e lo spessore dell’arco rovescio della C1bis è 100cm uguale a quello della sezione C1. In particolare, l’applicazione della sezione C1bis prevede:

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>26 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	26 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	26 di 37								

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante n°45±20% elementi di rinforzo in VTR con guaina espandibile tipo P.E.R. GROUND H700, iniettati con miscele cementizie,  $L_{tot}=22.0m$ , sovrapposizione minima 10m, diametro di perforazione maggiore di 150mm;
- preconsolidamento al contorno realizzato mediante n°61±20% elementi di strutturali in VTR valvolati (2v/m),  $L=16.5m$ , sovrapposizione minima 4.5m, iniettati a pressione con miscele cementizie, inclinazione rispetto all'orizzontale di 10.5 e 18%, interasse trasversale 0.42m, interasse longitudinale 12m;
- preconsolidamento al piede centina con n°8+8 ±20%; elementi strutturali in VTR valvolati (n°2v/m) iniettati a pressione con miscele cementizie, eseguiti ogni 6.0m di avanzamento (metà campo di scavo),  $L=13.5m$ , sovrapposizione 7.5m.
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di scavo cilindrici di lunghezza pari a 12m;
- sostegno di prima fase costituito da 30cm ±20% di cls proiettato armato con rete elettrosaldada Ø6 maglia 15x15cm e centine "automatiche" costituite da profili metallici IPN200 a passo 1.0m. In corso d'opera si valuterà la sostituzione della centina automatica con la centina tradizionale, con l'utilizzo di betoncino proiettato fibrorinforzato in luogo della rete elettrosaldada;
- rivestimento definitivo di spessore 100cm in arco rovescio e spessore 95cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 1 diametro equivalente mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 3 diametri. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

### 6.1.7 SEZIONE TIPO C2

La sezione tipo C2 è una sezione cilindrica che prevede interventi di preconsolidamento del fronte e del contorno, con campi di scavo da 10m; ne è prevista l'applicazione come sezione prevalente nella tratta che attraversa le argille varicolori (ALV) al di fuori delle zone cataclamate.

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo C2 sono:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante n°43±20% elementi strutturali in VTR, cementati in foro con miscele cementizie,  $L_{tot}=20.0m$ , sovrapposizione minima 10m;
- preconsolidamento al contorno realizzato mediante n°51±20% elementi strutturali in VTR, cementati in foro con miscele espansive,  $L=16.0m$ , sovrapposizione minima 6.0m;
- preconsolidamento al piede delle centine con n°8+8 ±20% elementi strutturali in VTR cementati in foro con miscele espansive,  $L_{media}=12.0m$ , sovrapposizione 2.0m
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di scavo cilindrici di lunghezza pari a 10m. L'area di scavo è stata incrementata, in calotta, di una fascia di 10cm al fine di assorbire le convergenze;
- sostegno di prima fase costituito da 30cm ±20% di cls proiettato armato con rete elettrosaldada Ø6 maglia 15x15cm e centine "automatiche" costituite da profili metallici IPN240 a passo 1.0m. In corso d'opera si valuterà la sostituzione della centina automatica con la centina tradizionale, con l'utilizzo di betoncino proiettato fibrorinforzato in luogo della rete elettrosaldada;
- rivestimento definitivo di spessore variabile da 100cm a 182cm in arco rovescio e spessore 90cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 1 diametro equivalente mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 3 diametri. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

### 6.1.8 SEZIONE TIPO C2P

La sezione tipo C2p è una sezione cilindrica che prevede interventi di preconsolidamento del fronte e del contorno, con campi di scavo da 10m; ne è prevista l'applicazione nelle zone cataclamate all'interno delle argille varicolori (ALV).

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>27 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	27 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	27 di 37								

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo C2p sono:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante n°55±20% elementi strutturali in VTR, cementati in foro con miscele cementizie,  $L_{tot}=24.0m$ , sovrapposizione minima 14.0m;
- preconsolidamento al contorno realizzato mediante n°51±20% elementi strutturali in VTR, cementati in foro con miscele espansive,  $L=24.0m$ , sovrapposizione minima 14.0m;
- preconsolidamento al piede delle centine con n°8+8 ±20% elementi strutturali in VTR cementati in foro con miscele espansive,  $L_{media}=14.0m$ , sovrapposizione 4.0m
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di scavo cilindrici di lunghezza pari a 10.0m. L'area di scavo è stata incrementata, in calotta, di una fascia di 10cm al fine di assorbire le convergenze;
- sostegno di prima fase costituito da 30cm ±20% di cls fibrorinforzato e centine tradizionali costituite da profili metallici doppi HEB200 a passo 1.0m. In corso d'opera si valuterà la sostituzione della centina tradizionale con la centina automatica, con l'utilizzo di rete elettrosaldata in luogo della fibre;
- arco puntone costituito da profili metallici HEB200 disposti ad interasse 1.0m e da 30cm ±20% di cls proiettato fibrorinforzato;
- rivestimento definitivo di spessore variabile da 110cm a 192cm in arco rovescio e spessore 100cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di mezzo diametro equivalente, mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 2 diametri. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

## 6.2 GALLERIA DI LINEA, IMBOCCO LATO CANCELLO

La sezione tipo Concio d'Attacco è una sezione tronco-conica che prevede interventi di preconsolidamento del fronte di scavo e al contorno; è specifica per questa tratta iniziale della galleria caratterizzata da limitata copertura e presenza di materiali sciolti (Categoria C).

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo Concio d'attacco sono:

- preconsolidamento in calotta mediante n° 31±20% trattamenti con colonne di jet-grouting  $\varnothing 600mm$  al contorno dello scavo,  $L=15.0m$ , realizzate a seguito del carotaggio della paratia di imbocco. Terminata la realizzazione delle colonne di jet-grouting, saranno perforate per inserire il tubo in acciaio di lunghezza 16.0m,  $\varnothing 127mm$ , spessore 10mm, diametro di perforazione 160mm, iniettati con miscele cementizie;
- preconsolidamento al fronte di scavo partendo dalla paratia esterna (opportunamente sistemati per evitare interferenze con i pali) mediante n°30±20% microtrattamenti in jet-grouting  $\varnothing 300mm$ , lunghezza 12m, armati con tubi in VTR  $\varnothing 60/40mm$ , di lunghezza 12m;
- consolidamento al piede centina con n°8+8±20% trattamenti in jet-grouting,  $\varnothing 600mm$ , lunghezza media 10m, perforazione a vuoto di lunghezza media di 2.75m;
- scavo di avanzamento a piena sezione per singoli sfondi d 1.0m secondo campi di scavo tronco-conici di lunghezza pari a 7m.
- sostegno di prima fase costituito da 30cm di cls proiettato armato con rete elettrosaldata  $\varnothing 6mm$ , maglia 15x15cm e centine "automatiche" realizzate con doppio profilato IPN200 a passo 1.0m.
- rivestimento definitivo di spessore 100cm in arco rovescio e variabile da 90cm a 135cm in calotta. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>28 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	28 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	28 di 37								

### 6.3 GALLERIA DI LINEA, IMBOCCO LATO BENEVENTO

La sezione tipo Concio è una sezione tronco-conica che prevede interventi di preconsolidamento del fronte di scavo e al contorno; è specifica per questa tratta iniziale della galleria caratterizzata da limitata copertura e presenza di materiali sciolti (Categoria C).

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo Concio d'attacco sono:

- preconsolidamento in calotta mediante n°  $31 \pm 20\%$  trattamenti con colonne di jet-grouting  $\varnothing 600\text{mm}$  al contorno dello scavo,  $L=15.0\text{m}$ , realizzate a seguito del carotaggio della paratia di imbocco. Terminata la realizzazione delle colonne di jet-grouting, saranno perforate per inserire il tubo in acciaio di lunghezza  $16.0\text{m}$ ,  $\varnothing 127\text{mm}$ , spessore  $10\text{mm}$ , diametro di perforazione  $160\text{mm}$ , iniettati con miscele cementizie;
- preconsolidamento al fronte di scavo partendo dalla paratia esterna (opportunamente sistemati per evitare interferenze con i pali) mediante n°  $30 \pm 20\%$  microtrattamenti in jet-grouting  $\varnothing 300\text{mm}$ , lunghezza  $12\text{m}$ , armati con tubi in VTR  $\varnothing 60/40\text{mm}$ , di lunghezza  $12\text{m}$ ;
- consolidamento al piede centina con n°  $8+8 \pm 20\%$  trattamenti in jet-grouting,  $\varnothing 600\text{mm}$ , lunghezza media  $10\text{m}$ , perforazione a vuoto di lunghezza media di  $2.75\text{m}$ ;
- scavo di avanzamento a piena sezione per singoli sfondi d  $1.0\text{m}$  secondo campi di scavo tronco-conici di lunghezza pari a  $7\text{m}$ .
- sostegno di prima fase costituito da  $30\text{cm}$  di cls proiettato armato con rete elettrosaldata  $\varnothing 6\text{mm}$ , maglia  $15 \times 15\text{cm}$  e centine “automatiche” realizzate con doppio profilato IPN200 a passo  $1.0\text{m}$ .
- rivestimento definitivo di spessore  $100\text{cm}$  in arco rovescio e variabile da  $90\text{cm}$  a  $135\text{cm}$  in calotta. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>29 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	29 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	29 di 37								

## 6.4 GALLERIA FINESTRA PK 3+777.276

Lo scavo della galleria naturale finestra sarà effettuato in tradizionale mediante avanzamenti a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza variabile in funzione del contesto geomeccanico.

Sono state definite n°4 sezioni tipo, denominate A1, A2, B1 e Camerone di Manovra.

Nei paragrafi seguenti si riassumono le caratteristiche peculiari di ciascuna sezione, mentre per la distribuzione delle sezioni tipo lungo il tracciato si rimanda al profilo geotecnico di riferimento.

### 6.4.1 SEZIONE TIPO A1 E A1\_OR

La sezione tipo A1 (e A1\_or, relativamente a soli 42 di sviluppo nel primo tratto della galleria) è una sezione cilindrica che non prevede interventi di preconsolidamento del fronte di scavo e al contorno; può essere impiegata solo nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile (Categoria A). E' la sezione più leggera tra quelle previste nel Progetto e la tratta di applicazione si estende principalmente all'interno della formazione dei calcari (u.g. RDO) poco fratturati, con coperture fino a 200m. Con coperture superiori è prevista come sezione eventuale con altre sezioni tipo.

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo A1 sono:

- scavo a piena sezione per sfondi massimi di 2.8m;
- sostegno di prima fase costituito da 15cm±20% di cls proiettato fibrorinforzato e centine IPN140 doppie con passo 1.4m±20%;
- rivestimento definitivo di spessore 60cm in arco rovescio e 50cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 5 diametri equivalenti mentre il getto della calotta non è vincolato; tali distanze potranno variare in funzione del comportamento rilevato dai dati di monitoraggio. Il rivestimento definitivo è armato in arco rovescio, mentre in calotta è non armato.

### 6.4.2 SEZIONE TIPO A2

La sezione tipo A2 è una sezione cilindrica che non prevede interventi di preconsolidamento del fronte e al contorno, ma solo una bullonatura radiale del cavo; può essere impiegata solo nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile (Categoria A).

La sua applicazione prevalente è prevista all'interno delle tratte scavate nella formazione dei calcari (u.g. RDO) poco fratturati, nelle tratte a copertura massima. Per coperture inferiori è prevista anche come sezione eventuale.

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo A2 sono:

- scavo a piena sezione per sfondi massimi di 2.4m;
- sostegno di prima fase costituito da 15cm±20%; di cls proiettato fibrorinforzato e centine IPN140 doppie con passo 1.2m±20%;
- chiodatura radiale mediante 10/11 chiodi tipo Swellex® Pm24 disposti in raggiere alternate di lunghezza 4.5m posti ad interasse longitudinale di 1.2m±20%
- rivestimento definitivo di spessore 70cm in arco rovescio e 60cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 3 diametri equivalenti mentre il getto della calotta non è vincolato; tali distanze potranno variare in funzione del comportamento rilevato dai dati di monitoraggio. Il rivestimento definitivo è armato in arco rovescio, mentre in calotta è non armato.

### 6.4.3 SEZIONE TIPO B1

La sezione tipo B1 è una sezione tronco-conica che prevede interventi di preconsolidamento sul fronte e presostegno al contorno, con campi di avanzamento di 8.5m; ne è prevista l'applicazione come sezione prevalente, nelle zone di faglia e nelle zone cataclamate all'interno della tratta dei calcari (unità RDO) dove il materiale si presenta molto fratturato con un comportamento del nucleo-fronte stabile a breve termine (categoria B).

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>30 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	30 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	30 di 37								

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo B1 sono:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante n°20±20% elementi strutturali in VTR, L=24m (sovrapposizione minima 7.0m) cementati in foro con miscele cementizie, diametro di perforazione maggiore di 100mm; il preconsolidamento del fronte è effettuato ogni 2 campi di scavo.
- Presostegno al contorno (entro un angolo di 120° in calotta) realizzato mediante n°23±20% tubi in acciaio valvolati (1v/m), Ø127mm spessore 10mm, iniettati con miscele cementizie, L=12.0m (sovrapposizione minima 3.5m, interasse 0.45m), diametro di perforazione maggiore di 160mm;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di avanzamento tronco-conici di lunghezza pari a 8.5m;
- sostegno di prima fase costituito da 20cm±20%; di cls fibrorinforzato e centine doppie IPN160 a passo 1.0±20%;
- rivestimento definitivo di spessore 80cm in arco rovescio e variabile da 50cm a 110cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 1.5 diametri equivalenti mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 4 diametri; tali distanze potranno variare in funzione del comportamento rilevato dai dati di monitoraggio. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

#### 6.4.4 SEZIONE TIPO CAMERONE DI MANOVRA

La sezione tipo Camerone di Manovra è una sezione cilindrica che sarà impiegata al termine della finestra, in corrispondenza dell'innesto; la sezione è caratterizzata da una sezione di scavo maggiore rispetto a quelle correnti. Sulla base del profilo geomeccanico di progetto, la sezione in oggetto ha un comportamento del nucleo-fronte stabile (Categoria A).

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo Camerone di manovra sono:

- sostegno di prima fase costituito da 25cm±20%; di cls proiettato fibrorinforzato e centine IPN200 doppie con passo 1.0m±20%;
- chiodatura radiale mediante 21/22 chiodi tipo Swellex® Pm24 disposti in raggiere alternate di lunghezza 4.5m posti ad interasse longitudinale di 1.0m, preforo 48mm. In funzione delle caratteristiche dell'ammasso riscontrate in fase di scavo, la lunghezza dei chiodi potrà variare da 4.5m a 6.0m.
- rivestimento definitivo di spessore 100cm in arco rovescio e 100cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 2 diametri equivalenti mentre il getto della calotta non è vincolato; tali distanze potranno variare in funzione del comportamento rilevato dai dati di monitoraggio. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>31 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	31 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	31 di 37								

## 6.5 GALLERIA FINESTRA PK 5+503.917

Lo scavo della galleria naturale finestra sarà effettuato in tradizionale mediante avanzamenti a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza variabile in funzione del contesto geomeccanico.

Sono state definite n°5 sezioni tipo, denominate A1, A2, B1, B2 e Camerone di Manovra.

Nei paragrafi seguenti si riassumono le caratteristiche peculiari di ciascuna sezione, mentre per la distribuzione delle sezioni tipo lungo il tracciato si rimanda al profilo geomeccanico di riferimento.

### 6.5.1 SEZIONE TIPO A1

La sezione tipo A1 è una sezione cilindrica che non prevede interventi di preconsolidamento del fronte di scavo e al contorno; può essere impiegata solo nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile (Categoria A). E' la sezione più leggera tra quelle previste nel Progetto e la tratta di applicazione si estende principalmente all'interno della formazione dei calcari (u.g. RDO) poco fratturati, con coperture fino a 200m. Con coperture superiori è prevista come sezione eventuale con altre sezioni tipo.

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo A1 sono:

- scavo a piena sezione per sfondi massimi di 2.8m;
- sostegno di prima fase costituito da 15cm±20% di cls proiettato fibrorinforzato e centine IPN140 doppie con passo 1.4m±20%;
- rivestimento definitivo di spessore 60cm in arco rovescio e 50cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 5 diametri equivalenti mentre il getto della calotta non è vincolato; tali distanze potranno variare in funzione del comportamento rilevato dai dati di monitoraggio. Il rivestimento definitivo è armato in arco rovescio, mentre in calotta è non armato.

### 6.5.2 SEZIONE TIPO A2

La sezione tipo A2 è una sezione cilindrica che non prevede interventi di preconsolidamento del fronte e al contorno, ma solo una bullonatura radiale del cavo; può essere impiegata solo nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile (Categoria A).

La sua applicazione prevalente è prevista all'interno delle tratte scavate nella formazione dei calcari (u.g. RDO) poco fratturati, nelle tratte a copertura massima. Per coperture inferiori è prevista anche come sezione eventuale.

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo A2 sono:

- scavo a piena sezione per sfondi massimi di 2.4m;
- sostegno di prima fase costituito da 15cm±20%; di cls proiettato fibrorinforzato e centine IPN140 doppie con passo 1.2m±20%;
- chiodatura radiale mediante 10/11 chiodi tipo Swellex® Pm24 disposti in raggiere alternate di lunghezza 4.5m posti ad interasse longitudinale di 1.2m, preforo 48mm;
- rivestimento definitivo di spessore 70cm in arco rovescio e 60cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 3 diametri equivalenti mentre il getto della calotta non è vincolato; tali distanze potranno variare in funzione del comportamento rilevato dai dati di monitoraggio. Il rivestimento definitivo è armato in arco rovescio, mentre in calotta è non armato.

### 6.5.3 SEZIONE TIPO B1

La sezione tipo B1 è una sezione tronco-conica che prevede interventi di preconsolidamento sul fronte e presostegno al contorno, con campi di avanzamento di 8.5m; ne è prevista l'applicazione come sezione prevalente, nelle zone di faglia e nelle zone cataclamate all'interno della tratta dei calcari (unità RDO) dove il materiale si presenta molto fratturato con un comportamento del nucleo-fronte stabile a breve termine (categoria B).

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>32 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	32 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	32 di 37								

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo B1 sono:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante n°20±20% elementi strutturali in VTR, L=24m (sovrapposizione minima 7.0m) cementati in foro con miscele cementizie, diametro di perforazione maggiore di 100mm; il preconsolidamento del fronte è effettuato ogni 2 campi di scavo.
- Presostegno al contorno (entro un angolo di 120° in calotta) realizzato mediante n°23±20% tubi in acciaio valvolati (1v/m), Ø127mm spessore 10mm, iniettati con miscele cementizie, L=12.0m (sovrapposizione minima 3.5m, interasse 0.45m), diametro di perforazione maggiore di 160mm;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di avanzamento tronco-conici di lunghezza pari a 8.5m;
- sostegno di prima fase costituito da 20cm±20%; di cls fibrorinforzato e centine doppie IPN160 a passo 1.0±20%;
- rivestimento definitivo di spessore 80cm in arco rovescio e variabile da 50cm a 110cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 1.5 diametri equivalenti mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 4 diametri; tali distanze potranno variare in funzione del comportamento rilevato dai dati di monitoraggio. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

#### 6.5.4 SEZIONE TIPO B2

La sezione tipo B2 è una sezione cilindrica che prevede interventi di preconsolidamento del fronte; può essere impiegata nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile a breve termine (categoria B). Ne è prevista l'applicazione come sezione eventuale in contesti diversi ma principalmente nella tratta che attraversa i calcari fagliati a coperture limitate.

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo B2 sono:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante n°20±20% elementi strutturali in VTR, L=20m (sovrapposizione minima 10.0m) cementati in foro con miscele cementizie, diametro di perforazione maggiore di 100mm;
- Scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di avanzamento di lunghezza pari a 10.0m;
- sostegno di prima fase costituito da 20cm±20 di cls proiettato fibrorinforzato e centine doppie IPN160 a passo 1.0±20%;
- rivestimento definitivo di spessore 80cm in arco rovescio e 70cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 1.5 diametri equivalenti mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 4 diametri; tali distanze potranno variare in funzione del comportamento rilevato dai dati di monitoraggio. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

#### 6.5.5 SEZIONE TIPO CAMERONE DI MANOVRA

La sezione tipo Camerone di Manovra è una sezione cilindrica che sarà impiegata al termine della finestra, in corrispondenza dell'innesto; la sezione è caratterizzata da una sezione di scavo maggiore rispetto a quelle correnti. Sulla base del profilo geomeccanico di progetto, la sezione in oggetto ha un comportamento del nucleo-fronte stabile (Categoria A).

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo Camerone di manovra sono:

- sostegno di prima fase costituito da 25cm±20%; di cls proiettato fibrorinforzato e centine IPN200 doppie con passo 1.0m±20%;

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>33 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	33 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	33 di 37								

- chiodatura radiale mediante 21/22 chiodi tipo Swellex® Pm24 disposti in raggiere alternate di lunghezza 4.5m posti ad interasse longitudinale di 1.0m, preforo 48mm. In funzione delle caratteristiche dell'ammasso riscontrate in fase di scavo, la lunghezza dei chiodi potrà variare da 4.5m a 6.0m.
- rivestimento definitivo di spessore 100cm in arco rovescio e 100cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 2 diametri equivalenti mentre il getto della calotta non è vincolato; tali distanze potranno variare in funzione del comportamento rilevato dai dati di monitoraggio. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>34 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	34 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	34 di 37								

## 6.6 CUNICOLO DI SFOLLAMENTO

Lo scavo della galleria naturale di linea Monte Aglio sarà effettuato in tradizionale mediante avanzamenti a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza variabile in funzione del contesto geomeccanico.

Sono state definite n°9 sezioni tipo, denominate A1, A2, A1all, A2all, B1, C2, C2bis, CM1 e CM2.

Nei paragrafi seguenti si riassumono le caratteristiche peculiari di ciascuna sezione, mentre per la distribuzione delle sezioni tipo lungo il tracciato si rimanda al profilo geomeccanico di riferimento.

### 6.6.1 SEZIONE TIPO A1

La sezione tipo A1 è una sezione cilindrica che non prevede interventi di preconsolidamento del fronte di scavo e al contorno; può essere impiegata solo nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile (Categoria A). E' la sezione più leggera tra quelle previste nel Progetto e la tratta di applicazione si estende principalmente all'interno della formazione dei calcari (u.g. RDO) poco fratturati, con coperture fino a 200m. Con coperture superiori è prevista come sezione eventuale con altre sezioni tipo.

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo A1 sono:

- scavo a piena sezione per sfondi massimi di 2.8m;
- sostegno di prima fase costituito da 15cm±20% di cls proiettato fibrorinforzato e centine IPN140 doppie con passo 1.4m±20%
- rivestimento definitivo di spessore 60cm in arco rovescio e 50cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 5 diametri equivalenti mentre il getto della calotta non è vincolato. Il rivestimento definitivo è armato in arco rovescio, mentre in calotta è non armato.

### 6.6.2 SEZIONE TIPO A1ALL

La sezione tipo A1all è una sezione identica alla sezione tipo A1, con un'area di scavo maggiore. Gli elementi che caratterizzano questa sezione sono gli stessi della sezione tipo A1 a cui si rimanda per dettagli in merito.

### 6.6.3 SEZIONE TIPO A2

La sezione tipo A2 è una sezione cilindrica che non prevede interventi di preconsolidamento del fronte e al contorno, ma solo una bullonatura radiale del cavo; può essere impiegata solo nelle tratte con comportamento del nucleo-fronte stabile (Categoria A).

La sua applicazione prevalente è prevista all'interno delle tratte scavate nella formazione dei calcari (u.g. RDO) poco fratturati, nelle tratte a copertura massima. Per coperture inferiori è prevista anche come sezione eventuale.

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo A2 sono:

- scavo a piena sezione per sfondi massimi di 2.4m;
- sostegno di prima fase costituito da 15cm±20%; di cls proiettato fibrorinforzato e centine IPN140 doppie con passo 1.2m±20%;
- chiodatura radiale mediante 7/8 chiodi tipo Swellex® Pm24 disposti in raggiera alternate di lunghezza 3.0m posti ad interasse longitudinale di 1.2m, preforo 48mm;
- rivestimento definitivo di spessore 70cm in arco rovescio e 60cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 3 diametri equivalenti mentre il getto della calotta non è vincolato. Il rivestimento definitivo è armato in arco rovescio, mentre in calotta è non armato.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>35 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	35 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	35 di 37								

#### 6.6.4 SEZIONE TIPO A2ALL

La sezione tipo A2all è una sezione identica alla sezione tipo A2, con un'area di scavo maggiore, pertanto sarà adottata nelle medesime condizioni di applicazione della sezione tipo A2. Gli elementi che si differenziano dalla sezione A2 di riferimento, in considerazione delle maggiori dimensioni, sono:

- chiodatura radiale mediante 10/11 chiodi tipo Swellex<sup>®</sup> Pm24 disposti in raggiere alternate di lunghezza 4.5m posti ad interasse longitudinale di 1.2m, preforo 48mm;

#### 6.6.5 SEZIONE TIPO CM1

La sezione tipo CM1 è una sezione identica alla sezione A2all sia come interventi che come dimensioni. E' una sezione che si applica però in una specifica tratta del tracciato del cunicolo.

#### 6.6.6 SEZIONE TIPO B1

La sezione tipo B1 è una sezione tronco-conica che prevede interventi di preconsolidamento sul fronte e presostegno al contorno, con campi di scavo di 8.5m; ne è prevista l'applicazione come sezione prevalente, nelle zone di faglia e nelle zone cataclamate all'interno della tratta dei calcari (unità RDO) dove il materiale si presenta molto fratturato con un comportamento del nucleo-fronte stabile a breve termine (categoria B).

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo B1 sono:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante n°20±20% elementi strutturali in VTR, L=24m (sovrapposizione minima 7.0m) cementati in foro con miscele cementizie, diametro di perforazione maggiore di 100mm; il preconsolidamento del fronte è effettuato ogni 2 campi di scavo.
- Presostegno al contorno (entro un angolo di 128° in calotta) realizzato mediante n°17±20% tubi in acciaio valvolati (1v/m), Ø127mm spessore 10mm, iniettati con miscele cementizie, L=12.0m (sovrapposizione minima 3.5m, interasse 0.45m), diametro di perforazione maggiore di 160mm;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di scavo tronco-conici di lunghezza pari a 8.5m;
- sostegno di prima fase costituito da 20cm±20%; di cls fibrorinforzato e centine doppie IPN160 a passo 1.0±20%;
- rivestimento definitivo di spessore 80cm in arco rovescio e variabile da 50cm a 110cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 1.5 diametri equivalenti mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 4 diametri. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

#### 6.6.7 SEZIONE TIPO C2

La sezione tipo C2 è una sezione cilindrica che prevede interventi di preconsolidamento del fronte e del contorno, con campi di scavo da 6m; ne è prevista l'applicazione come sezione prevalente nella tratta che attraversa le argille varicolori (ALV) al di fuori delle zone cataclamate.

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo C2 sono:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante n°30±20% elementi strutturali in VTR, cementati in foro con miscele cementizie, L<sub>tot</sub>=16.0m, sovrapposizione minima 10m;
- preconsolidamento al contorno realizzato mediante n°(17+16)±20% elementi strutturali in VTR, cementati in foro con miscele espansive, L=12.0m, sovrapposizione minima 6.0m;
- consolidamento al piede delle centine con n°(5+5) ±20% elementi strutturali in VTR cementati in foro con miscele espansive, L<sub>media</sub>=8.0m, sovrapposizione 2.0m
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di scavo cilindrici di lunghezza pari a 6m. L'area di scavo è stata incrementata, in calotta, di una fascia di 10cm al fine di assorbire le convergenze;

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>36 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	36 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	36 di 37								

- rivestimento definitivo di spessore 90cm in arco rovescio e spessore 80cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 1 diametro equivalente mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 3 diametri. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

### 6.6.8 SEZIONE TIPO C2BIS

La sezione tipo C2bis è una sezione identica alla sezione C2, ma con un campo di scavo ridotto; essa sarà pertanto adottata nelle medesime condizioni di applicazione della sezione tipo C2. Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo C2bis sono:

- preconsolidamento del fronte realizzato mediante  $n^{\circ}30\pm 20\%$  elementi strutturali in VTR, cementati in foro con miscele cementizie,  $L_{tot}=20.0m$ , sovrapposizione minima 12m;
- preconsolidamento al contorno realizzato mediante  $n^{\circ}(17+16)\pm 20\%$  elementi strutturali in VTR, cementati in foro con miscele espansive,  $L=20.0m$ , sovrapposizione minima 16.0m;
- consolidamento al piede delle centine con  $n^{\circ}(5+5) \pm 20\%$  elementi strutturali in VTR cementati in foro con miscele espansive,  $L_{media}=10.0m$ , sovrapposizione 2m.
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di scavo cilindrici di lunghezza pari a 4m. L'area di scavo è stata incrementata, in calotta, di una fascia di 10cm al fine di assorbire le convergenze;
- rivestimento definitivo di spessore 90cm in arco rovescio e spessore 80cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 1 diametro equivalente mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 3 diametri. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

### 6.6.9 SEZIONE TIPO CM2

La sezione tipo CM2 è una sezione del tutto simile alla sezione tipo C2, con un'area di scavo maggiore, pertanto sarà adottata nelle medesime condizioni di applicazione della sezione tipo C2. Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo CM2 sono:

- preconsolidamento del fronte già realizzato nel corso dello scavo della sezione C2bis e della sezione di transizione TR3;
- preconsolidamento al contorno già realizzato nel corso dello scavo della sezione C2bis e della sezione di transizione TR3;
- consolidamento al piede delle centine già realizzato nel corso dello scavo della sezione C2bis e della sezione di transizione TR3;
- scavo a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m secondo campi di scavo cilindrici di lunghezza pari a 10m;
- rivestimento definitivo di spessore variabile da 90cm a 165cm in arco rovescio e spessore 80cm in calotta; l'arco rovescio dovrà essere gettato ad una distanza massima dal fronte di 1 diametro equivalente mentre il getto della calotta dovrà essere realizzato ad una distanza massima di 3 diametri. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE DELLE OPERE</b> <b>IN SOTTERRANEO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0000 001</td> <td>D</td> <td>37 di 37</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	37 di 37
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RH	GN0000 001	D	37 di 37								

## 7 MONITORAGGIO

Il monitoraggio, così come riportato al paragrafo 6.2.5 del D.M. 14/01/2008, ha lo scopo di verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati. L'adozione del metodo osservazionale nelle condizioni geotecniche complesse e per opere di una certa importanza è previsto anche dalla Normativa al paragrafo 6.2.4., nel caso in cui permangano documentate ragioni di incertezza risolvibili solo in fase costruttiva.

Il programma di monitoraggio in sintesi prevede:

- il rilievo analitico e speditivo del fronte di scavo con tecniche tradizionali e rilievi fotogrammetrici stereoscopici 3D;
- il controllo della convergenza del cavo mediante installazione di stazioni di convergenza e sensoristica tipo MUMS nella formazione dell' ALV;
- il controllo delle deformazioni dell'ammasso al contorno del cavo con tubi inclino-estensometrici tipo TREX;
- il controllo dell'estrusione del fronte, mediante installazione di estensimetri incrementali in avanzamento, laddove previsto;
- il monitoraggio dello stato tensionale nel rivestimento di prima fase mediante celle di carico, celle di pressione e strain gauges;
- il monitoraggio dello stato tensionale nel rivestimento definitivo mediante barrette estensimetriche e sensoristica tipo MUMS nella formazione delle argille scagliose ALV; sono inoltre previsti elettrodi di riferimento per misura potenziale di corrosione dell'armatura;
- il controllo dei cedimenti al piano campagna mediante installazione di capisaldi su sezioni di livellazione topografica;
- il controllo topografico degli spostamenti sugli edifici interferenti all'imbocco lato Benevento, tubi inclino-estensometrici TREX, clinometri e fessurimetri.
- Monitoraggio piezometrico con finalità idrogeologiche ed ambientali.

Al fine di razionalizzare il flusso dati e massimizzare l'efficienza del complesso sistema di monitoraggio in tempo reale, la gestione complessiva dei dati sarà eseguita mediante apposita piattaforma web-GIS che integra tutti i parametri raccolti dal monitoraggio in corso d'opera con quanto previsto in progetto, permettendo una valutazione immediata dei comportamenti tenso-deformativi delle opere in riferimento alle soglie definite progettualmente.

L'accesso a tale piattaforma sarà abilitata a tutti i soggetti coinvolti (Direzione Lavori, Committenza, Progettisti e Imprese di Costruzione) garantendo anche una velocizzazione dei processi decisionali mirati alla definizione delle azioni correttive minimizzando le tempistiche di azione in cantiere.