

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche
Dott. Ing. Paolo Cucino
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"

GALLERIE

D-Galleria Scaleres

-

Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale

APPALTATORE	COMMITTENTE	SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO Ing. Pietro Gianvecchio	IL RESPONSABILE DEI LAVORI Ing. Rosanna Del Maschio	-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I B O U	1 B	E	Z Z	R H	G N O 1 0 0	0 0 1	C

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	S. Spinello	26/01/2022	A. Valente	27/01/2022	D. Buttafoco (Dolomiti)	28/01/2022	 Dott. Ing. ANDREA POLLI 09/03/2023
B	Emissione a seguito RDV Italferr	M. Falanjesca / B. Fiorentino	17/07/2022	D. Merlini	18/07/2022	D. Buttafoco	20/07/2022	
C	Emissione per indicazioni committenza	M. Falanjesca / F. Vaccaro	25/02/2023	D. Merlini	26/02/2023	D. Buttafoco	27/02/2023	

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	2 di 73

SOMMARIO

1. PREMESSA	5
2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	5
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3.1 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI.....	6
4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
4.1 DOCUMENTI REFERENZIATI.....	7
4.2 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF).....	8
4.3 BIBLIOGRAFIA	9
5. DESCRIZIONE DELL'OPERA	10
6. FASE CONOSCITIVA	11
6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO	11
6.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	12
6.3 MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	14
6.4 ANALISI DEL RISCHIO.....	16
6.5 DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO.....	18
6.5.1 Sezione A0L	19
6.5.2 Sezione A0bis.....	20
6.5.3 Sezione A1L	21
6.5.4 Sezione A1	22
6.5.5 Sezione A2	23
6.5.6 Sezione As.....	24
6.5.7 Sezione B1L.....	25
6.5.8 Sezione C2L.....	26
6.5.9 Sezione C2v.....	27
6.5.10Sezione A2 allargata	28
6.5.11Sezione C2* allargata	29
6.5.12Sezione C2v allargata	30
6.5.13Sezione I1	31
6.5.14Sezione I2	32

APPALDATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 3 di 73

6.5.15	Sezione C0 tipo 1	33
6.5.16	Sezione C0 tipo 2	34
6.5.17	Sezione C1 tipo 1	35
6.5.18	Sezione C1 tipo 2	36
6.5.19	Sezione C2	37
6.5.20	Sezione C3	38
6.5.21	Sezione LTt	39
6.5.22	Sezione LMs	40
6.5.23	Camerone di smontaggio	41
6.6	MODALITÀ DI SCAVO PREVISTE	42
7.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI	43
7.1	RIVESTIMENTI PROVVISORI	43
7.2	RIVESTIMENTI DEFINITIVI	45
8.	ELEMENTI NECESSARI ALLA GESTIONE DELLE LINEE GUIDA E CRITERI APPLICATIVI	46
8.1	DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE-GEOMECCANICHE DELL'AMMASSO	47
8.2	VALORI SOGLIA	48
8.3	PROCEDURA DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO E GESTIONE DELLE VARIABILITÀ DEGLI INTERVENTI	49
9.	VALORI ATTESI E DI SOGLIA	53
10.	CAMPI DI APPLICAZIONE E VARIABILITÀ DELLE SEZIONI TIPO	56
10.1	SEZIONE TIPO A0L	56
10.2	SEZIONE TIPO A0BIS	56
10.3	SEZIONE TIPO A1L	57
10.4	SEZIONE TIPO A1	57
10.5	SEZIONE TIPO A2	57
10.6	SEZIONE TIPO AS	58
10.7	SEZIONE TIPO B1L	58
10.8	SEZIONE TIPO C2L	58
10.9	SEZIONE TIPO C2V	59
10.10	CAMERONI	60
10.10.1	Cameroni I1; I2; C0 tipo1; C1 tipo1; C2; C3; gallerie LTt e LMs	60

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 4 di 73

10.10.2	Cameroni C0 tipo2; C1 tipo2; I1 e I2 con interventi al contorno ed al fronte	60
10.10.3	Sezione tipo A2 Allargata	60
10.10.4	Sezione tipo C2* Allargata	61
10.10.5	Sezione tipo C2v Allargata	61
10.11	SINTESI DEI CAMPI DI APPLICAZIONE	62
10.12	SINTESI DELLE VARIABILITÀ DELLE SEZIONI TIPO.....	67
11.	PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI E TECNOLOGIE ALTERNATIVE	71
11.1	PROCEDURE DI FERMO FRONTE	71
11.2	PRE-SPRITZ AL FRONTE E CONTORNO DURANTE LA FASE DI SCAVO – FUNZIONE E SUA APPLICAZIONE	72
11.3	CARATTERISTICHE MINIME DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN RELAZIONE ALLE FASI OPERATIVE	72
11.4	TECNICHE DI CONSOLIDAMENTO DEI FRONTI DI SCAVO	72
11.5	TECNOLOGIE ALTERNATIVE DI PERFORAZIONE	72
11.6	TECNOLOGIE ALTERNATIVE PER BULLONATURE RADIALI	73

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	5 di 73

1. PREMESSA

La presente relazione riporta le linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo da adottare nell' ambito della realizzazione della galleria naturale Scaleres, opera facente parte del Progetto Esecutivo del lotto 1 della linea tratta Fortezza-Ponte Gardena, sull' itinerario Fortezza – Verona, che ha una lunghezza complessiva di circa 15376 m, di cui 3498 scavati con metodo tradizionale e 11812 scavati in meccanizzato.

L' opera in oggetto ricade nei limiti comunali di Funes in provincia di Bolzano.

Nel seguito, dopo una breve descrizione delle sezioni tipo previste in progetto si riportano i criteri di applicabilità delle stesse, le soglie di attenzione e di allarme ed una dettagliata descrizione delle variabilità previste per le diverse sezioni.

Le soluzioni proposte si basano anche sulle recenti esperienze occorse nella limitrofa Galleria di base del Brennero, in particolar modo le esperienze sui lotti costruttivi H71 Sotto-attraversamento Isarco e H61 Mules 2-3, in cui sono stati scavati ammassi rocciosi simili a quelli in esame. Si rimanda al documento *Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea* per maggiori approfondimenti.

Per maggiori informazioni inerenti il camerone di montaggio con la sezione tipo G si rimanda al documento [62].

2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Le presenti linee guida intendono fornire gli strumenti necessari per il controllo degli scavi durante l' esecuzione dei lavori, ovvero un set di indicatori da monitorare ed i relativi valori attesi, di attenzione ed allerta per verificare in corso d' opera l' efficacia delle scelte progettuali.

Tale documento rappresenta lo strumento operativo per la verifica e la messa a punto del progetto nella fase realizzativa, consentendo di:

- confermare le sezioni tipo previste per le tratte omogenee, come da profilo geotecnico, secondo i criteri di applicazione definiti in progetto,
- definire le variazioni degli interventi da effettuarsi nell' ambito delle variabilità previste in progetto sulla base di quanto riscontrato in fase di scavo,
- definire il passaggio tra una sezione tipo ed un' altra presente nel progetto all' interno delle tratte omogenee,
- definire e raccogliere tutti gli adeguati elementi oggettivi a supporto della definizione di una sezione tipo che, senza alterare l' impostazione progettuale, differisca da quelle già previste in progetto esecutivo in termini di schemi di consolidamento, prerivestimento, impermeabilizzazione e rivestimento definitivo, anche se tali modifiche conducano a lavorazioni in quantità al di fuori dei campi di variabilità individuati in fase di progettazione.

Il documento descrive i parametri di riferimento, oggettivi e riscontrabili/misurabili in fase di scavo, e i relativi valori attesi, a cui sono associate soglie di attenzione e di allerta che guidano nell' applicazione delle previste variabilità.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	6 di 73

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008, "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- [2] C.S.LL.PP., Circolare n° 617 del 02/02/2009, "Istruzioni per l'applicazione delle "nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14/01/2008".
- [3] Legge 05.11.1971 n. 1086 : "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 4 – Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A). Emissione 30/12/2016;
- [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 6 – Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A). Emissione 30/12/2016.
- [6] 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;
- [7] 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;
- [8] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell'Unione Europea – 1299/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.

3.1 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI

- [9] SIG, "Linee guida per la progettazione, l'appalto e la costruzione di opere in sotterraneo", 1997;
- [10] ITA, "Guidelines for the design of tunnels", 1988.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 7 di 73

4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

- [11] IB0U1BEZZRGGN0000001 "Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo";
- [12] IB0U1BEZZF6GN0100001 "Profilo geotecnico - tav. 1";
- [13] IB0U1BEZZF6GN0100002 "Profilo geotecnico - tav. 2";
- [14] IB0U1BEZZF6GN0100003 "Profilo geotecnico - tav. 3";
- [15] IB0U1BEZZF6GN0100004 "Profilo geotecnico - tav. 4";
- [16] IB0U1BEZZF6GN0100005 "Profilo geotecnico - tav. 5";
- [17] IB0U1BEZZF6GN0100006 "Profilo geotecnico - tav. 6";
- [18] IB0U1BEZZF6GN0100007 "Profilo geotecnico - tav. 7";
- [19] IB0U1BEZZF6GN0100008 "Profilo geotecnico - tav. 8";
- [20] IB0U1AEZZSPGN0000000 "Caratteristiche dei materiali - Note generali - Opere parte A";
- [21] IB0U1BEZZSPGN0000001 "Caratteristiche dei materiali - Note generali - Opere parte B";
- [22] U.O. Geologia, Gestione Terre e Bonifiche, Elaborati Specialistici.
- [23] IB0U1BEZZWBGN0000075 Sezione tipo AOL - Scavo e consolidamenti;
- [24] IB0U1BEZZWBGN0000076 Sezione tipo AOL - Carpenteria e particolari costruttivi;
- [25] IB0U1BEZZWBGN0000010 Sezione tipo AOBIS - Scavo e consolidamenti;
- [26] IB0U1BEZZWBGN0000011 Sezione tipo AOBIS - Carpenteria e particolari costruttivi;
- [27] IB0U1BEZZWBGN0000077 Sezione tipo A1L - Scavo e consolidamenti;
- [28] IB0U1BEZZWBGN0000078 Sezione tipo A1L - Carpenteria e particolari costruttivi;
- [29] IB0U1BEZZWBGN0000012 Sezione tipo A1 - Scavo e consolidamenti;
- [30] IB0U1BEZZWBGN0000013 Sezione tipo A1 - Carpenteria e particolari costruttivi;
- [31] IB0U1BEZZWBGN0000016 - Sezione tipo A2 – Scavo e consolidamenti
- [32] IB0U1BEZZWBGN0000017 - Sezione tipo A2 – Carpenteria e particolari costruttivi
- [33] IB0U1BEZZWBGN0000026 Sezione tipo As - Scavo e consolidamenti;
- [34] IB0U1BEZZWBGN0000027 Sezione tipo As - Carpenteria e particolari costruttivi;
- [35] IB0U1BEZZWBGN0000079 Sezione tipo B1L - Scavo e consolidamenti;
- [36] IB0U1BEZZWBGN0000080 Sezione tipo B1L - Carpenteria e particolari costruttivi
- [37] IB0U1BEZZWBGN0000095 Sezione tipo C2L - Scavo e consolidamenti;
- [38] IB0U1BEZZWBGN0000096 Sezione tipo C2L - Carpenteria e particolari costruttivi
- [39] IB0U1BEZZWBGN0000020 Sezione tipo C2v - Scavo e consolidamenti;
- [40] IB0U1BEZZWBGN0000021 Sezione tipo C2v - Carpenteria e particolari costruttivi;

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL	SIST		
	M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IB0U	1BEZZ	RH	GN0100001	C	8 di 73

- [41] IB0U1BEZZWBG0100009 Camerone di comunicazione - BP - sezione I1 - Scavo e consolidamenti
- [42] IB0U1BEZZWBG0100031 Camerone di comunicazione - BP - sezione I2 - Scavo e consolidamenti
- [43] IB0U1BEZZWBG0100013 Camerone di comunicazione - BP - Galleria allargata - Sezione tipo A2 - scavo e consolidamento
- [44] IB0U1BEZZWBG0100015 Camerone di comunicazione - BP - Galleria allargata - Sezione tipo C2v - scavo e consolidamento
- [45] IB0U1BEZZWBG0100032 Camerone di comunicazione - BP - Galleria allargata - Sezione tipo C2* - scavo e consolidamento
- [46] IB0U1BEZZWBG0100017 Camerone di comunicazione - BD - sezione C0 tipo 1 - Scavo e consolidamenti
- [47] IB0U1BEZZWBG0100019 Camerone di comunicazione - BD - sezione C0 tipo 2 - Scavo e consolidamenti
- [48] IB0U1BEZZWBG0100021 Camerone di comunicazione - BD - sezione C1 tipo 1 - Scavo e consolidamenti
- [49] IB0U1BEZZWBG0100023 Camerone di comunicazione - BD - sezione C1 tipo 2 - Scavo e consolidamenti
- [50] IB0U1BEZZWBG0100027 Camerone di comunicazione - BD - sezione C2 - Scavo e consolidamenti
- [51] IB0U1BEZZWBG0100029 Camerone di comunicazione - BD - sezione C3 - Scavo e consolidamenti
- [52] IB0U1BEZZWBG0100025 Camerone di Smontaggio TBM - BP - Scavo e consolidamenti
- [53] IB0U1BEZZWZGN0100007 Camerone di Smontaggio TBM - BP - Carpenteria a e particolari costruttivi
- [54] IB0U1BEZZBZGN0100014 Camerone di Smontaggio TBM - BP - Carpenteria centina
- [55] IB0U1BEZZWZGN0100001 Camerone di comunicazione - piante e sezioni
- [56] IB0U1BEZZCLGN0100002 Relazione di calcolo - Scavo Tradizionale
- [57] IB0U1BEZZGEGN0000001 Relazione geotecnica Galleria Scaleres;
- [58] IB0U1BEZZRHGN0000001 Galleria Scaleres - Relazione tecnica scavo tradizionale
- [59] IB0U1BEZZRHGN0000009 Galleria Gardena - Relazione tecnica scavo tradizionale
- [60] IB0U1BEZZRHGN0100003 Relazione monitoraggio – scavo tradizionale;
- [61] IB0U1BEZZRHGN0000011 Galleria Scaleres e Gardena - Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea.
- [62] IB0U1BEZZCLGN0100005 Relazione di calcolo - Camerone di montaggio.

4.2 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)

- [63] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 A "Manuale di Progettazione delle opere civili" datato Dic 2016;

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	9 di 73

- [64] ITALFERR, Specifica Tecnica PPA,0002403 "Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali" datato Dicembre 2015.

4.3 BIBLIOGRAFIA

- [65] Lunardi P. (2006). Progetto e Costruzione di Gallerie: Analisi delle deformazioni controllate nelle rocce e nei suoli - ADECO-RS – (Hoepli Ed.);
- [66] Lembo Fazio A., Ribacchi R. (1984). Progressi nella realizzazione e nell'interpretazione delle prove di carico su piastra negli ammassi rocciosi. Riv. It. Geotecnica, 18, 1-11;
- [67] Hoek E., Brown E.T. (1988). The Hoek-Brown failure criterion – a 1988 update. Proc. 15th Canadian Rock Mechanics Symposium, 31-38;
- [68] Hoek E., Marinos P. (2000). GSI: A geological friendly tool for rock mass strength estimation. Proc. GeoEng 2000 at the International Conference on Geotechnical and Geological Engineering, 1422-1446;
- [69] Hoek E., Diederichs M. S. (2006). Empirical Estimation of rock mass modulus. Int. J. Rock Mech. & Mining Sciences, 43, 203-215;
- [70] Hoek E., Brown E.T. (1997). Practical estimates of rock mass strength. Int. J. Rock Mech. & Geomechanics Abstracts, 1165-1186;
- [71] Jethwa J.L., Singh B and Singh B. (1984). Estimation of ultimate rock pressure for tunnel linings under squeezing rock conditions – a new approach. Design and Performance of Underground Excavations, ISRM Symposium, Cambridge, E.T. Brown and J.A.Hudsoneds., pp. 231-238.
- [72] Hoek E., Marinos P. - Predicting tunnel squeezing problems in weak heterogeneous rocks. Tunnels and Tunneling International, 2000.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 10 di 73

5. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La Galleria Scaleres si sviluppa con configurazione a doppia canna, singolo binario, con interasse tra le canne pari a 40 m. La galleria, da realizzarsi in parte con metodo di scavo tradizionale pari a 3555.73 m (di cui 61.2 m in artificiale) e con metodo di scavo meccanizzato per 11630.9 m, ha una lunghezza complessiva di circa 15186.63 m, ed è provvista di cunicoli trasversali di collegamento tra le due canne, con passo non superiore a 500 m. Le misure sono indicative al binario dispari.

Le tratte in artificiale sono così ripartite: l'imbocco nord (lato Fortezza) ha un'estensione di 45.31 m circa mentre quello a sud (lato ponte sull'Isarco) ha un'estensione di 15.89 m circa.

Di seguito sono elencate le progressive di riferimento dell'opera (binario dispari):

- Da pk 0+489.47 a pk 0+543.78 L=54.31 m galleria artificiale e concio d'attacco;
- Da pk 0+543.78 a pk 3+951.47 L=3407.69 m galleria naturale – scavo tradizionale;
- Da pk 3+951.47 a pk 15+642.52 L=11691.05 m galleria naturale – scavo meccanizzato;
- Da pk 15+642.52 a pk 15+672.2 L=29.68 m galleria naturale – scavo tradizionale;
- Da pk 15+672.2 a pk 15+701.27 L=29.07 m galleria artificiale e concio d'attacco.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato della galleria è caratterizzato da una livelletta monopendente (pendenza max del 12.5 ‰ circa) in discesa verso le progressive crescenti e presenta la copertura massima di 800 m circa intorno alla progressiva km 7+250.

Nella seguente tabella si riporta la sintesi delle principali opere in sotterraneo che si incontrano seguendo il tracciato del sistema galleria Scaleres da Nord verso Sud.

La presente relazione ha come oggetto la definizione delle linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo del solo tratto di galleria naturale realizzato con metodo di scavo tradizionale.

<i>Galleria di linea Scaleres</i>	Galleria con configurazione a doppia canna, singolo binario, lunghezza di 15.4 km circa.
<i>Finestra di Forch</i>	Galleria costruttiva di circa 1.4 km che si innesta in corrispondenza della canna dispari della galleria Scaleres ed è propedeutica ai lavori di scavo della galleria di linea. In esercizio, verrà utilizzata come uscita di emergenza.
<i>Cunicoli trasversali di collegamento</i>	By-pass pedonali previsti sia per le gallerie di linea che per le gallerie di interconnessione e collocati ad intervalli di 500 m al massimo.
<i>Altre opere funzionali al sistema</i>	Locali tecnici sotterranei ubicati in prossimità della zona di innesto delle finestre con le gallerie di linea, cameroni di manovra zona di innesto, by-pass tecnici, nicchioni tecnici.
<i>Altre opere funzionali alla galleria</i>	Camerone per il montaggio della struttura di spinta e di partenza della TBM.

Per ulteriori dettagli sulla descrizione del tracciato e delle opere si rimanda alla "Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo".

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 11 di 73

6. FASE CONOSCITIVA

6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO

Nel seguito si descrivono le principali caratteristiche litologiche, stratigrafiche e strutturali delle formazioni attraversate dalla Galleria Scaleres. Per un quadro esauriente e dettagliato si rimanda agli elaborati specialistici di U.O. Geologia del presente progetto.

Procedendo da Nord verso Sud, la galleria Scaleres incontra i **Depositi alluvionali antichi di primo ordine (at1)** che comprendono lembi di ghiaie medio-grossolane con intercalazioni sabbiose e affiorano in ordine di terrazzi, per poi passare al complesso intrusivo del **Granito di Bressanone (ybi)**. La formazione si presenta come roccia massiccia costituita da granito biotico, a grana media o medio-grossa, e da granodioriti, in genere a grana più fine, con densità di fratturazione media che aumenta in prossimità delle faglie (comportamento deformativo fragile). Nel tratto oggetto di studio si trovano strutture subverticali in direzione E-W ed immergenti ad alto angolo verso Nord (60-80°).

La Galleria Scaleres esce dalla formazione del Granito e attraversa l'**Aureola di Contatto (MPC)**, una fascia di materiale, costituita da cornubianiti, che ha subito un processo termo-metamorfico di contatto per effetto di corpi intrusivi (**Granito di Bressanone**). Lo spessore di tale fascia può essere estremamente variabile e la definizione della sua estensione a quota galleria è affetta da incertezza. In questa zona le rocce che compongono l'**Aureola di Contatto** si presentano significativamente dure e resistenti.

Procedendo verso Sud il tracciato attraversa la formazione delle **Filladi a granato (BSS)**, rocce filladiche di colore grigio caratterizzate da porzioni più ricche in quarzo e da porzioni con prevalenza di fillosilicati (tipo muscovite). Si rivengono granati di dimensione variabile, intercalati alla foliazione. La scistosità delle filladi risulta a medio angolo (circa 50°), orientata verso Sud-Ovest.

Le principali strutture tettoniche che caratterizzano la tratta delle **Filladi a granato** si trovano in corrispondenza del Rio Spelonca e del Rio Scaleres. Per la faglia in corrispondenza del Rio Spelonca (pk 4+750 circa), interpretata come prosecuzione verso Sud della faglia di Rio Bianco, a causa delle coperture detritiche non vi sono cinematiche osservabili in campagna, ma su base morfologica e foto-interpretativa si suppone un'immersione di circa 60° verso Est, compatibile con un sistema distensivo. Alla pk 6+250 circa si trova un lineamento a basso angolo di attrito in prossimità del Rio Scaleres (thrust alpino con giaciture che oscillano da 161°/47° a 205°/44°) con coperture comprese tra 220 e 300 m circa, che rappresentano uno dei principali elementi strutturali dell'area oggetto di studio.

Tra la pk 9+050 e la pk 9+200 circa si prevede che la galleria intercetti il filone granodioritico-dioritico affiorante lungo il Rio Tiles, **Granodioriti di Tiles (GDT)**, a cui è associata una porzione di breccie filladiche cementate **Breccie di Intrusione (BDI)**. I limiti dell'intrusione sono incerti: essendo il fenomeno di messa in posto di tipo subvulcanico, l'andamento del filone può essere vario e accompagnato da apofisi.

Da pk 9+200 a pk 10+300 circa, la Galleria Scaleres, restando nel substrato filladico, sottoattraversa l'area del terrazzo glaciale di Pinzago. Sulla base della ricostruzione geologica, la superficie basale di tali depositi detritici si attesta ad una distanza minima di 10 m circa dalla calotta della galleria.

Il passaggio dalla formazione delle **Filladi a granato (BSS)** alle **Filladi ricche in quarzo (BSSa)** si ha intorno alla pk 11+500. La formazione delle **Filladi ricche in quarzo** è composta da un'alternanza di filladi ricche in quarzo,

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	12 di 73

quarziti filladiche e livelli più prettamente filladici. La scistosità appare meno evidente rispetto alle altre unità filladiche, per cui la roccia ha un aspetto generalmente più massivo. Le principali zone di faglia attraversate sono poste nel settore tra pk 12+350 e 12+850. Tali faglie sono state rilevate nei fori di sondaggio EP3 ed S8; a pk 14+000 circa si prevede l'attraversamento di un'ulteriore discontinuità tettonica in corrispondenza di Rio Snodres, ricostruita sulla base dei dati ricavati dal sondaggio EP4.

All'interno delle *Filladi ricche in quarzo* sono presenti lenti e corpi di **Porfiroidi (p)** di limitato spessore, costituiti da metavulcaniti e metavulcanoclastiti acide, che presentano una struttura massiccia o leggermente foliata. talvolta il loro aspetto è di tipo granitoide con colorazione variabile dal bianco lattiginoso al rossiccio.

Dalla pk 14+450 alla pk 14+850 circa, la Galleria Scaleres abbandona il substrato filladico e attraversa l'**Aureola termo-metamorfica (MPC)** associata alle **Dioriti quarzifere di Chiusa (δ)**, roccia di colore grigio più o meno scuro, a grana piuttosto minuta. In questo tratto l'*Aureola di Contatto* appare fratturata. Tra le pk 15+300 e pk 15+500 circa è stata rilevata una zona di faglia sul terreno: in superficie le *Filladi termo-metamorfosate* si mostrano ossidate, da fortemente fratturate a caotiche, spesso con giacitura sub-verticale.

6.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Lo studio idrogeologico ha consentito di definire le principali caratteristiche dell'area e lo schema di deflusso idrico sotterraneo relativo all'opera in oggetto. Il modello idrogeologico così sviluppato è stato quindi integrato con ulteriori dati provenienti dal monitoraggio piezometrico delle strumentazioni appositamente installate nei fori di sondaggio e dalle numerose prove di permeabilità condotte in fase di perforazione.

I depositi quaternari costituiti da alluvioni antiche e recenti, depositi glaciali e fluvioglaciali, depositi detritici gravitativi e depositi colluviali hanno un grado di permeabilità elevato e la permeabilità è di tipo primario, cioè per porosità. Diversamente dai depositi quaternari, gli ammassi rocciosi del substrato presentano una scarsa se non nulla permeabilità di tipo primario, per cui il deflusso idrico sotterraneo è determinato da permeabilità di tipo secondario, la cui entità è strettamente dipendente dal grado di fratturazione e dall'interconnessione dei sistemi di fratture che generano le direttrici principali di flusso.

Per il gruppo delle Filladi (*BSS, BSSa, BSSb, BSSc*), sulla base delle prove di permeabilità in foro, si osserva che il grado di conducibilità idraulica diminuisce con la profondità (il cui campo di variabilità totale è compreso fra valori massimi di $3 \cdot 10^{-6}$ m/s e valori minimi di 10^{-9} m/s).

In Tab. 1 sono riportate le cinque classi di permeabilità definite per il presente progetto e i rispettivi range di variabilità della permeabilità (Rif. [66]), mentre nella Tab. 2 sono state associate le classi di permeabilità alle diverse unità indagate.

Tab. 1 – Classi di permeabilità.

CLASSI DI PERMEABILITA'		RANGE DI PERMEABILITA' (m/s)	
K5	ALTA	$K > 10^{-4}$	Permeabilità primaria (per porosità)
K4	MEDIO ALTA	$10^{-5} < K \leq 10^{-4}$	
K3	MEDIA	$10^{-6} < K \leq 10^{-5}$	Permeabilità secondaria (per fratturazione)
K2	BASSA	$10^{-8} < K \leq 10^{-6}$	
K1	MOLTO BASSA	$K \leq 10^{-8}$	

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 13 di 73

Tab. 2 – Attribuzione delle unità geologiche alle classi di permeabilità.

CLASSI DI PERMEABILITA'		RANGE DI PERMEABILITA' (m/s)	
Molto Bassa	K1	Dioriti quarzifere di Chiusa	δ
		Granito di Bressanone	γbi
		Granodioriti di tiles	GDT
		Brecce di intrusione	BDI
Bassa	K2	Filladi a granato	BSS
		Filladi ricche in quarzo	BSSa
		Filladi	BSSb
		Filladi carboniose	BSSc
		Aureola metamorfica	MPC
		Porfiroidi	ρ
		Paragneiss di Laion	PRL
		andesiti	α
Medio - Alta	K4	Depositi alluvionali - deltizi	Dlt, at, ar
		Depositi colluviali	c
		Conoidi di detrito	Cd
		Conoide fluviale	Cf
		Detrito di versante	D
		Deposito fluvioglaciali	Df
Alta	K5	Accumulo di frana	f
		Depositi antropici	h

Per le zone di faglia e le fasce tettonizzate la permeabilità è maggiore rispetto a quella prevista per l'ammasso roccioso in Tab. 2.

Sul profilo geotecnico è riportata l'attribuzione degli intervalli di permeabilità sopra definiti (Rif. [12] e [19]). La stima delle possibili interferenze dell'opera in progetto sulle risorse idriche è stata effettuata utilizzando l'indice DHI Drawdon Hazard Index (Rif. [66]). L'indice DHI prevede la modellazione dell'ammasso roccioso come mezzo poroso equivalente; inoltre l'effetto della galleria è simulato senza considerare eventuali interventi di mitigazione delle venute d'acqua in galleria (es. impermeabilizzazione al contorno del cavo). Tali ipotesi definiscono uno scenario conservativo rispetto alla previsione della possibile interferenza con le sorgenti e con i pozzi. La definizione delle classi di rischio è riportata in Tab. 3.

Tab. 3 – Classi di rischio DHI.

Range DHI	Classe di Rischio
< 0.1	Nullo
0.1 ÷ 0.2	Basso
0.2 ÷ 0.3	Medio
> 0.3	Alto

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 14 di 73

I risultati della valutazione dell'impatto sulle sorgenti/pozzi dimostra che il 90% dei punti ricade entro le classi di rischio basso e nullo, mentre il 10% ricade nelle classi di rischio medio e alto (7% e 3% rispettivamente). Si rimanda agli elaborati specialistici per l'identificazione e l'ubicazione delle sorgenti a rischio [66].

È stata inoltre condotta una stima qualitativa dell'impatto da parte dello scavo sull'idrografia superficiale, prendendo in considerazione i possibili scambi tra i corsi d'acqua e i sistemi di flusso sotterranei, attraverso i principali sistemi di fratturazione presenti nell'area. I risultati di tale studio dimostrano che per tutti i torrenti il rischio stimato è medio alto. Si rimanda agli elaborati specialistici per l'identificazione e l'ubicazione dei corsi d'acqua a rischio [66].

Lo studio idrogeologico ha condotto, inoltre, alla stima degli afflussi d'acqua attesi in galleria in fase di scavo (regime transitorio). Le stime sono state condotte nell'ipotesi che il contorno dello scavo sia perfettamente drenante, quindi senza tener conto di interventi di consolidamento o dei sistemi di impermeabilizzazione. L'ammasso roccioso è stato modellato come mezzo poroso equivalente. La portata in galleria è definita con riferimento ad una tratta di 10 m di lunghezza, assumendo che le caratteristiche idrogeologiche siano omogenee e che lo scavo avvenga istantaneamente, senza produrre perturbazioni al regime idraulico nelle tratte adiacenti. Con tali ipotesi conservative, si massimizzano le portate d'acqua stimate, definite portate massime transitorie [66]. Sono state quindi definite sei classi di portata massima transitoria riferite ad una tratta di 10 m di lunghezza:

- 1. $q = 0 \div 0.2$ l/s/10m
- 2. $q = 0.2 \div 0.4$ l/s/10m
- 3. $q = 0.4 \div 2$ l/s/10m
- 4. $q = 2 \div 10$ l/s/10m
- 5. $q = 10 \div 2$ l/s/10m
- 6. $q > 20$ l/s/10m

6.3 MODELLAZIONE GEOTECNICA

Di seguito si riportano gli intervalli dei principali parametri fisico-meccanici delle unità interessate dalle opere afferenti la galleria Scaleres.

Tab. 4 – Depositi alluvionali – Riepilogo range di variabilità dei parametri geotecnici.

Unità	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	φ' (°)	E_i (GPa)
at1	20	0	37 ÷ 46	50 ÷ 100

Tab. 5 – Matrice litoide – Riepilogo range di variabilità dei parametri geotecnici.

Unità	γ (kN/m ³)	σ_{ci} (MPa)	E_i (GPa)
γ_{bi}	27	110 ÷ 138	30 ÷ 40
δ	27	140 ÷ 220	42 ÷ 49
GDT	27	140 ÷ 220	42 ÷ 49
BDI	25	30 ÷ 40	9 ÷ 24
MPC	26	70 ÷ 100	30 ÷ 40
BSS*(BSSa, BSS, BSSb)	27	35 ÷ 80	27 ÷ 35

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 15 di 73

Nell'intervallo di valori dei parametri geotecnici sopra definiti, sono stati individuati i parametri caratteristici appropriati per le verifiche delle opere in sotterraneo. In funzione della copertura e dell'indice GSI potranno essere definite le caratteristiche dell'ammasso roccioso.

Tab. 6 – Depositi alluvionali – Riepilogo dei parametri geotecnici

Unità	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E_i (GPa)
at1	20	0	37	70

Tab. 7 – Matrice litoide – Riepilogo dei parametri geotecnici.

Unità	γ (kN/m ³)	σ_{ci} (MPa)	E_i (GPa)	m_i (-)
γ_{bi}	27	110	35	22
δ	27	140	42	25
GDT	27	140	42	25
BDI	25	30	9	7
MPC	26	70	30	25
BSS	27	40	22	7
BSSa	27	55	27	7

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	16 di 73

6.4 ANALISI DEL RISCHIO

Considerando le litologie presenti, le condizioni geostrutturali, le condizioni idrauliche, il possibile comportamento dell'ammasso allo scavo e le condizioni al contorno, sono state prese in esame le seguenti tipologie di rischi. Le differenti tipologie di rischio sono esplicitati nei profili geomeccanici [12]-[19] in cui è riportata la valutazione del rischio secondo una scala da nullo ad elevato.

Elementi geotecnici

- **Instabilità del fronte e/o del cavo**
 - Zone tettonizzate/superfici di taglio: rischio medio-elevato nelle tratte di faglia. Per gli altri settori in esame il rischio è nullo.
 - Basse coperture: rischio elevato all'imbocco nord per i primi circa 80 metri con coperture minori di 30 m e per l'imbocco sud per i primi circa 30 metri per l'imbocco sud.
 - Transizione litologica: rischio elevato nella zona in prossimità del portale nord con passaggio tra materiale alluvionale e graniti, zona di transizione tra cornubianiti MPC e filladi BSSa, zona di transizione tra filladi BSSa e BSS. Per gli altri settori in esame il rischio è nullo.
 - Spinte dissimetriche: rischio elevato all'interno delle zone di faglia. Per gli altri settori in esame il rischio è nullo.
 - Caduta blocchi: distacchi condizionati da superfici di discontinuità; il potenziale pericolo è proporzionale al grado di fessurazione dell'ammasso roccioso nonché dalle condizioni delle discontinuità (spaziatura, persistenza, riempimento, apertura, ecc.). Il rischio è potenzialmente elevato all'interno delle zone maggiormente fratturate dei graniti di Bressanone e delle Cornubianiti MPC.
- **Fenomeni di squeezing:** rischio elevato in corrispondenza della faglia 12 all'interno delle Filladi BSS, rischio basso all'interno degli altri settori delle filladi BSS/BSSa e cornubianiti MPC. Rischio nullo negli altri settori in esame.
- **Fenomeni di spalling:** rischio basso all'interno dei graniti di Bressanone con coperture maggiori di 450 metri. Rischio nullo per gli altri settori.
- **Alte deformazioni dell'ammasso:** rischio elevato in corrispondenza delle faglie 11 e 12 all'interno delle filladi BSS; rischio nullo o basso per le altre tratte in esame.
- **Fenomeni di subsidenza/interferenza con opere pre-esistenti:** rischio nullo per le tratte in esame.

Elementi geologici

- **Presenza di quarzo in elevate quantità:** per le formazioni rocciose attraversate dalla tratta in esame il rischio è medio; il rischio risulta alto all'interno delle filladi ricche in quarzo BSSa mentre è basso nelle dioriti.
- **Presenza di gas:** per le formazioni rocciose attraversate dalla tratta in esame il rischio è nullo.
- **Litologie potenzialmente contenenti materiali minerali asbestiformi:** per le formazioni rocciose attraversate dalla tratta in esame il rischio è nullo.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 17 di 73

Elementi idrogeologici

- **Venute d'acqua:** rischio medio-elevato nelle tratte di faglia. Per gli altri settori in esame il rischio è nullo.
- **Interferenza sorgenti/corsi d'acqua:** rischio elevato tra le progressive circa 1+250 e 1+325 (binario dispari) per zone di faglia all'interno dei graniti di Bressanone in corrispondenza del Rio della Chiusa. Per gli altri settori in esame il rischio è nullo.
- **Carico idraulico elevato:** rischio medio per le tratte di faglia mentre il rischio è nullo negli altri settori in esame.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	18 di 73

6.5 DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO

La galleria Scaleres è realizzata con metodo di scavo in tradizionale sino alla 3+951 km binario dispari (pk 3+698 km binario pari).

Per la tratta suddetta, si prevede l'adozione dello scavo a piena sezione, ad eccezione delle sezioni di grandi dimensioni (Camerone). Nell'attraversamento di zone fratturate sono previsti interventi di precontenimento del fronte e/o del contorno ed interventi di presostegno. Il rivestimento di prima fase è nella generalità dei casi composto da spritz-beton e centine metalliche. I rivestimenti definitivi sono previsti in calcestruzzo non armato o armato, in funzione del contesto geotecnico attraversato e delle condizioni di carico. A tergo dei rivestimenti definitivi di calotta e di piedritto si porrà in opera l'impermeabilizzazione, costituita da uno strato di geotessuto e da una guaina in PVC. Al piede dell'impermeabilizzazione, su ciascun piedritto, si disporrà un tubo microfessurato di presidio per eventuale drenaggio delle acque presenti nell'ammasso. Nell'attraversamento di zone molto fratturate e nelle quali il regime idraulico sotterraneo potrebbe essere connesso con sorgenti o corsi d'acqua si prevedono interventi e soluzioni particolari, al fine di mitigare l'eventuale interferenza della galleria con le risorse idriche superficiali.

Le diverse soluzioni progettuali, in termini di tipologia, geometria ed intensità degli interventi di precontenimento e di sostegno dello scavo definiscono le "sezioni di scavo e consolidamento" descritte nel seguito.

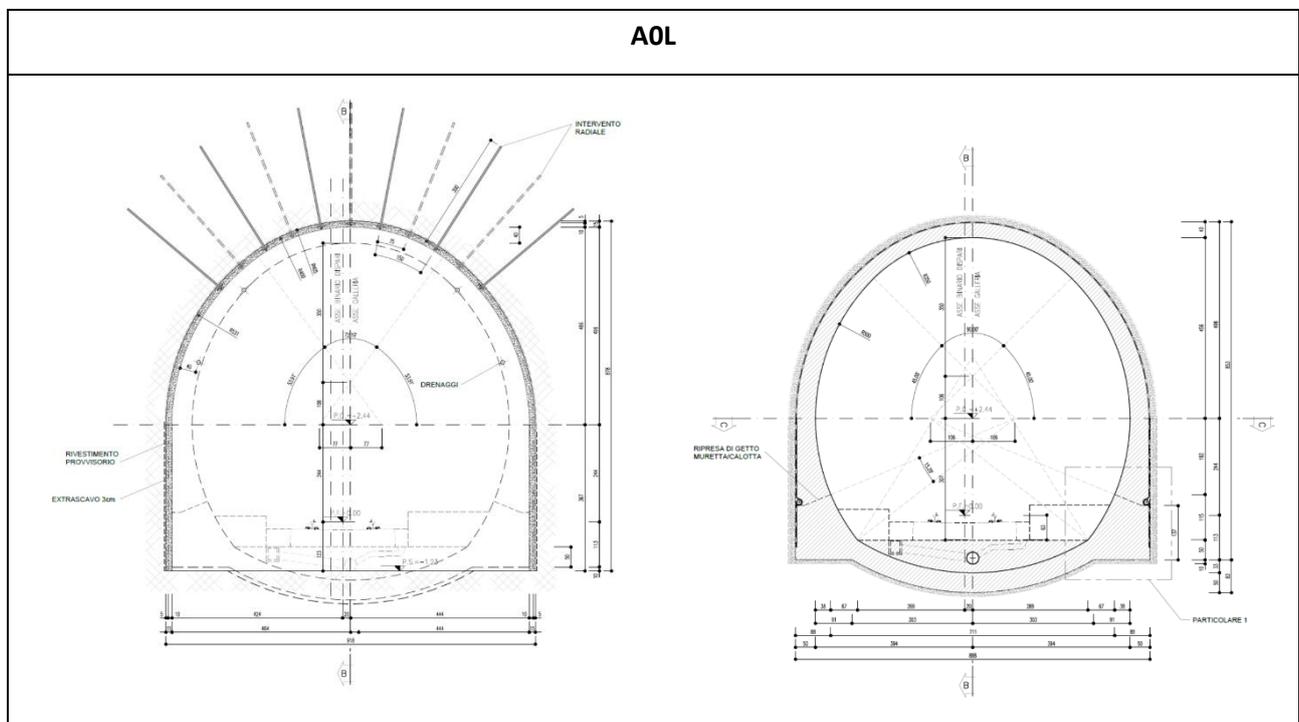
La variabilità dei sostegni per ogni sezione tipo è descritta nel cap. 10.12.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 19 di 73

6.5.1 Sezione A0L

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	4.0 m con sagomatura del fronte a forma concava	
Sostegno al fronte	5 cm betoncino proiettato fibrorinforzato	
Sostegno radiale	5+6 bulloni radiali tipo swellex, L= 3.0, $i_{LONG}=2.0$ m; $i_{TRASV}=1.5$ m ($\pm 20\%$)	
Sostegno al contorno	-	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	Eventuali n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. Minima 10 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s = 10 cm, seconda fase
	Centine metalliche	Non previste
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	s = 50 cm, in cls non armato
	Calotta e piedritti	s = 40 cm, in cls non armato

Tabella 6-1. Sezione tipo A0L

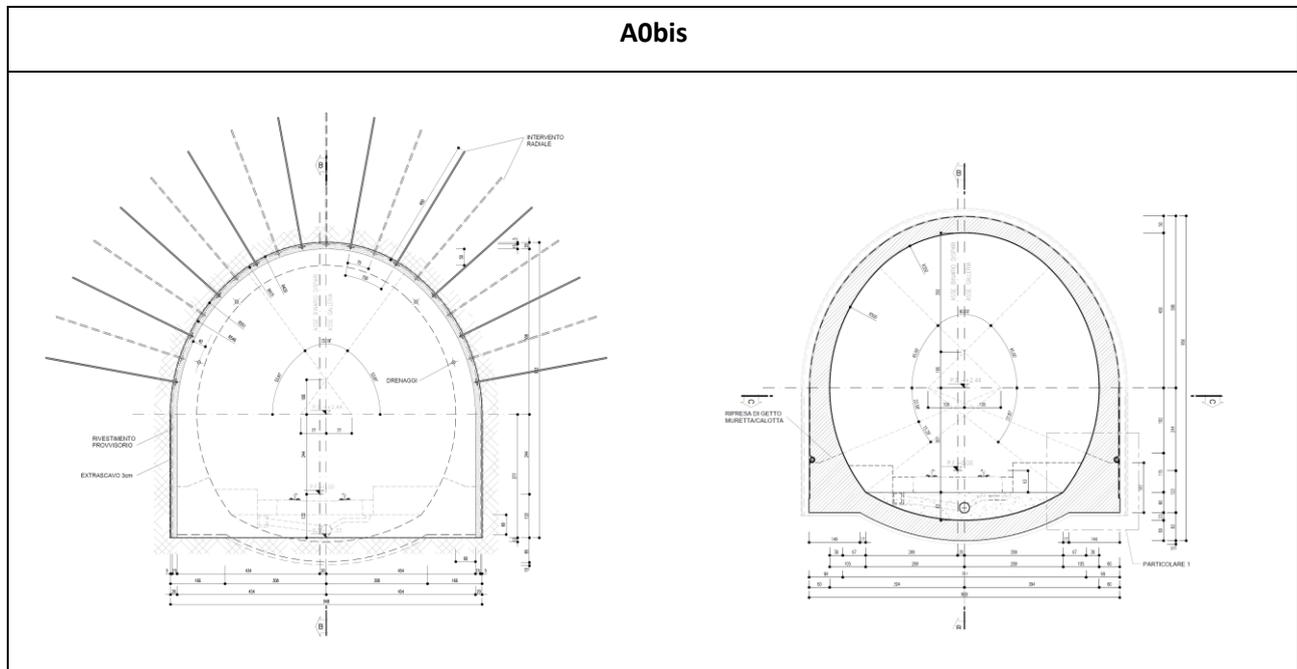


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 20 di 73

6.5.2 Sezione A0bis

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	3.0 m con sagomatura del fronte a forma concava	
Sostegno al fronte	5 cm betoncino proiettato fibrorinforzato	
Sostegno radiale	9+10 bulloni radiali tipo swellex L= 4.0, i _{LONG} =2.0 m i _{TRASV} =1.5m (±20%)	
Sostegno al contorno	-	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	Eventuali n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L _{tot} = 30 m (sovrapp. Minima 10 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase
		s = 15 cm, seconda fase
	Centine metalliche	Non previste
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	s = 60 cm, in cls non armato
	Calotta e piedritti	s = 50 cm, in cls non armato

Tabella 6-2. Sezione tipo A0bis

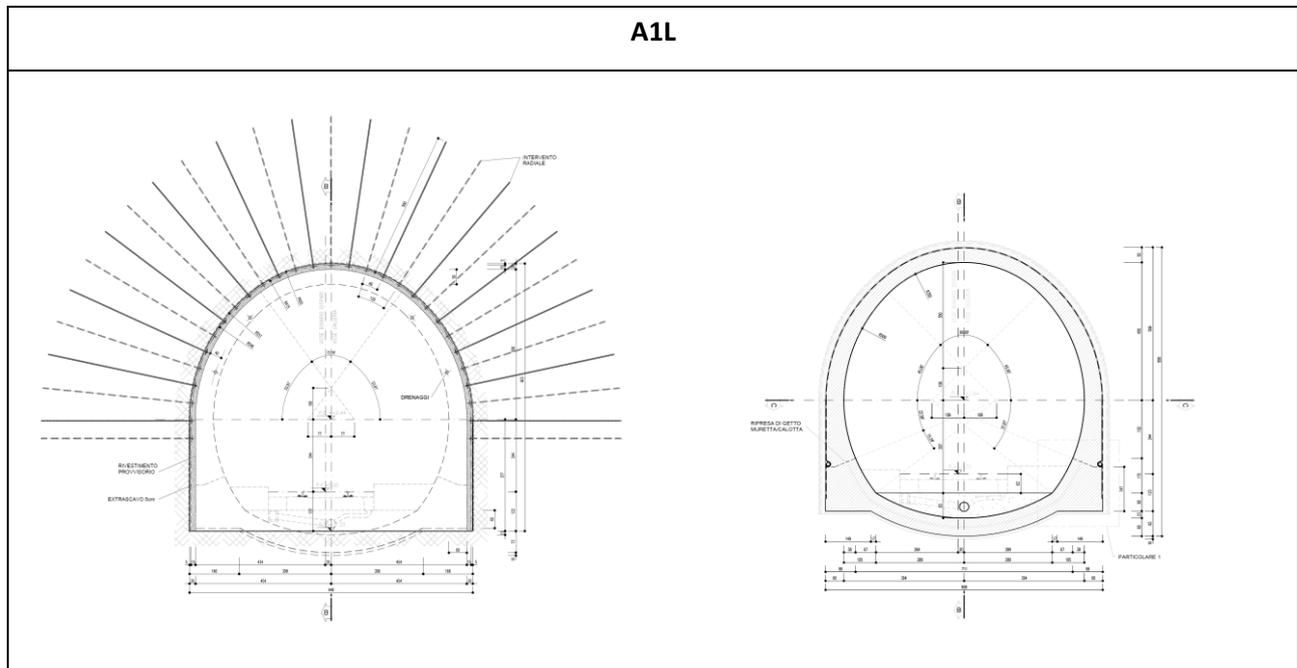


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 21 di 73

6.5.3 Sezione A1L

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	2.8 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	5 cm betoncino proiettato fibrorinforzato	
Sostegno radiale	14+15 bulloni radiali tipo Ø24, L= 5.0, i _{LONG} =1.4 m , i _{TRASV} =1.2m (±20%)	
Sostegno al contorno	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	Eventuali n° 4(2+2) tubi microfessurati in PVC, L _{tot} = 30 m (sovrapp. Minima 10 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =15 cm, seconda fase
	Centine metalliche	-
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	s = 60 cm, in cls armato per arco rovescio s = 70 cm in cls armato per murette
	Calotta e piedritti	s = 50 cm, in cls non armato

Tabella 6-3. Sezione tipo A1L

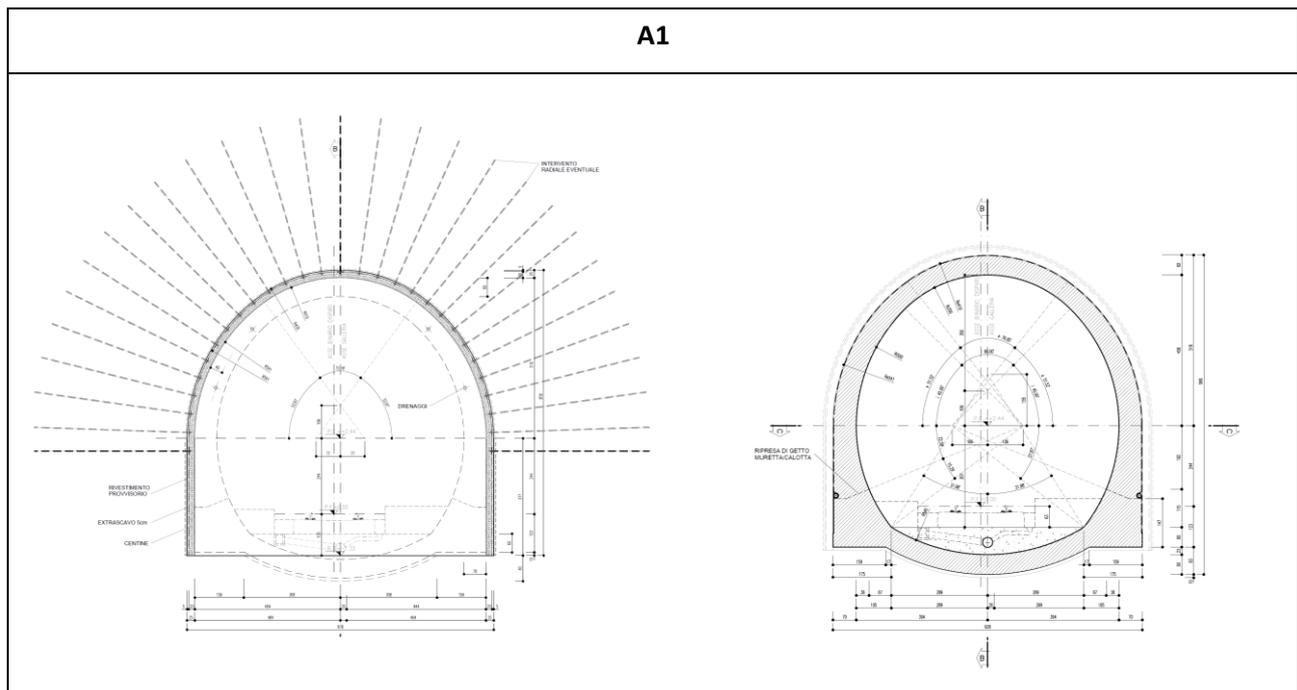


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 22 di 73

6.5.4 Sezione A1

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	2.8 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	5 cm betoncino proiettato fibrorinforzato	
Sostegno radiale	Eventuale 14+15 bulloni radiali tipo $\varnothing 24\text{mm}$, $L= 5.0$, $i_{\text{LONG}}=1.4\text{ m}$ $i_{\text{TRASV}}=1.2\text{m}$ ($\pm 20\%$)	
Sostegno al contorno	-	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	Eventuali n° 4(2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{\text{tot}} = 30\text{ m}$ (sovrapp. Minima 10 m) diametro esterno $\varnothing > 60\text{ mm}$, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	$s = 5\text{ cm}$, prima fase
		$s = 20\text{ cm}$, seconda fase
	Centine metalliche	2 IPN 180, $i=1.4\text{ m}$ ($\pm 20\%$)
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	$s = 60\text{ cm}$, in cls armato per arco rovescio
	Calotta e piedritti	$s = 70\text{ cm}$ in cls armato per murette
		$s = 60\text{ cm}$, in cls non armato

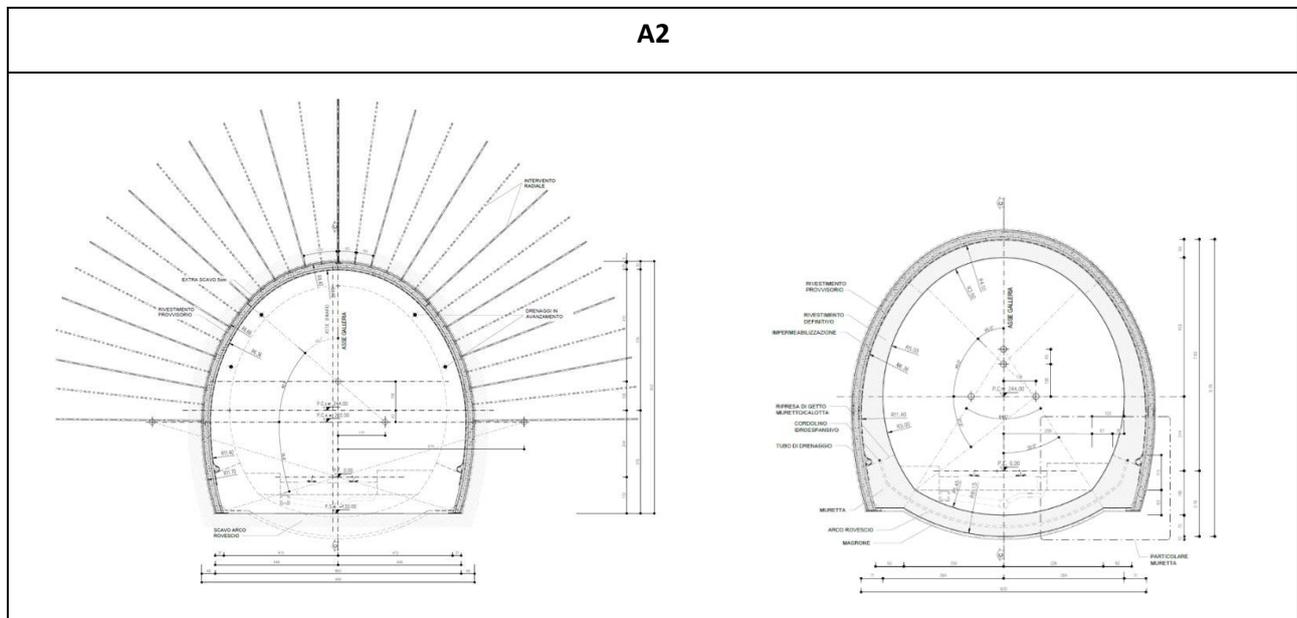
Tabella 6-4. Sezione tipo A1



APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 23 di 73

6.5.5 Sezione A2

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	2.40 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	5 cm betoncino proiettato fibrorinforzato	
Sostegno radiale	14+15 bulloni radiali tipo Ø24mm, L= 6.0, $i_{LONG}=1.2$ m $i_{TRASV}=1.2$ m ($\pm 20\%$)	
Sostegno al contorno	-	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	Eventuali n° 4(2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. Minima 10 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	2 IPN 180, $i=1.2$ m ($\pm 20\%$)
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	s = 70 cm, in cls armato per arco rovescio s = 70 cm in cls armato per murette
	Calotta e piedritti	s = 60 cm, in cls non armato

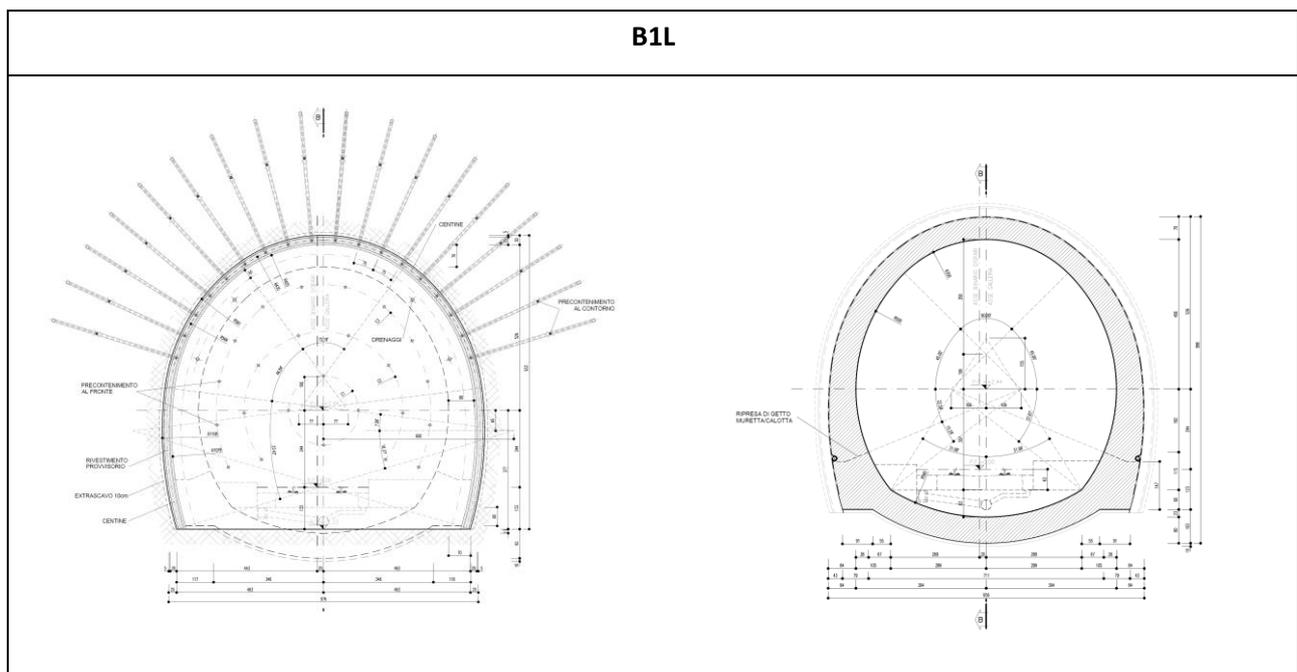


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	25 di 73

6.5.7 Sezione B1L

Campo di avanzamento	9.6 m	
Sfondo massimo	2.4 m con sagomatura del fronte a forma concava	
Sostegno al fronte	24 R51N L =15 sovrapp. Min 5.4m $\pm 20\%$, 5 cm di SB fibrorinforzato su ciascuno sfondo e 10 cm a fine campo	
Sostegno radiale	-	
Sostegno al contorno	18 R51N L = 12m, passo 4.80 m $\pm 20\%$	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	Eventuali n° 4(2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 10 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	2 IPN 180, i = 1.2 m ($\pm 20\%$)
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	s = 80 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	s = 70 cm, in cls non armato

Tabella 6-5. Sezione tipo B1L

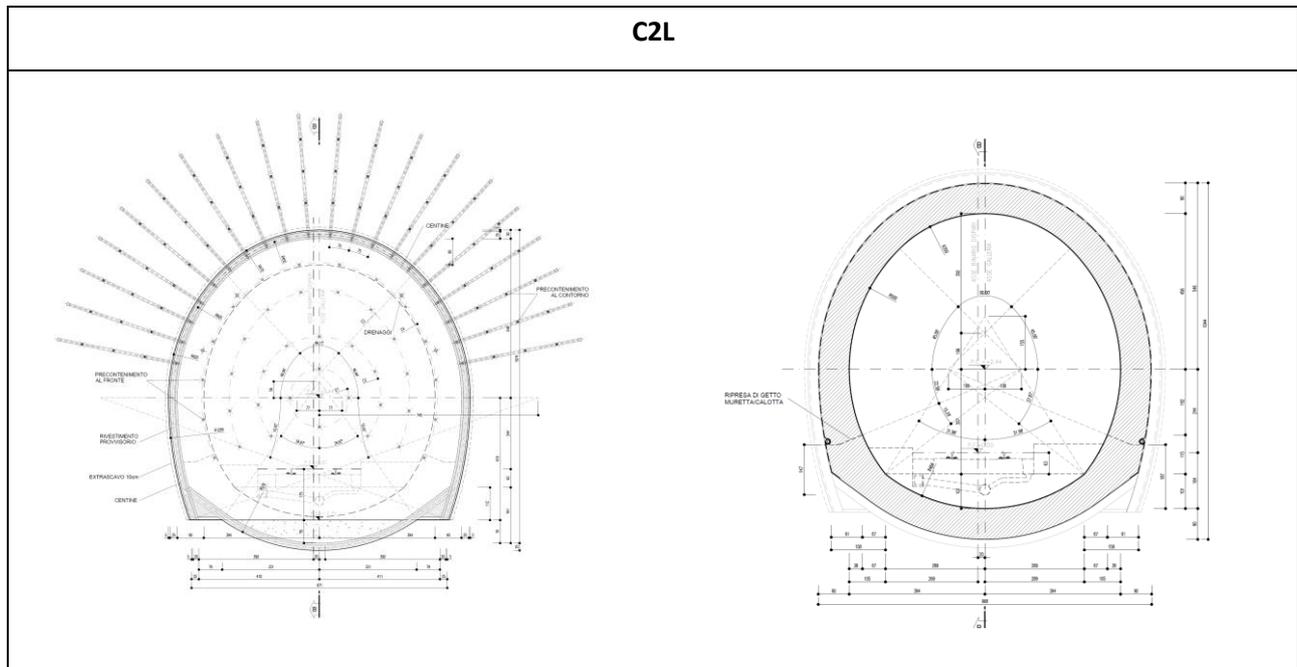


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 26 di 73

6.5.8 Sezione C2L

Campo di avanzamento	9 m	
Sfondo massimo	1.0 m con sagomatura del fronte a forma concava	
Sostegno al fronte	36 R51N L =15 sovrapp. min 6m ±20%, 10 cm di SB fibrorinforzato ogni sfondo e 15 cm a fine campo	
Sostegno radiale	-	
Sostegno al contorno	20 R51N L = 12m sovrapp. Passo 3 m ±20%	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	Eventuali n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L _{tot} = 30 m (sovrapp. minima 10 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	2 IPN 180, i=1.0 m (±20%) con puntone
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	s = 90 cm, in cls armato per arco rovescio s = 90 cm in cls armato per murette
	Calotta e piedritti	s = 90 cm, in cls armato

Tabella 6-6. Sezione tipo C2L

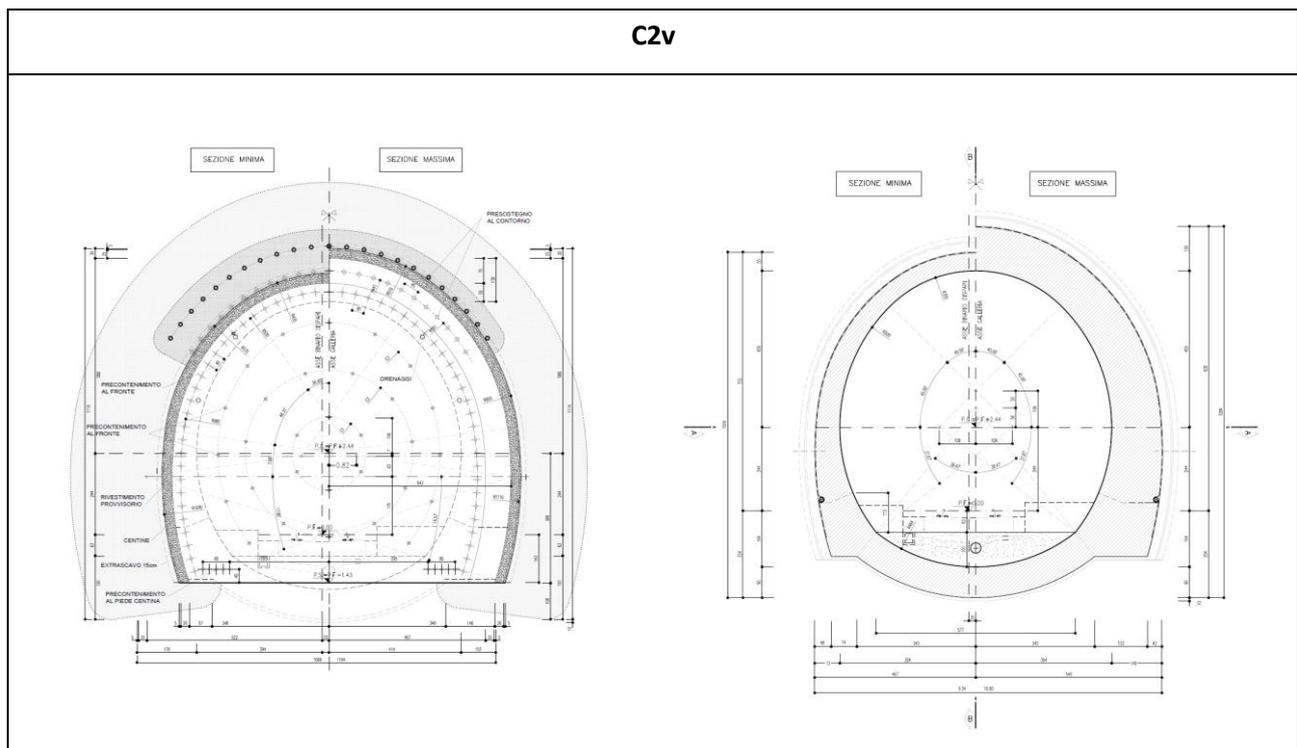


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 27 di 73

6.5.9 Sezione C2v

Campo di avanzamento	8.5 m	
Sfondo massimo	1.0 m con sagomatura del fronte a forma concava	
Sostegno al fronte	30 VTR L = 20m sovrapp. Min. 11.5 m $\pm 20\%$, precontenimento al piede centina 5+5/8,5 VTR L=11m (eventuale iniezione p/v controllato); 10 cm di SB fibrorinforzato su ogni sfondo e 15 cm a fine campo	
Sostegno radiale	-	
Sostegno al contorno	55 VTR L = 19m sovrapp. Min. 10.50 m passo 0.4 m $\pm 20\%$ + 23 tubi acciaio $\phi 127/10\text{mm}$ L = 12m, sovrapp. min 3.5m p=0.45m $\pm 20\%$	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	Eventuali n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L _{tot} = 30 m (sovrapp. minima 13 m) diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB 220, i=1.0 m ($\pm 20\%$)
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	s = 90 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	s = 55-130 cm, in cls armato

Tabella 6-7. Sezione tipo C2v

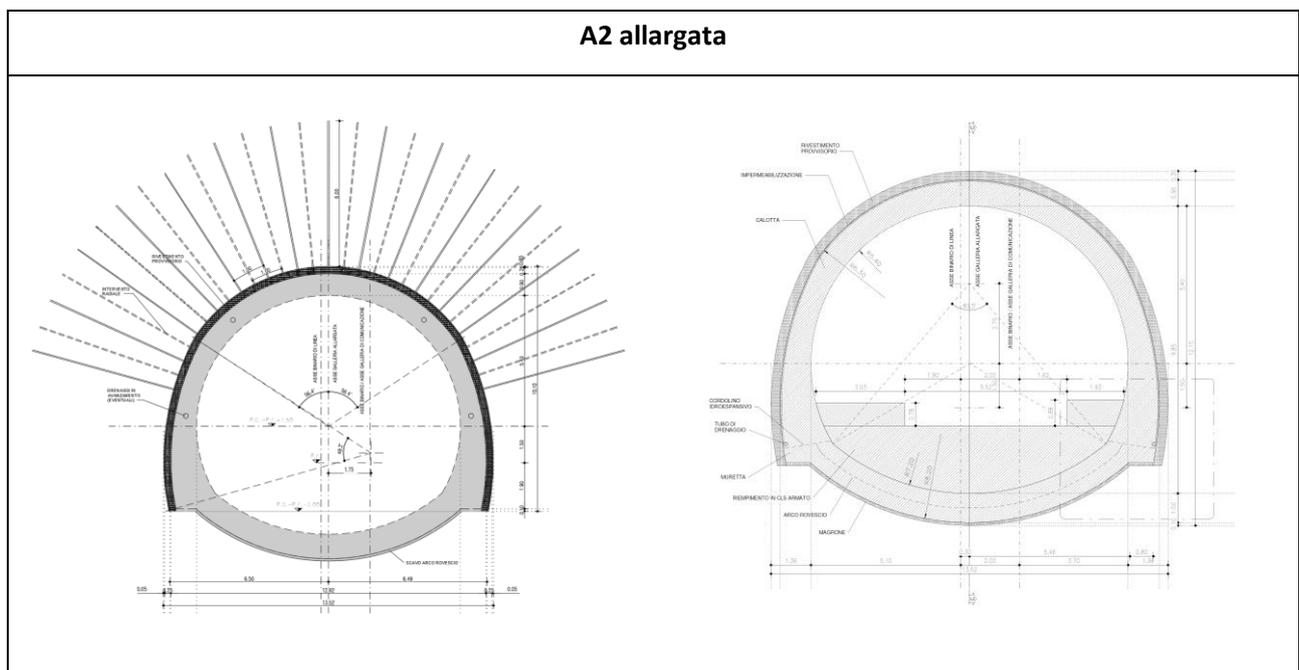


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 28 di 73

6.5.10 Sezione A2 allargata

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	1.0 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	5 cm di SB fibrorinforzato su ogni sfondo e 10 cm a fine campo	
Sostegno radiale	15+14 bulloni radiali Ø24 o Swellex equivalenti, L= 6.0, i _{LONG} =1.2 m, i _{TRASV} =1.0m (±20%)	
Sostegno al contorno	-	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L _{tot} = 30 m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB 180, i=1.2 m (±20%)
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	s _{min} = 100 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	s _{min} = 90 cm, in cls armato

Tabella 6-8. Sezione tipo A2 allargata

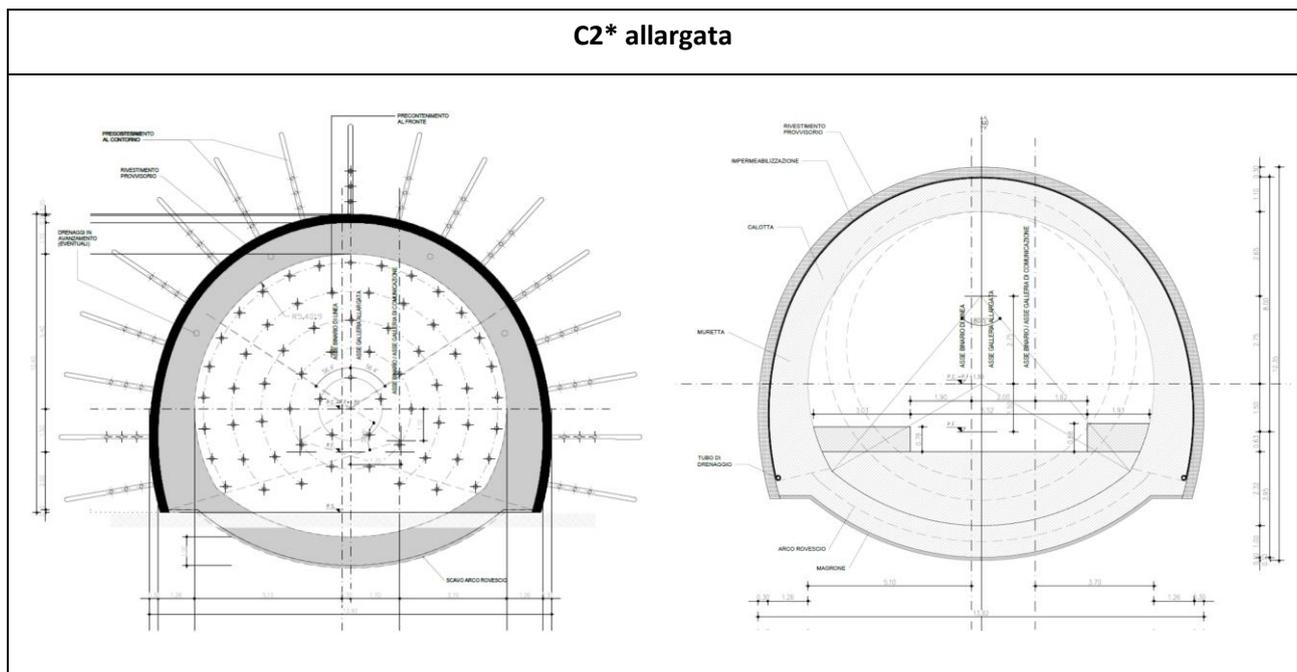


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 29 di 73

6.5.11 Sezione C2* allargata

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	2.0 m con sagomatura del fronte a forma concava	
Sostegno al fronte	65 R51N L =17.50m sovrapp. min 8.5m ±20%, 5 cm di SB fibrorinforzato ogni sfondo e 10 cm a fine campo	
Sostegno radiale	-	
Sostegno al contorno	51 R51N L = 17.50m sovrapp. min. 14.50 int. 0.50m ±20%	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	Eventuali n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L _{tot} = 30 m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase
		s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB 200, i=1.0 m (±20%)
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	s = 100 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	s = 110 cm, in cls armato

Tabella 6-9. Sezione tipo C2v allargata

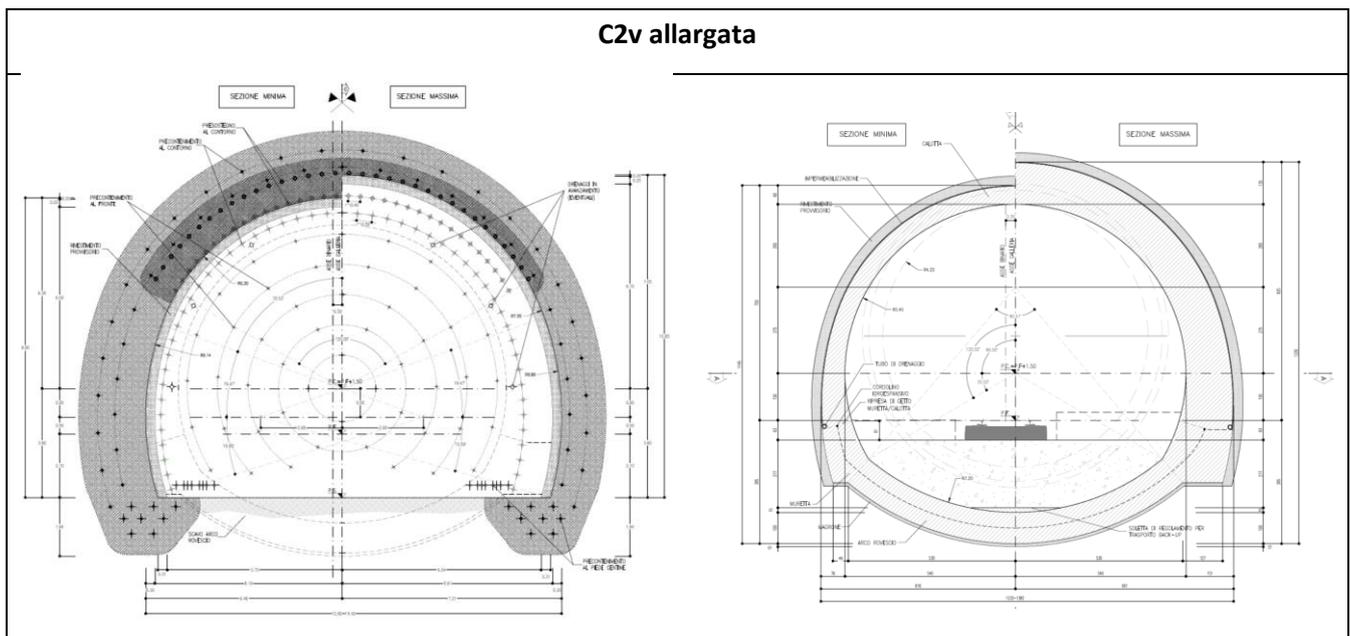


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 30 di 73

6.5.12 Sezione C2v allargata

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	2.0 m con sagomatura del fronte a forma concava	
Sostegno al fronte	N° 50 elementi in VTR cementati con miscele cementizie L = 20m sovrapp. Min. 11.5 m $\pm 20\%$; precontenimento al piede centina con 8+8/8.5 elementi in VTR cementati con miscele espansive $L_{media} = 10$ m $\pm 20\%$; 10 cm di SB fibrorinforzato su ogni sfondo e 15 cm a fine campo	
Sostegno radiale	-	
Sostegno al contorno	N° 50 elementi in VTR valvolati (1V/m) L = 17m sovrapp. Min. 11.50 m passo 0.5 m $\pm 20\%$ + 34 tubi acciaio $\phi 139.7/10$ mm L = 14m, sovrapp. min 5.5m p=0.40m $\pm 20\%$	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	Eventuali n° 6 (3+3) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 13 m) diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	2 IPN 240, i=1.0 m ($\pm 20\%$)
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	s = 100 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	s = 60-135 cm, in cls armato

Tabella 6-10. Sezione tipo C2v allargata

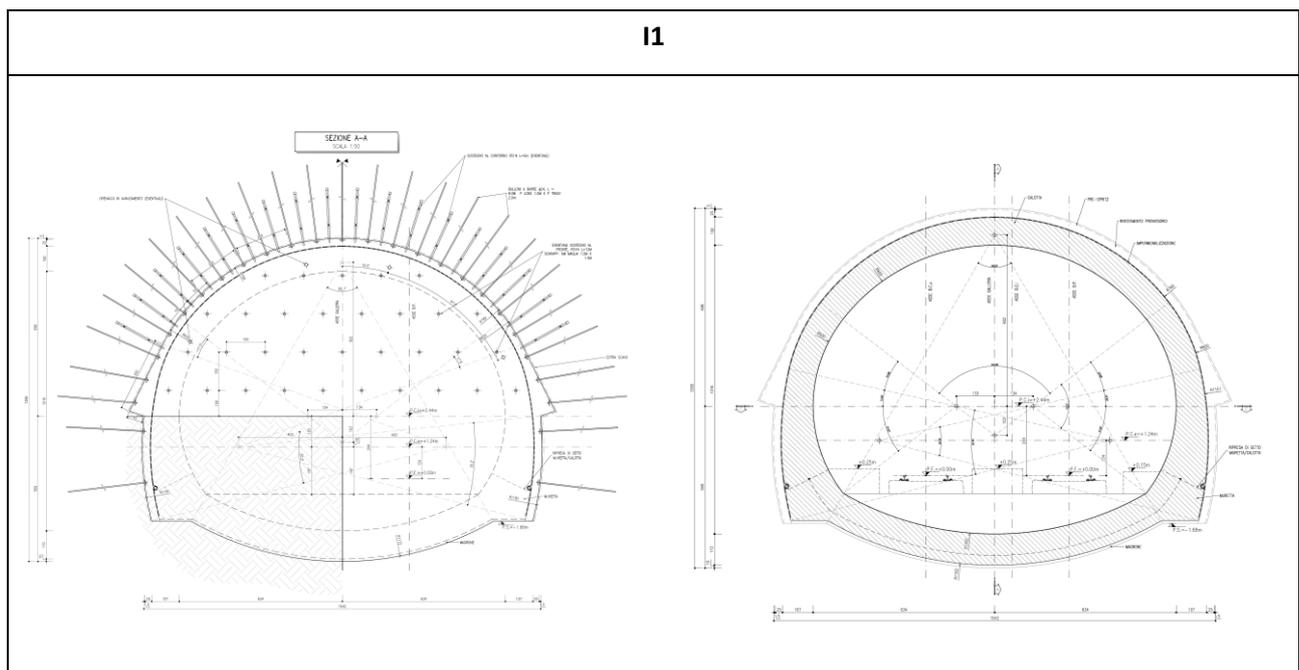


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 31 di 73

6.5.13 Sezione I1

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	1.0 m (3.0 m con esplosivo) scavo calotta, 1.0 m scavo strozzo (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	Spritz beton fibrorinforzato con $S_p=5$ cm ogni sfondo e $s_p=10$ cm a fine campo di avanzamento di calotta / $S_p=5$ cm ogni sfondo per scavo strozzo; Eventuali 32 barre autoperforanti tipo R51N, $L=12.0$ m, sovrapposizione minima 6.0m maglia 1.50 mx1.50 m in scavo calotta	
Sostegno radiale	13+14 bulloni radiali $\varnothing 24$ (o Swellex equivalenti), disposti in raggere alternate $L=6.0$ m, $i_{LONG} = 1.0$ m, $i_{TRASV}=2.0$ m. ($\pm 20\%$)	
Sostegno al contorno	Eventuale - 18 barre autoperforanti tipo R51N $L=6$ m passo radiale 1m; longitudinale 3m	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	$s = 5$ cm, prima fase $s = 25$ cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB200, $i=1.0$ m ($\pm 20\%$)
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 110$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 100$ cm, in cls armato

Tabella 6-11. Sezione tipo I1

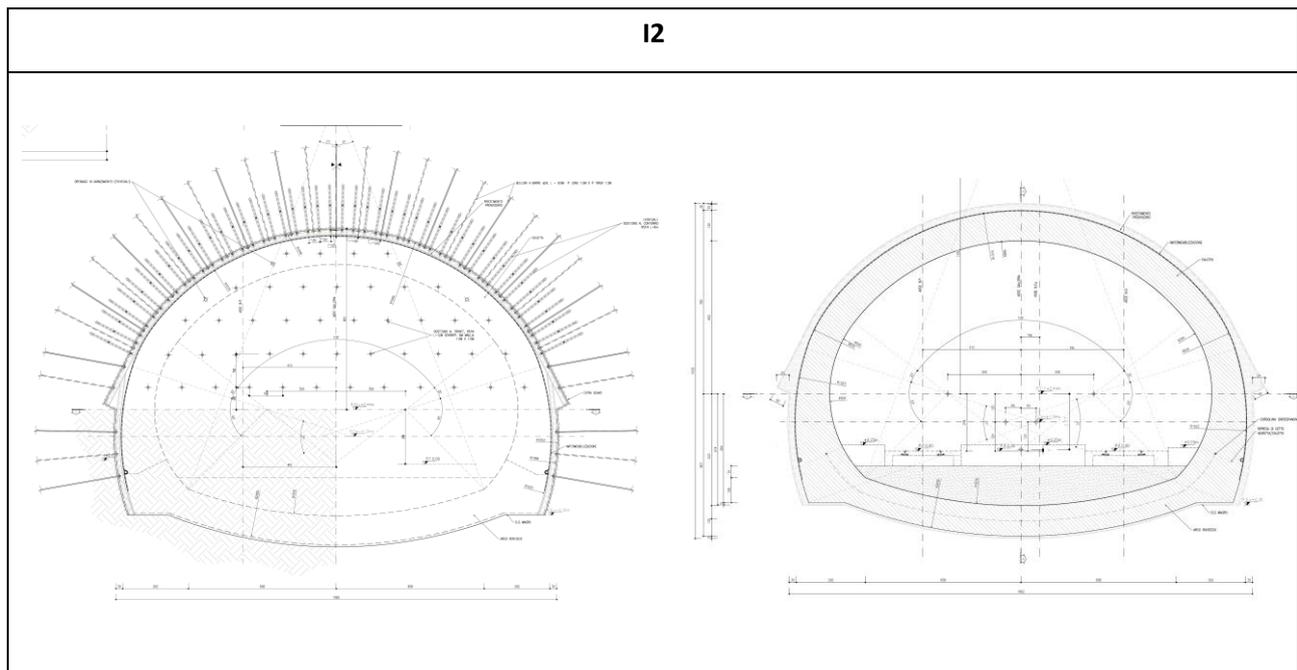


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 32 di 73	

6.5.14 Sezione I2

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	1.0 m (3.0 m con esplosivo) scavo calotta, 1.0 m scavo strozzo (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	Spritz beton fibrorinforzato con $S_p=5$ cm ogni sfondo e $s_p=10$ cm a fine campo di avanzamento di calotta, $S_p=5$ cm ogni sfondo per scavo strozzo; Eventuali 44 barre autoperforanti tipo R51N, $L=12.0$ m, sovrapposizione minima 6.0m in scavo calotta, con maglia 1.5m x 1.5m	
Sostegno radiale	16+17 bulloni radiali a barre $\varnothing 24$, (o Swellex equivalenti) disposti in raggiera alternate, $L=8.0$ m, $i_{LONG} = 1.0$ m, $i_{TRASV}=2.0$ m ($\pm 20\%$)	
Sostegno al contorno	Eventuali 46 barre autoperforanti tipo R51N, $L=6.0$ m, $i_{LONG} = 3.0$ m, $i_{TRASV} = 1.0$ m in calotta	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	$s = 5$ cm, prima fase $s = 25$ cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB200, $i=1.0$ m ($\pm 20\%$)
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 130$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 130$ cm, cls armato

Tabella 6-12. Sezione tipo I2

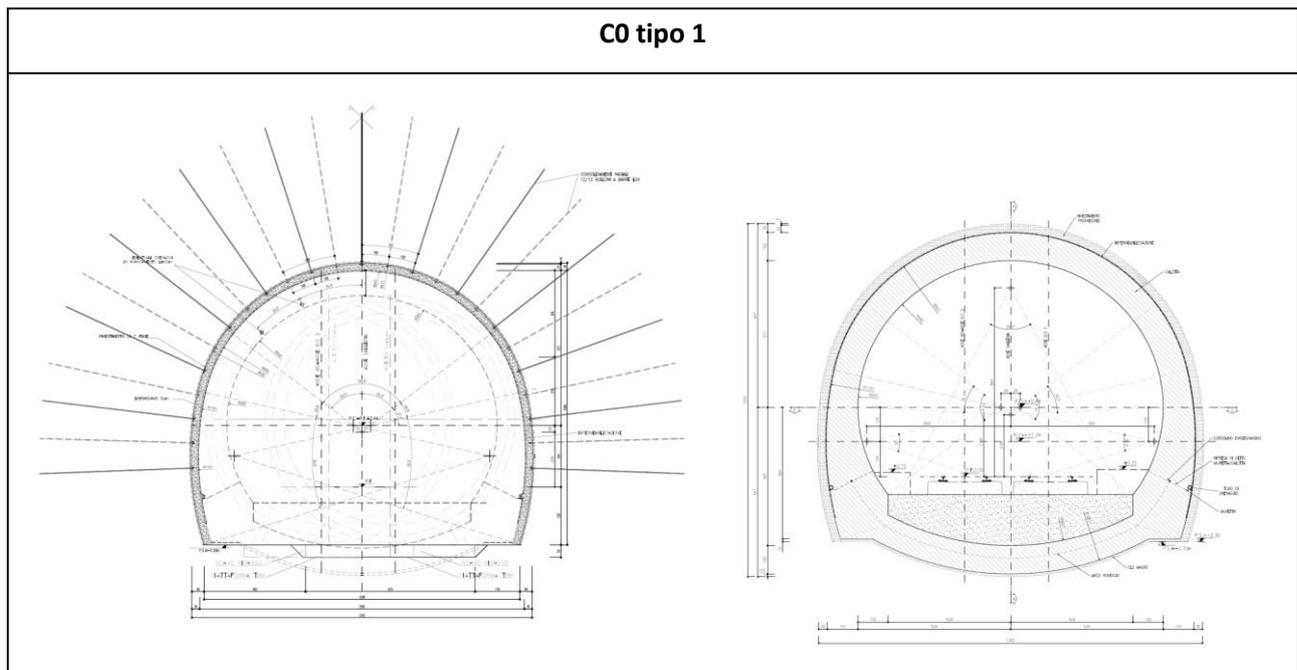


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 33 di 73

6.5.15 Sezione C0 tipo 1

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	1.0 m (3.0m con esplosivo) scavo (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e sp=10 cm a fine campo di avanzamento	
Sostegno radiale	12+13 bulloni radiali a barre Ø24 o Swellex equivalenti, disposti in raggere alternate, L=6.0 m, i _{LONG} = 1.0 m, i _{TRASV} =2.0 m (±20%)	
Sostegno al contorno	-	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L _{tot} = 30 m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB180, i=1.0 m (±20%)
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	s _{min} = 100 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	s _{min} = 100 cm, in cls armato

Tabella 6-13. Sezione tipo C0 tipo1

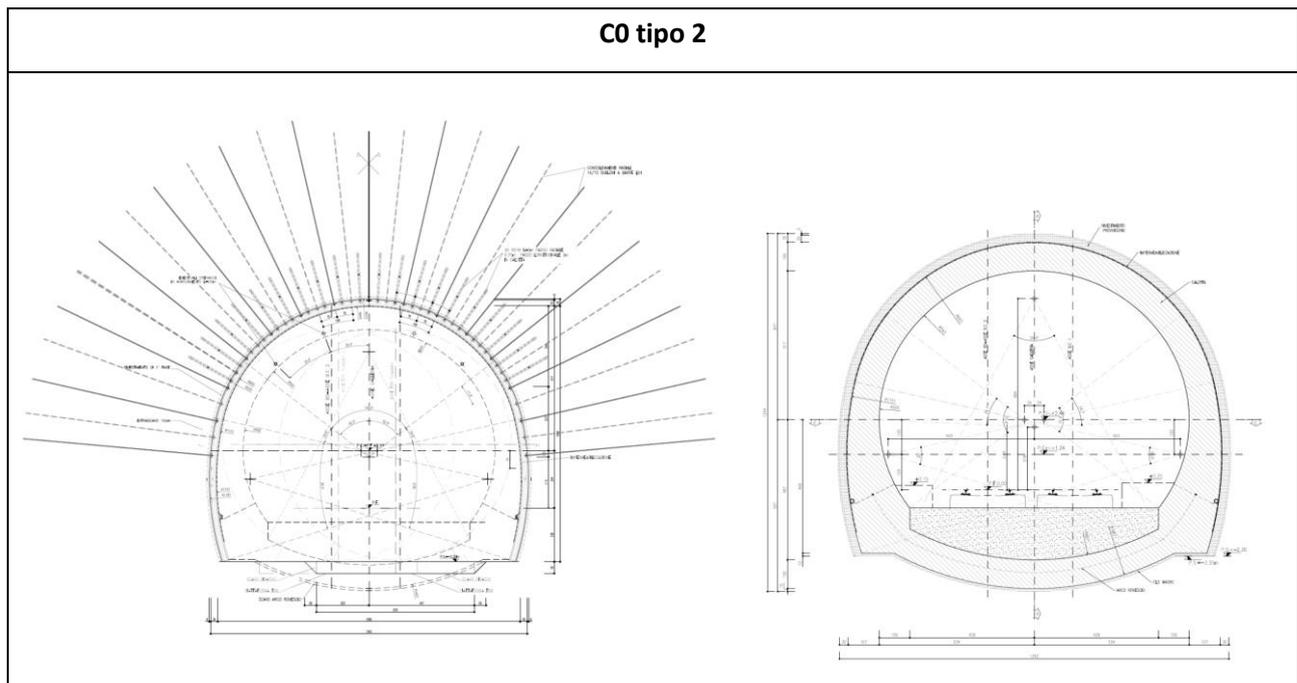


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 34 di 73

6.5.16 Sezione C0 tipo 2

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	2.0 m scavo (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	Spritz beton fibrorinforzato con $Sp=10$ cm ogni sfondo e $sp=15$ cm a fine campo di avanzamento; 24 barre autopercoranti tipo R51N, $L=12.0$ m, sovrapposizione minima 6.0m, maglia 1.80x1.80m	
Sostegno radiale	14+15 bulloni radiali a barre $\varnothing 24$ (o Swellex equivalenti), $L=8.0$ m, $i_{LONG} = 1.0$ m, $i_{TRASV}=1.5$ m ($\pm 20\%$)	
Sostegno al contorno	20 barre autopercoranti tipo R51N, $L=6.0$ m $i_{LONG} = 3.0$ m, $i_{TRASV} = 0.75$ m	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	$s = 5$ cm, prima fase
	Centine metalliche	$s = 25$ cm, seconda fase
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 100$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 100$ cm, in cls armato

Tabella 6-14. Sezione tipo C0 tipo2

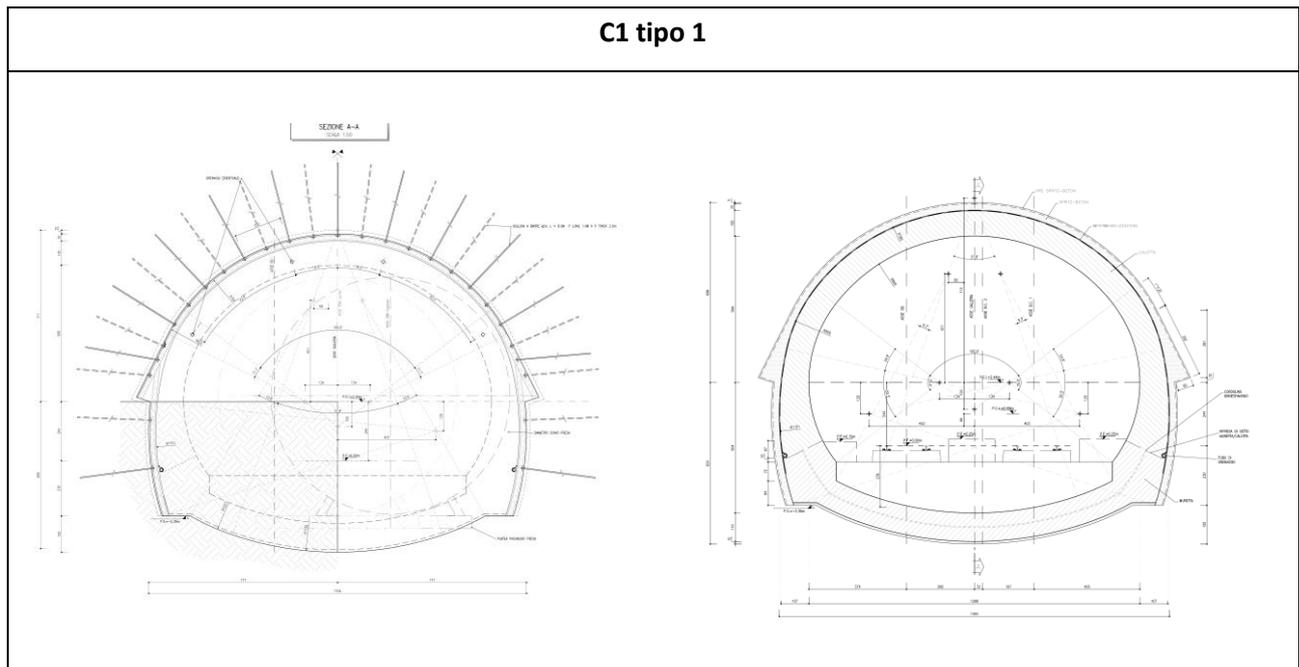


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 35 di 73

6.5.17 Sezione C1 tipo 1

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	1.0 m (3.0m con esplosivo) scavo calotta, 1.0 m scavo strozzo (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e sp=15 cm a fine campo di avanzamento di calotta, Sp=5 cm ogni sfondo per scavo strozzo;	
Sostegno radiale	13+14 bulloni radiali a barre Ø24 (o Swellex equivalenti), disposti in raggiere alternate, L=6.0 m, $i_{LONG} = 1.0$ m, $i_{TRASV}=2.0$ m ($\pm 20\%$)	
Sostegno al contorno	-	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB200, $i=1.0$ ($\pm 20\%$)
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 110$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 100$ cm, in cls armato

Tabella 6-15. Sezione tipo C1 tipo1

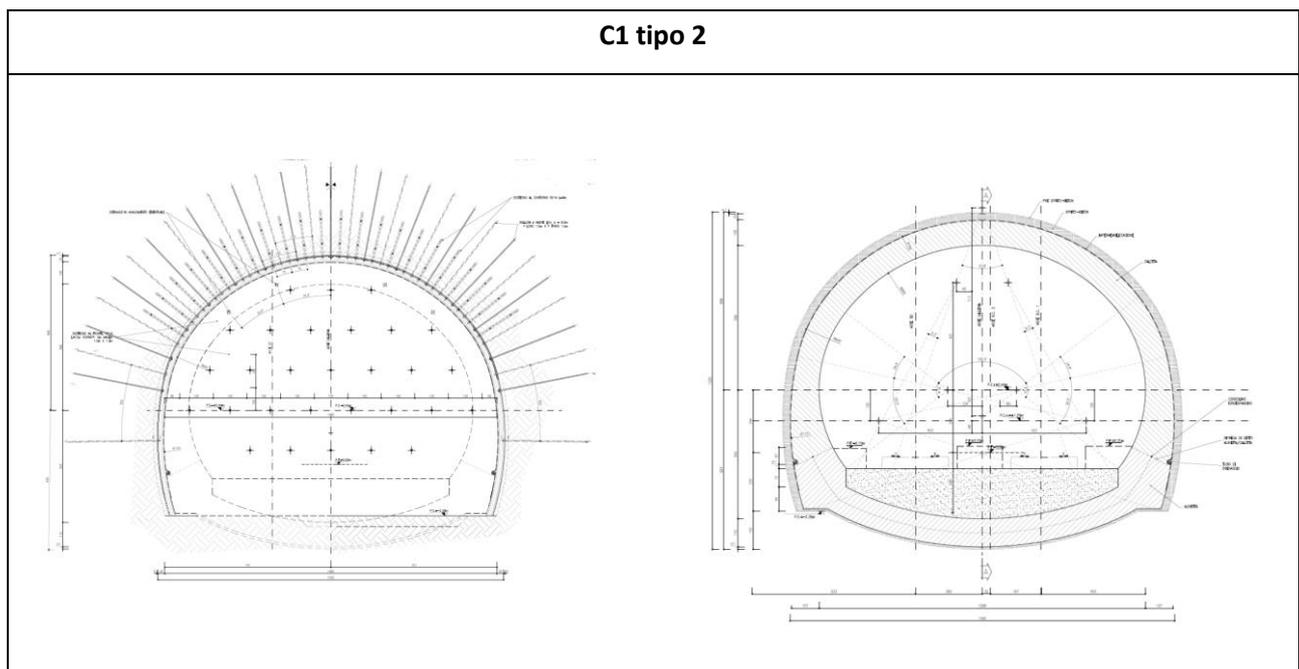


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 36 di 73

6.5.18 Sezione C1 tipo 2

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	2.0 m scavo (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=10 cm ogni sfondo e sp=15 cm a fine campo di avanzamento; 29 barre autoperforanti tipo R51N, L=12.0 m, sovrapposizione minima 6.0m, maglia 1.80x1.80m	
Sostegno radiale	15+16 bulloni radiali a barre Ø24 (o Swellex equivalenti) disposti in raggiera alternate, L=8.0 m, i _{LONG} = 1.0 m, i _{TRASV} =1.5 m ±20%.	
Sostegno al contorno	22 barre autoperforanti tipo R51N, L=6.0 m, i _{LONG} = 3.0m, i _{TRASV} = 0.75 m	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, L _{tot} = 30 m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno Ø > 60 mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB220, i=1.0 m ±20%
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	S _{min} = 110 cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	S _{min} = 100 cm, in cls armato

Tabella 6-16. Sezione tipo C1 tipo2

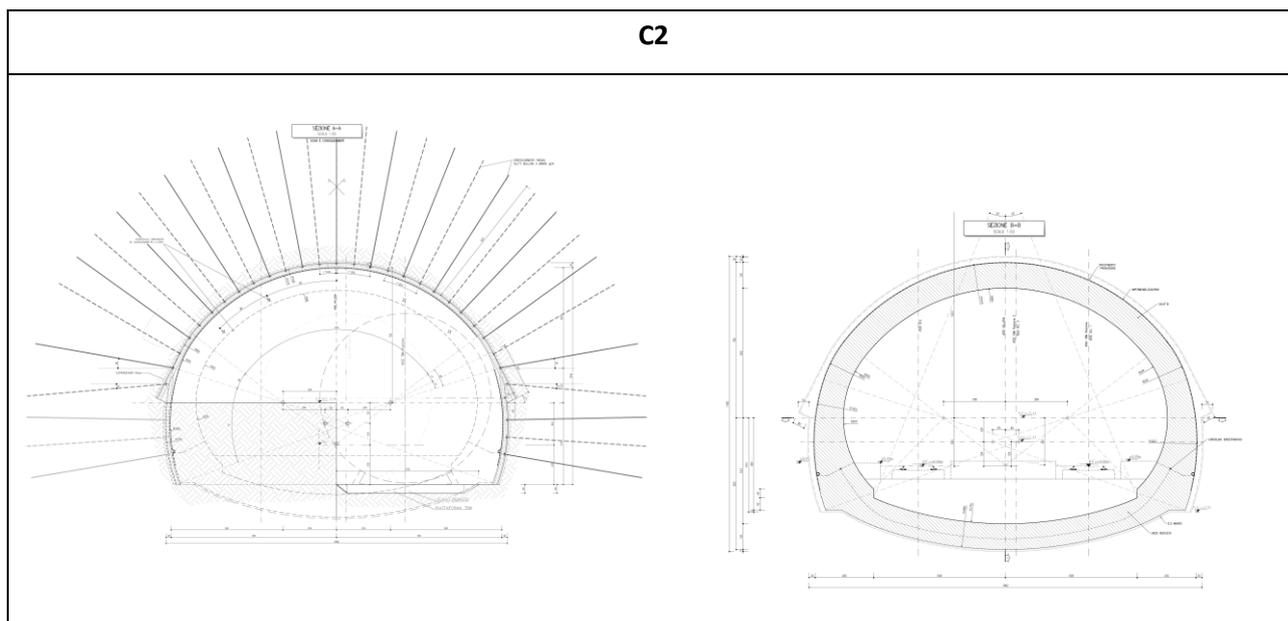


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	37 di 73

6.5.19 Sezione C2

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	1.0 m (3.0m con esplosivo) scavo calotta, 1.0 m scavo strozzo (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e sp=10 cm a fine campo di avanzamento di calotta, Sp=5 cm ogni sfondo per scavo strozzo	
Sostegno radiale	16+17 bulloni radiali a barre Ø24 (o Swellex equivalenti), disposti in raggiere alternate, L=8.0 m, $i_{LONG} = 1.0$ m, $i_{TRASV}=2.0$ m $\pm 20\%$	
Sostegno al contorno	-	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s =25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB200, $i=1.0$ m $\pm 20\%$
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 130$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 130$ cm, in cls armato

Tabella 6-17. Sezione tipo C2

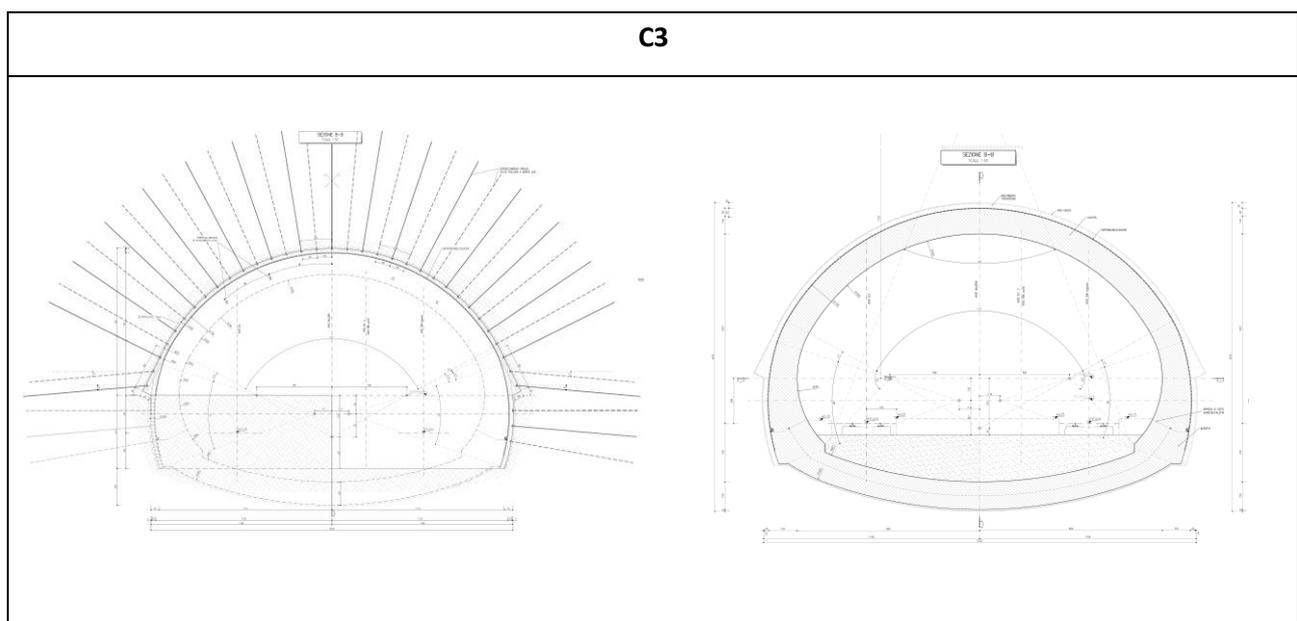


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 38 di 73

6.5.20 Sezione C3

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	1.0 m (3.0m con esplosivo) scavo calotta, 1.0 m scavo strozzo (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e sp=10 cm a fine campo di avanzamento di calotta, Sp=5 cm ogni sfondo per scavo strozzo	
Sostegno radiale	19+20 bulloni radiali a barre Ø30 (o Swellex equivalenti), disposti in raggiere alternate, L=8.0 m, $i_{LONG} = 1.0$ m, $i_{TRASV}=2.0$ m. $\pm 20\%$	
Sostegno al contorno	-	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase
		s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB220, $i=1.0$ m $\pm 20\%$
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 150$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 140$ cm, in cls armato

Tabella 6-18. Sezione tipo C3

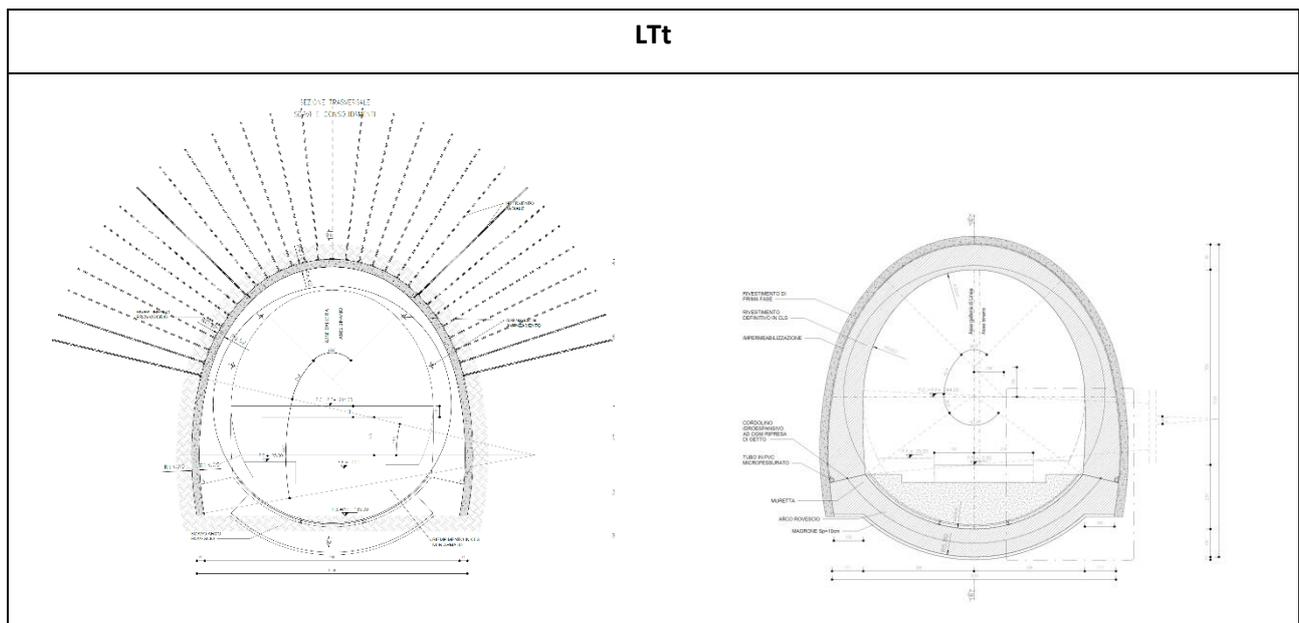


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 39 di 73

6.5.21 Sezione LTt

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	3.0 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e 10 ogni campo di avanzamento	
Sostegno radiale	14+15 bulloni $\phi 24$, o Swellex equivalenti L = 6.0m p long 1.2m x p trasv 1.0m	
Sostegno al contorno	-	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	HEB180, i=1.4 m
Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC	
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	$s_{min} = 100$ cm, in cls armato
	Calotta e piedritti	$s_{min} = 90$ cm, in cls armato

Tabella 6-19. Sezione tipo LTt

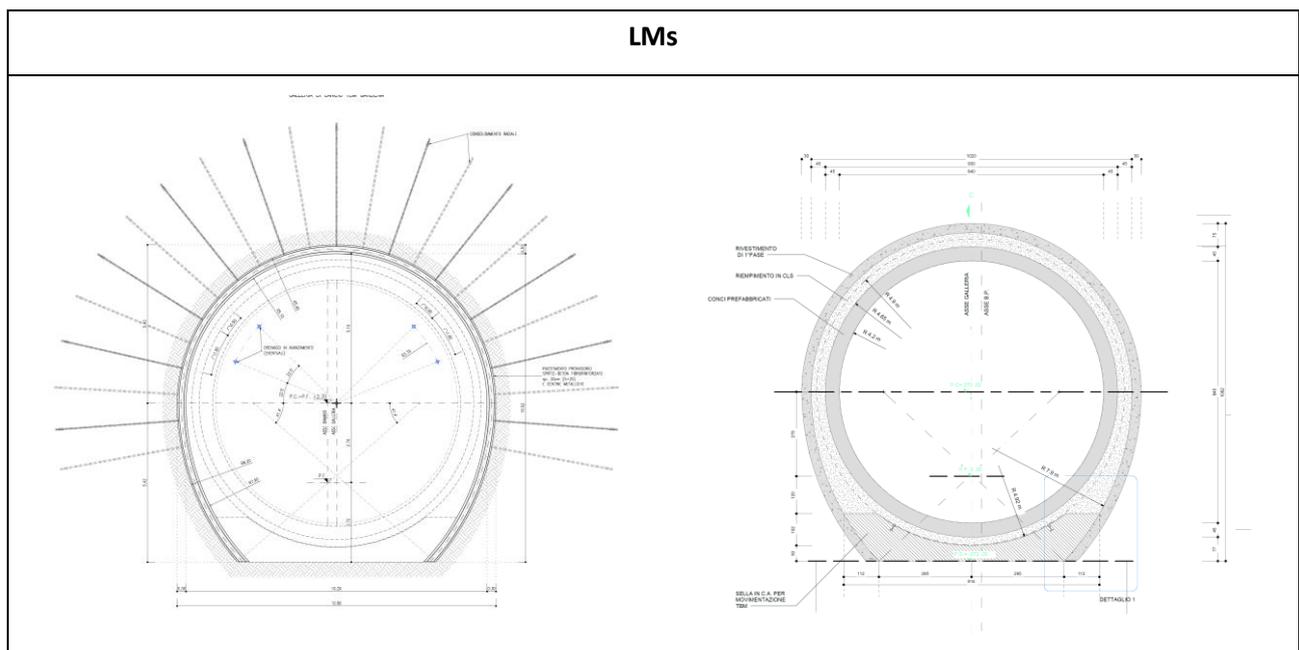


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 40 di 73

6.5.22 Sezione LMs

Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	1.0 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	Spritz beton fibrorinforzato con Sp=5 cm ogni sfondo e sp=30 cm parete di fondo partenza TBM	
Sostegno radiale	11+12 bulloni radiali a barre Ø24 (o Swellex equivalenti), L=6.0 m, $i_{LONG} = 1.2$ m, $i_{TRASV} = 1.8$ m.	
Sostegno al contorno	-	
Sostegno al piede delle centine	Non previsto	
Drenaggi in avanzamento (in caso di presenza di acqua)	n° 4 (2+2) tubi microfessurati in PVC, $L_{tot} = 30$ m (sovrapp. minima 12 m) diametro esterno $\varnothing > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT	
Rivestimento di prima fase	Spritz-beton fibrorinforzato	s = 5 cm, prima fase s = 25 cm, seconda fase
	Centine metalliche	2 IPN180, $i = 1.0$ m $\pm 20\%$
	Impermeabilizzazione	Tessuto non tessuto e manto impermeabile in PVC
Rivestimento definitivo	Arco rovescio e murette	conci TBM
	Calotta e piedritti	conci TBM

Tabella 6-20. Sezione tipo LMs



APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 42 di 73

6.6 MODALITÀ DI SCAVO PREVISTE

Le modalità di scavo previste sono a piena sezione per tutte le sezioni della galleria. Nell'ambito dei cameroni si prevede, per le sezioni che sono caratterizzate da una maggiore estensione del fronte di scavo, la modalità di scavo a sezione parzializzata.

Nello specifico le modalità di scavo parzializzato prevedono la seguente modalità realizzativa (vedasi Figura 6-1):

1. Scavo del settore di calotta;
2. Scavo del ribasso (sempre preceduto dalla posa in opera del prerivestimento nel settore di calotta) e contestuale posa in opera del relativo prerivestimento ;
3. Scavo dell' arco rovescio (A.R.)

La fasistica esecutiva di ogni sezione tipo è descritta dettagliatamente nell'ambito delle relazioni di calcolo delle opere ed in specifici elaborati grafici.

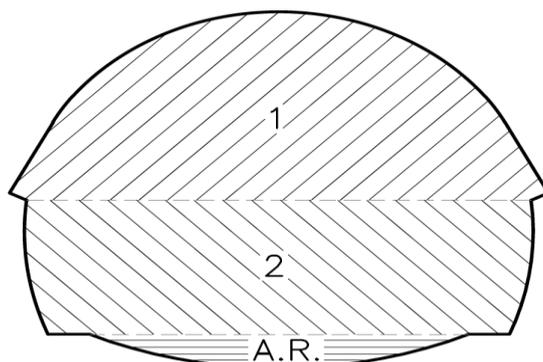


Figura 6-1– Schema realizzativo scavo parzializzato cameroni

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	43 di 73

7. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori di resistenza e deformabilità adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 14/01/2008 e della Circolare n.617/2009.

Con riferimento ai rivestimenti provvisori e definitivi, si sottolinea che la classe di resistenza dei calcestruzzi riportata nelle tabelle che seguono è quella utilizzata ai fini delle verifiche strutturali. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "Caratteristiche dei materiali – Quadro sinottico".

7.1 RIVESTIMENTI PROVVISORI

Calcestruzzo proiettato fibrorinforzato	
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{0.85f_{ck}}{1.5} = 14.11 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0.3} = 31447 \text{ MPa}$
Classe minima di sviluppo della resistenza minima a compressione a breve termine	J2
Curva granulometrica degli aggregati di tipo Continuo con diametro massimo di:	10 mm
Classe di consistenza	S5
Classe di assorbimento energetica minima	E700

Calcestruzzo proiettato fibrorinforzato	
Classe di resistenza	C30/37
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{0.85f_{ck}}{1.5} = 17 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0.3} = 33000 \text{ MPa}$
Classe minima di sviluppo della resistenza minima a compressione a breve termine	J2
Curva granulometrica degli aggregati di tipo Continuo con diametro massimo di:	10 mm
Classe di consistenza	S5
Classe di assorbimento energetica minima	E700

Acciaio per centine		
Tipo	S 275	S 355
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 430 \text{ MPa}$	$f_{tk} \geq 510 \text{ Mpa}$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE:														
Mandataria: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	<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>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0100001</td> <td>C</td> <td>44 di 73</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	44 di 73	
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	44 di 73									

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 275 \text{ MPa}$	$f_{yk} \geq 355 \text{ Mpa}$
Modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ MPa}$	$E_s = 210000 \text{ Mpa}$

Bulloni Swellex Pm 16/ Pm24		
Tipo	Pm16	Pm24
Carico a rottura	160 kN	240 kN
Carico di snervamento	140 kN	200 kN
Diametro	36 mm	36 mm
Spessore	2 mm	3 mm
Diametro di perforazione	43-52 mm	43-52 mm
Allungamento massimo	20%	20%

Bulloni aderenza continua	
Acciaio	B 450 C
Diametro	da 24 mm a 30 mm
Diametro di perforazione	>51 mm

Bulloni autopercoranti in acciaio R51N	
Tipo	R51N
Carico caratteristico di rottura ($f_{tk} \cdot A_s$)	$F_{tk} \geq 800 \text{ kN}$
Carico caratteristico di snervamento ($f_{yk} \cdot A_s$)	$F_{yk} \geq 630 \text{ kN}$
Diametro esterno	51 mm
Diametro interno	33 mm
Diametro di perforazione	>100 mm

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale		IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	45 di 73

7.2 RIVESTIMENTI DEFINITIVI

Calcestruzzo non armato	
Classe di resistenza	C25/30
Tensione massima di compressione	$\sigma_c = 6.225 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0.3} = 31447 \text{ MPa}$

Calcestruzzo armato	
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{0.85 f_{ck}}{1.5} = 14.11 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0.3} = 31447 \text{ MPa}$
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S4
Classe di contenuto in cloruri	CL 0.2
Diametro massimo aggregato	32 mm
Copriferro	5 cm

Acciaio per barre di armatura	
Tipo	B 450 C
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$
Tensione massima in esercizio	$\sigma_{lim} = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	46 di 73

8. ELEMENTI NECESSARI ALLA GESTIONE DELLE LINEE GUIDA E CRITERI APPLICATIVI

Il progetto della galleria naturale è stato sviluppato attraverso:

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

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

- confermare la sezione tipo più adeguata, tra quelle già previste in una determinata tratta e riportate in chiaro sugli elaborati "profili geomeccanici";
- variare quegli interventi, nell'ambito delle variabilità previste in progetto, che devono adeguarsi alle reali condizioni geomeccaniche riscontrate al fronte di avanzamento nonché al comportamento deformativo del cavo. Quest'ultimo, come noto, è dipendente sia dalla natura dell'ammasso in termini geologici, geomeccanici ed idrogeologici, sia dagli stati tensionali preesistenti, così come da quelli conseguenti alle operazioni di scavo;
- definire il passaggio tra una sezione tipo ed un'altra tra quelle previste in quella tratta o comunque previste in progetto, qualora le condizioni oggettivamente riscontrate risultino difformi da quelle ipotizzate in fase progettuale;
- definire e raccogliere tutti gli adeguati elementi oggettivi a supporto della definizione di una sezione tipo che, senza alterare l'impostazione progettuale, differisca da quelle già previste in progetto esecutivo in termini di schemi di consolidamento, prerivestimento, impermeabilizzazione e rivestimento definitivo, anche se tali modifiche conducano a lavorazioni in quantità al di fuori dei campi di variabilità individuati in fase di progettazione.

Per la gestione di tali "linee guida" sarà necessaria la conoscenza dei seguenti elementi:

- formazione geologica riscontrata e coperture in esame;
- raccolta dei dati geomeccanici e geostrutturali rilevabili al fronte che consentono una completa caratterizzazione dell'ammasso in scavo. Oltre ai parametri di resistenza e deformabilità tale caratterizzazione deve inoltre contenere le informazioni geostrutturali di carattere qualitativo e

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	47 di 73

quantitativo che risultino essere necessarie a completare la descrizione ai fini progettuali e a comprendere il reale comportamento dell'ammasso allo scavo.

- raccolta dei dati riguardanti le deformazioni del fronte di scavo (estrusioni durante il fermo fronte e/o mediante sliding micrometer) e al contorno del cavo (convergenze) durante l'avanzamento e loro evoluzione nel tempo (tendenza alla stabilizzazione, velocità di deformazione etc);
- raccolta dati riguardanti tutte le reali fasi di avanzamento tra le quali è opportuno evidenziare: distanza dal fronte di messa in opera dei rivestimenti e la successione delle fasi di consolidamento etc...;
- raccolta dei dati di pressione e portata durante il drenaggio delle zone di faglia e/o fratturazione con acqua in pressione;
- evidenze durante lo scavo circa la tendenza al distacco di blocchi, sovrascavi e/o qualsivoglia elemento di pericolosità.

L'insieme dei dati permetterà la valutazione della sezione tipo da applicare e l'intensità degli interventi previsti all'interno della loro variabilità.

Anche se il parametro deformativo (convergenza del cavo ed estrusione del fronte) in molti casi è il parametro più significativo per l'applicazione delle sezioni tipo e delle loro variabilità, l'analisi dei dati di monitoraggio deve essere sempre effettuata in maniera integrata, nell'ambito di un'analisi critica e completa di tutti i dati a disposizione. Sarà compito del Progettista analizzare ed interpretare criticamente tutti i parametri a disposizione ed eventualmente proporre adattamenti alla sezione tipo di scavo.

8.1 DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE-GEOMECCANICHE DELL'AMMASSO

Gli ammassi rocciosi e i terreni incontrati lungo il tracciato sono descritti sulla base delle caratteristiche geologiche e geomeccaniche individuate in progetto.

Nel corso dei lavori gli ammassi rocciosi e/o terreni verranno descritti sulla base delle caratteristiche litologiche, geostrutturali, geomeccaniche e idrogeologiche che si evidenzieranno sul fronte alla scala della galleria attraverso rilievi analitici (prove in situ e/o, all'occorrenza, di laboratorio) e rilievi speditivi.

Tali rilievi vengono condotti secondo le frequenze previste dal programma di monitoraggio tramite l'impiego di una scheda di rilevamento su cui riportare i dati rilevati e gli indici valutati secondo le prescrizioni ISRM, International Society of Rock Mechanics. In particolare, si distinguono due tipi di rilievi:

- **analitici:** che prevedono la compilazione completa della scheda citata e l'eventuale esecuzione di prove e determinazioni in situ e/o, all'occorrenza, di laboratorio. Tali rilievi sono previsti agli imbocchi, in concomitanza dei passaggi stratigrafici e tettonici significativi e comunque secondo le frequenze indicate dal programma di monitoraggio. Tali rilievi dovranno stimare anche il valore di GSI (Geological Strength Index) secondo le metodologie ritenute più idonee alla formazione geologica incontrata valutando, se presente, l'anisotropia dell'ammasso. (i.e. approccio analitico per

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	48 di 73

ammasso continuo litoide o secondo Hoek&Marinos 2001 per ammasso con struttura complessa o flyshoide).

- **speditivi:** che prevedono in particolare il rilievo con rappresentazione grafica del fronte di scavo. Si tratta di un rilievo di tipo qualitativo e di confronto con quello analitico dell'ammasso in esame che consente comunque al progettista di valutarne le caratteristiche principali.

8.2 VALORI SOGLIA

Per ogni sezione tipo sono definiti dei valori attesi e di soglia (ad es. di convergenza, tensionali...) definiti come segue:

- **Valori attesi;** I valori attesi dei fenomeni deformativi al fronte, al cavo, sono desunti dai risultati delle analisi numeriche effettuate per la verifica delle sezioni tipo e sulla base di esperienze in contesti analoghi. I valori attesi delle convergenze/estrusioni possono discostarsi dai risultati emersi in sede di calcolo in quanto nella pratica è necessario tenere conto dell'importanza di fattori difficilmente schematizzabili e modellabili numericamente, quali anisotropie nel comportamento deformativo del cavo, condizioni geomeccaniche particolari e localizzate, fasi realizzative e di messa in opera. Per questi motivi il range delle convergenze e degli spostamenti delle mire attesi può essere più elevato o inferiore di quello calcolato numericamente. Analogamente i valori di riferimento tensionali possono essere desunti dalle analisi numeriche di riferimento. Qualora si registrassero valori prossimi ai valori attesi, non sono necessarie particolari azioni progettuali e il comportamento dell'opera risulta in linea con quanto previsto progettualmente.
- **Valori soglia di attenzione;** il netto superamento dei valori attesi e l'avvicinamento delle misure in campo a tali valori origina una serie di possibili azioni di modifica agli interventi della sezione tipo applicata secondo le metodologie di seguito esplicitate o al cambio della tipologia della sezione applicata in particolari condizione.
- **Valori soglia di allerta:** soglia che indica l'approssimarsi ad una condizione gravosa rispetto alle previsioni di progetto, per la quale dovranno essere valutate azioni correttive al di fuori della sezione tipo applicata. Il solo superamento del valore di soglia di allerta non indica implicitamente il raggiungimento di condizioni critiche per l'opera.

Si precisa che i valori di deformazione e di tensione ipotizzati non vanno intesi come l'unica informazione che possa incidere sulle scelte già adottate per una determinata tratta poiché le scelte progettuali sono state fatte tenendo conto di un insieme di elementi, illustrati nello sviluppo di tutto il progetto, più significativi del solo parametro deformativo e tensionale. Tali valori servono soltanto a fornire indicazioni sul campo dei valori deformativi più probabili per le sezioni già indicate in progetto.

Sarà onere del Progettista l'interpretazione di tutti i fattori utili alla verifica globale del comportamento della Sezione Tipo applicata ed alla definizione degli interventi ritenuti necessari al contesto incontrato.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	49 di 73

8.3 PROCEDURA DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO E GESTIONE DELLE VARIABILITÀ DEGLI INTERVENTI

Il progetto, attraverso la caratterizzazione degli ammassi presenti lungo il tracciato e la successiva fase di previsione di comportamento dell'ammasso allo scavo in assenza di interventi, ha definito le tratte a comportamento geomeccanico omogeneo attribuendone la relativa categoria di comportamento (A, B, C).

Nell'ambito di una stessa tratta a comportamento geomeccanico "omogeneo", in sede di progetto, sono state definite nel profilo geomeccanico le sezioni tipo e le relative percentuali di applicazione in funzione di:

- caratteristiche geologiche e geostrutturali dell'ammasso,
- caratteristiche geomeccaniche e idrogeologiche dell'ammasso,
- stato tensionale agente,
- possibili disturbi di natura tettonica.

Una volta verificata la rispondenza della situazione geologico-geomeccanica e tensionale con le ipotesi di progetto si procede alla scelta e applicazione della sezione tipo, prevista per la tratta in esame, applicando i criteri descritti nei paragrafi precedenti.

In conformità con i criteri indicati nei paragrafi precedenti, durante gli avanzamenti, verranno raccolti i dati riguardanti le condizioni geologiche e geomeccaniche al fronte di scavo, la risposta deformativa del fronte e del cavo, le fasi e le cadenze di avanzamento. La loro elaborazione consentirà il confronto tra la situazione in sito e quella prevista in progetto, effettuando di conseguenza la scelta e l'applicazione della sezione tipo, secondo i criteri di seguito indicati:

<u>CASO 1</u>	<i>Le condizioni geotecniche/geomeccaniche rilevabili al fronte e/o i dati di monitoraggio della risposta deformativa e/o tensionale sono in linea con le condizioni medie attese</i>
CONDIZIONI PRELIMINARE	Le condizioni geotecniche rilevabili al fronte corrispondono a quanto previsto in progetto e la risposta tenso-deformativa rientra nel campo dei valori soglia attesi.
AZIONI	La previsione progettuale è confermata, si procede con la sezione tipo nella configurazione media di interventi previsti.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 50 di 73

<u>CASO 2</u>	<i>Le condizioni geotecniche/geomeccaniche rilevabili al fronte e/o i dati di monitoraggio della risposta deformativa e/o tensionale evidenziano una condizione peggiore rispetto alla condizione media attesa.</i>
CASO 2-1 <i>CONDIZIONI PRELIMINARI</i>	Avvicinamento o raggiungimento dei valori monitorati ai valori soglia di attenzione e/o evidenze di trend deformativi che sembrano evolvere verso i valori di soglia con andamenti superiori ai valori attesi.
<i>AZIONI</i>	<p>La sezione tipo prevista per la tratta può essere ritarata definendo gli interventi in accordo alle variabilità definite in progetto, coadiuvati dalle operazioni di monitoraggio.</p> <p>Possibili interventi sulla sezione tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aumento dell'incidenza dei consolidamenti del fronte e del contorno; • riduzione del passo delle centine del rivestimento provvisorio; • riduzione della distanza dal fronte entro cui eseguire il getto dell'arco rovescio, delle murette, della calotta; • utilizzo di sistemi di puntamento di arco rovescio per limitare le deformazioni in atto, ove previsto. • utilizzando sfondi parziali del fronte di scavo con apposizione di strato di spritz di protezione nella tratta appena scavata e successiva fase di completamento sfondo e completamento spritz-beton. <p>Interventi sul monitoraggio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intensificare le letture presso la stazione di lettura, verificare la strumentazione installata • Controllare le letture delle stazioni di monitoraggio limitrofe al fine di verificare la zona interessata da tali condizioni. • Verificare del trend deformativo registrato in funzione delle lavorazioni effettuate al fine di prevedere l'evoluzione futura degli spostamenti.
CASO 2-2 <i>CONDIZIONI PRELIMINARI</i>	Superamento dei valori soglia di attenzione dei parametri monitorati e/o evidenze di trend deformativi che evolvono rapidamente verso i valori di soglia con andamenti anomali e sicuramente superiori ai valori attesi.
<i>AZIONI</i>	Si valutano le ragioni di tale condizione, inquadrando il contesto geomeccanico e deformativo in essere (comunque già previsto nella tratta) al fine di definire il passaggio alla sezione tipo più idonea al contesto incontrato ed in linea con le terapie previste in progetto, con riferimento ai campi di applicazione di ciascuna sezione tipo.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 51 di 73	

CASO 3	<i>Le condizioni geotecniche/geomeccaniche rilevabili al fronte e/o i dati di monitoraggio della risposta deformativa e/o tensionale evidenziano una condizione migliore rispetto alla condizione media attesa.</i>
CASO 3-1 CONDIZIONI PRELIMINARI	I parametri di riferimento per le caratteristiche geotecniche/geomeccaniche si collocano sui valori massimi dell'intervallo di valori attesi ed i parametri tensionali e/o deformativi (ad es. convergenze, estrusioni) si collocano sui valori minimi attesi.
AZIONI	La sezione tipo prevista per la tratta può essere ritarata definendo gli interventi in accordo alle variabilità definite in progetto: <ul style="list-style-type: none"> • riducendo l'incidenza dei consolidamenti del fronte e del contorno (se previsti), • aumentando il passo delle centine del rivestimento provvisorio, • aumentando le distanze dal fronte entro cui eseguire il getto dell'arco rovescio, delle murette, della calotta.
CASO 3-2 CONDIZIONI PRELIMINARI	Le indagini e i rilievi in sito accertano stabilità e continuità della condizione migliore rispetto alla condizione media.
AZIONI	Si valuta la possibilità di passaggio ad una diversa sezione tipo, più leggera, tra quelle previste in progetto nella tratta omogenea.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 52 di 73

Di seguito la schematizzazione dell'iter esecutivo di scelta nelle condizioni Progettuali, individuando il ruolo dei diversi soggetti coinvolti:

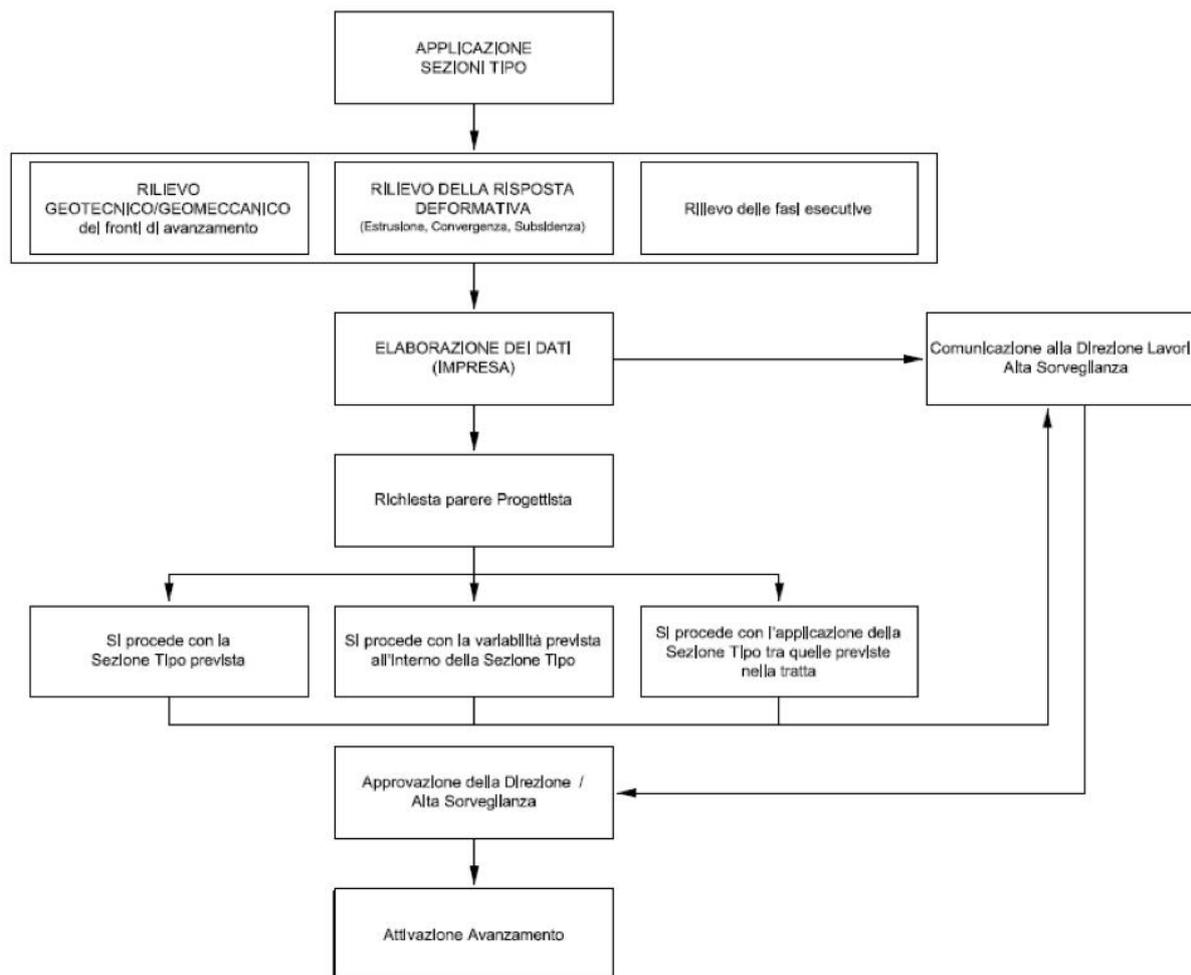


Figura 8-1. Iter esecutivo di scelta

In generale il passaggio da una sezione tipo ad un'altra potrà avvenire in modo graduale: il progettista potrà adottare dei criteri flessibili di variazione della specifica sezione, ottimizzando gli elementi previsti, al fine di garantire sia la continuità e la sicurezza delle lavorazioni in cantiere sia il mantenimento del livello prestazionale dell'opera. In questa ottica nell'ambito del progetto esecutivo si adotteranno quei criteri di flessibilità esecutiva che consentano la massima velocità di avanzamento e la riduzione al minimo dello sviluppo reologico temporale del processo di detensionamento e rilassamento dell'ammasso al contorno e sul fronte.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	53 di 73

9. VALORI ATTESI E DI SOGLIA

Sulla base di quanto descritto nel [60], di seguito sono esplicitati nel dettaglio i valori soglia di convergenza diametrale ed estrusioni al fronte previsti per le diverse sezioni tipo.

Sono indicati dei range di riferimento, per i quali si è tenuto comunque conto di aspetti difficilmente schematizzabili dalle analisi, quali anisotropie nel comportamento deformativo del cavo, condizioni geomeccaniche particolari e localizzate, fasi esecutive e cadenze d'avanzamento, nonché considerando possibili tolleranze delle misurazioni. I valori di convergenza riportati si intendono stabilizzati (tendenti all'asintoto), ovvero misurati ad una distanza dal fronte di 1.5-2.0 diametri di scavo, calcolati sul diametro passante per il piano dei centri. Le soglie di attenzione e di allarme sono definite ipotizzando un incremento di ca. 150% e di ca. 200% del valore superiore del range atteso rispettivamente. Per la definizione delle soglie limite di allarme per sezioni con rischio di squeezing, non essendo possibile definire un valore limite di comportamento al collasso, si è fatto anche riferimento alle indicazioni contenute in letteratura [72] in cui si evidenziano assenza di problemi nel caso di deformazioni inferiori al 1% del diametro equivalente di scavo.

I valori attesi di convergenza diametrale saranno, in fase di avanzamento, confrontati con i valori misurati mediante le stazioni di monitoraggio previste. Al fine di essere confrontata con i valori di previsione, la convergenza diametrale del cavo sarà valutata quale media di tre misurazioni relative alle tre corde che collegano i due punti sui piedritti e quello in chiave di calotta. Questa scelta si basa su esperienze effettuate in contesti analoghi e nell'intento di rendere il più coerenti possibili i risultati ottenuti con i metodi di calcolo utilizzati e quelli ottenuti dalle misurazioni. Tuttavia dovranno essere tenuti in debita considerazione anche i valori dei singoli punti o corde; infatti può succedere che la convergenza diametrale media non rilevi deformazioni significative, ma, per effetto di un carico asimmetrico dovuto ad una anisotropia locale del terreno, si verifichi una deformazione locale del cavo che richiede eventuali azioni correttive. Indicativamente sulla base anche di altre esperienze in contesti analoghi, il massimo spostamento della singola mira oltre il quale si verifica la soglia di allarme, è pari a: sezioni tipo A0L, A0bis, A1L \approx 4cm; sezioni tipo A1, A2, B1L \approx 5cm; sezioni tipo C2L e C2v \approx 7cm.

Per le sezioni di scavo tipo A0L, A0BIS, A1L non sono indicati i valori di riferimento dell'estrusione in quanto non si prevede un monitoraggio sistematico di questa grandezza essendo previsti in ammassi di buona qualità.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	54 di 73	

Tabella 9-1. Soglie di attenzione e di allarme per ciascuna sezione tipo per convergenze ed estrusioni

SEZIONE TIPO	Copertura	Convergenze			Estrusioni		
		Valore atteso [mm]	Attenzione [mm]	Allarme [mm]	Valore atteso [mm]	Attenzione [mm]	Allarme [mm]
A0L	30 ÷ 625	5 – 20	30	40	-	-	-
A0BIS	30 ÷ 625	10 – 20	30	40	-	-	-
A1L	30 ÷ 625	10 – 25	40	50	-	-	-
A1	380 ÷ 520	15 – 30	45	60	15 – 30	45	60
A2	380 ÷ 520	15 – 30	45	60	15 – 30	45	60
As	< 30	5 – 15	25	30	5 – 15	25	30
B1L	30 ÷ 520	25 – 35	50	70	25 – 35	50	70
C2L	380 – 520	30 – 50	75	100	30 – 50	75	100
C2v	> 450	30 – 55	80	110	30 - 55	80	110
A2 allagata	Tutte le coperture	15 - 35	50	70	15 - 35	50	70
C2* allargata	Tutte le coperture	30 – 55	75	100	30 – 50	75	100
C2v allargata	> 450	35 - 60	90	120	35 - 60	90	120
I0	Tutte le coperture	10 – 20	30	40	30 -55	55	110
I1	Tutte le coperture	15 – 30	45	60	30 -55	55	110
I2	Tutte le coperture	15 – 30	45	60	40 - 60	90	120
C0 tipo 1	Tutte le coperture	10 – 20	30	40	35 - 50	70	100
C0 tipo 2	Tutte le coperture	50 - 90	140	180	40 - 60	90	120
C1 tipo 1	Tutte le coperture	15 – 30	45	60	30 -55	55	110
C1 tipo 2	Tutte le coperture	50 - 90	140	180	40 - 60	90	120
C2	Tutte le coperture	35 - 60	90	120	40 - 60	90	120
C3	Tutte le coperture	15 - 30	45	60	40 - 60	90	120
LTt	Tutte le coperture	10 – 20	30	40	35- 50	70	100
LMS	Tutte le coperture	10 – 20	30	40	35- 50	70	100
Camerone di smontaggio	Tutte le coperture	5 – 20	30	40	40 - 60	90	120

Per quanto riguarda le sezioni tipo con centine è previsto anche un monitoraggio mediante barrette estensimetriche e celle di carico.

La scelta della sezione tipo da applicare in fase di avanzamento sarà principalmente valutata in accordo con quanto illustrato nel §8.3 mediante i rilievi al fronte e dalle valutazioni sull'andamento dei valori di convergenza.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 55 di 73

Le informazioni derivanti dal monitoraggio mediante barrette estensimetriche e celle di carico possono risultare efficaci per l'interpretazione più organica dei dati disponibili dalle misure di convergenza. Nell'ottica del metodo osservazionale, tale monitoraggio permette di trarre informazioni utili previsionali complementari per la scelta/adattamento delle sezioni tipo fornendo indicazioni sul comportamento dei materiali.

I valori di soglia, sulla base anche delle esperienze nella limitrofa Galleria di base del Brennero, sono stati considerati in funzione dei valori limite dei materiali in termini tensionali, pari al valore limite di progetto, f_{cd} o f_{yd} . La soglia di attenzione viene considerata pari allo 0.77 del valore limite dello spritz e dell'acciaio adottato.

Nel seguito sono riportati valori soglia di attenzione e di allarme.

Tabella 9-2. Soglie di attenzione ed allarme per le deformazioni delle centine

	Soglia di attenzione [$\mu\epsilon$]	Soglia di allarme [$\mu\epsilon$]
Deformazione centine acciaio S275	960	1245
Deformazione centine acciaio S335	1240	1610

Tabella 9-3. Soglie di attenzione ed allarme per le tensioni delle centine

	Soglia di attenzione [MPa]	Soglia di allarme [MPa]
Tensioni centine acciaio S275	200	260
Tensioni centine acciaio S335	260	338

Lo stato tenso-deformativo dei rivestimenti e la sua evoluzione nel tempo viene misurato con barrette estensimetriche a corda vibrante collegati ad una centralina di misura. Nel seguito sono riportati valori soglia di attenzione e di allarme.

Per sezioni armate si adottano i seguenti limiti:

- Soglia di attenzione in compressione nel calcestruzzo: $0.77 * f_{cd}$
- Soglia di allarme in compressione nel calcestruzzo: f_{cd}
- Soglia di attenzione in trazione nell'acciaio: $0.77 * f_{yd}$
- Soglia di allarme in trazione nell'acciaio: f_{yd}

Per sezioni non armate si adottano i seguenti limiti:

- Soglia di attenzione in compressione nel calcestruzzo: $0.77 * f_{cd}$
- Soglia di allarme in compressione nel calcestruzzo: f_{cd}
- Soglia di attenzione in trazione nel calcestruzzo: $0.77 * f_{ctd}$
- Soglia di allarme in trazione nel calcestruzzo: f_{ctd}

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	56 di 73

10. CAMPI DI APPLICAZIONE E VARIABILITÀ DELLE SEZIONI TIPO

Di seguito saranno definiti gli ambiti di applicabilità delle singole sezioni tipo dal punto di vista dei riscontri geologici, geomeccanici ed idrogeologici, coperture in gioco e, più in generale, del comportamento dell'ammasso allo scavo.

Il GSI che caratterizzerà la qualità d'ammasso dovrà essere determinato secondo le metodologie ritenute più idonee alla formazione geologica incontrata valutando, se presente, l'anisotropia dell'ammasso per poi tenerne conto nella definizione del modello geotecnico (i.e. approccio analitico per ammasso continuo litoide o secondo Hoek&Marinos 2001 per ammasso con struttura complessa o flyshoide). Si tenga presente che una correlazione diretta fra GSI e sezione tipo da applicare può portare ad errori di valutazione in contesti eterogenei e complessi. Pertanto, il parametro GSI deve essere inteso come uno dei molteplici parametri caratteristici concorrenti alla determinazione degli interventi costituenti le sezioni tipo e non deve essere correlato in modo diretto ad uno specifico comportamento deformativo.

10.1 SEZIONE TIPO AOL

La sezione AOL è prevista come sezione prevalente all'interno del Granito di Bressanone (unità γ bi) e Cornubianiti (unità MPC) qualora l'ammasso risulti caratterizzato da buoni valori di resistenza e deformabilità con GSI rispettivamente superiori a 60 e 65. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} > 0.6$. In queste condizioni il fronte di scavo risulta stabile e la risposta deformativa del cavo evolve verso convergenze che si attestano su valori massimi attesi inferiori ai 1/2 centimetri. Le sezioni in oggetto prevedono rinforzi radiali atti a evitare il distacco di blocchi di roccia conseguenti alle operazioni di scavo. In funzione della dimensione dei blocchi di roccia potenzialmente instabili, e del contesto deformativo riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.12. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

10.2 SEZIONE TIPO AOBIS

La sezione AObis è prevista all'interno dei complessi del Granito di Bressanone unità γ bi (GSI 45-60), Cornubianiti unità MPC (55-65) e Filladi a granato unità BSS (GSI \geq 65) struttura massiva, con buone proprietà geomeccaniche. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.4 - 0.6$. In queste condizioni il fronte di scavo risulta stabile e la risposta deformativa del cavo evolve verso convergenze che si attestano su valori massimi attesi inferiori ai 1/2 centimetri. Le sezioni in oggetto prevedono rinforzi radiali atti a evitare il distacco di blocchi di roccia conseguenti alle operazioni di scavo. In funzione della dimensione dei blocchi di roccia potenzialmente instabili, e del contesto deformativo riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.12. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	57 di 73

10.3 SEZIONE TIPO A1L

La sezione A1L è prevista all'interno delle zone con elevata fratturazione presenti nell'unità del Granito di Bressanone (unità γ_{bi}), qualora l'ammasso risulti alterato a seguito di movimenti tettonici, con GSI tra 35 e 45. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.3 - 0.4$. In queste condizioni il fronte di scavo risulta stabile e la risposta deformativa del cavo evolve verso convergenze che si attestano su valori massimi attesi inferiori ai 3/4 centimetri. Il fronte di scavo risulta stabile in assenza di sostegni, classe A secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: caduta blocchi, distacco lastre, squeezing basso, convergenze inferiori a 5cm. In funzione della dimensione dei blocchi di roccia potenzialmente instabili, e del contesto deformativo riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.12. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

10.4 SEZIONE TIPO A1

La sezione A1 è prevista nella zona di transizione tra cornubianiti (GSI 45 - 55) e Filladi BSSa (GSI 50-55) e BSS (60-65). Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.25 - 0.3$. Fronte e cavo stabile / stabile a breve termine in assenza di sostegni, classe A/B secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: convergenze attese inferiori a 4/5 cm, squeezing basso, differenti litologie. La sezione in oggetto prevede la posa in opera di centine metalliche, così da contenere le convergenze radiali dell'ammasso. In funzione del contesto geomeccanico riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.12. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

10.5 SEZIONE TIPO A2

Prevista all'interno delle Filladi BSS, roccia scistosa con densità di fratturazione medio/alta GSI 45-60, fronte stabile a breve termine, rischio squeezing moderato. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.25 - 0.3$. Fronte e cavo stabile / stabile a breve termine in assenza di sostegni, classe A/B secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: convergenze attese inferiori a 4/5 cm, squeezing basso, differenti litologie, spinte asimmetriche. La sezione in oggetto prevede la posa in opera di centine metalliche, così da contenere le convergenze radiali dell'ammasso. In funzione del contesto geomeccanico riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.12. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	58 di 73

10.6 SEZIONE TIPO AS

La sezione As (tratto con setto a spessore ridotto) è prevista come sezione prevalente nella tratta iniziale di galleria naturale dopo l'imbocco lato Fortezza ed attraversa il Granito di Bressanone a basse coperture elevate. I valori di GSI attesi in questo settore variano da 40 a 70. Fronte e cavo stabile / stabile a breve termine in assenza di sostegni, classe A/B secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: caduta blocchi, cavità limitrofe, basse coperture. In funzione del contesto geomeccanico riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.12. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

10.7 SEZIONE TIPO B1L

La sezione B1L è prevista nelle zone di faglia/zona altamente fratturata all'interno delle Filladi Cornubianitiche (MPC) con coperture inferiori a 550 m. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.15 - 0.25$. E' inoltre prevista nelle zone con basse coperture (pari a ca. 30 m nei Graniti di Bressanone (y). Valori di GSI da 35 a 45. Fronte di scavo stabile a breve termine in assenza di sostegni, classe B secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: deformazioni, squeezing medio, spinte dissimetriche, venute d'acqua rischio medio. In tali contesti, in virtù della presenza di zone alterate risulta necessario intervenire mediante la messa in opera sistematica di interventi al contorno in avanzamento ed al fronte, mediante autoperforanti. Tali interventi si rendono anche necessari al fine di contenere le plasticizzazioni che si sviluppano oltre il fronte di scavo, garantendo il controllo deformativo della galleria. In funzione del contesto geomeccanico riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.12. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi sono così definite:

- Distanza getto arco rovescio e murette dal fronte di scavo: 3 diametri
- Distanza rivestimento definitivo dal fronte di scavo: 5 diametri

Le distanze indicate potranno essere adeguate o svincolate in funzione dei risultati del monitoraggio.

10.8 SEZIONE TIPO C2L

La sezione C2L è prevista nelle zone di faglia 11 con elevata fratturazione nell'unità delle Filladi (BSS) con coperture ca 520 m, GSI = 35. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.10 - 0.15$. Fronte e cavo instabili in assenza di sostegni, classe C secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: alte deformazioni, squeezing, spinte dissimetriche, venute d'acqua.

In tali contesti, in virtù della presenza di zone alterate risulta necessario intervenire mediante la messa in opera sistematica di interventi al contorno in avanzamento ed al fronte, mediante autoperforanti. Tali interventi si rendono anche necessari al fine di contenere le plasticizzazioni che si sviluppano oltre il fronte di scavo, garantendo il controllo deformativo della galleria. In funzione del contesto geomeccanico riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.12.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 59 di 73

Per l'applicazione di questa sezione, in prossimità delle zone di faglia maggiormente critiche attese sono previste due perforazioni a distruzione in avanzamento con registrazione dei parametri per valutarne l'applicabilità.

Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi sono così definite:

- Distanza getto arco rovescio e murette dal fronte di scavo: 3 diametri
- Distanza rivestimento definitivo dal fronte di scavo: 5 diametri

Le distanze indicate potranno essere adeguate o svincolate in funzione dei risultati del monitoraggio.

Le sezioni C2L, rispetto alle sezioni tronco-coniche C2v, permettono di dare continuità alle lavorazioni, potendo impiegare il medesimo jumbo dei profili tipo A, visto l'impiego di ancoraggi auto-perforanti al contorno ed al fronte rispetto all'esecuzione di ombrelli di infilaggi che richiedono un macchinario apposito. Per l'applicazione di queste sezioni, oltre a quanto indicato nelle linee guida, in prossimità delle zone di faglia attese sono previste due perforazioni a distruzione in avanzamento con registrazione dei parametri per valutarne l'applicabilità. L'adozione di sezioni cilindriche e non tronco-coniche permette inoltre altri vantaggi in termini di: a) impiego di centine con dimensioni standard univoche e non variabili in funzione dell'area di scavo; b) assenza di riempimenti sistematici di regolarizzazione prima dell'installazione dell'impermeabilizzazione e del rivestimento definitivo.

10.9 SEZIONE TIPO C2v

La sezione C2v è prevista nelle zone di faglia 12 all'interno delle filladi BBS con coperture di circa 450 m, con $GSI = 35$. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} < 0.10$. Fronte e cavo instabili, classe C secondo la classificazione ADECO-RS in assenza di sostegni. Rischi potenziali prevalenti: alte deformazioni, squeezing, spinte dissimetriche, venute d'acqua. La sezione C2v ha una geometria tronco-conica con lunghezza del campo di avanzamento pari a 8.5 m. In queste condizioni il fronte di scavo risulta instabile ed è necessario eseguire interventi sistematici di consolidamento in avanzamento. Risulta inoltre necessaria un'azione di precontenimento delle deformazioni al fine di limitare il detensionamento dell'ammasso e lo sviluppo di deformazioni plastiche, mediante l'utilizzo di interventi di consolidamento al contorno in avanzamento. In funzione del contesto geomeccanico riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.12. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi sono così definite:

- Distanza getto arco rovescio e murette dal fronte di scavo: 3 diametri
- Distanza rivestimento definitivo dal fronte di scavo: 5 diametri

Le distanze indicate potranno essere adeguate o svincolate in funzione dei risultati del monitoraggio.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 60 di 73

10.10 CAMERONI

10.10.1 Cameroni I1; I2; C0 tipo1; C1 tipo1; C2; C3; gallerie LTt e LMs

Le sezioni tipo C0 tipo1, C1 tipo1, C2, C3, LTt, LMs, I1 e I2, I3 sono previste nelle *Filladi a granato (unità BSS)* a struttura scistosa con coperture elevate (comprese tra 480 e 510 m) e buone condizioni di ammasso, con GSI compresi tra 60 e 70. In queste condizioni il fronte di scavo risulta stabile e la risposta deformativa del cavo evolve verso convergenze inferiori ai 5 cm. In funzione della dimensione dei blocchi di roccia potenzialmente instabili, e del contesto deformativo riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.12. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

10.10.2 Cameroni C0 tipo2; C1 tipo2; I1 e I2 con interventi al contorno ed al fronte

I cameroni C0 tipo2, C1 tipo2 sono previsi come alternativa rispettivamente ai cameroni C0 tipo1 e C1 tipo1. Le incertezze riguardanti il contesto geologico in cui è prevista la realizzazione dei cameroni C0 e C1 ha portato allo studio di due sezioni tipo differenti. La tipologia 2 è infatti prevista nel caso in cui la formazione delle *Filladi a granato (BSS)* risulti particolarmente alterata, detensionata e fratturata a seguito di attività tettoniche. In queste condizioni l'unità è caratterizzata da un valore di GSI pari a 30-40 corrispondente alla faglia 13, indicata con previsione incerta [57]. In queste condizioni il fronte di scavo risulta instabile ed è necessario eseguire interventi sistematici di consolidamento in avanzamento. Risulta inoltre necessaria un'azione di precontenimento delle deformazioni al fine di limitare il detensionamento dell'ammasso e lo sviluppo di deformazioni plastiche, mediante l'utilizzo di interventi di consolidamento al contorno.

I cameroni I1 ed I2 con interventi sistematici al fronte ed al contorno sono previsti in corrispondenza della faglia 12 all'interno della formazione delle *Filladi a granato (BSS)* qualora questa zona risulti particolarmente alterata, detensionata e fratturata a seguito di attività tettoniche. Questo settore è caratterizzato con un valore di GSI pari a 35. La faglia 12 è indicata con previsione incerta [57]. In queste condizioni il fronte di scavo risulta instabile ed è necessario eseguire interventi sistematici di consolidamento in avanzamento. Risulta inoltre necessaria un'azione di precontenimento delle deformazioni al fine di limitare il detensionamento dell'ammasso e lo sviluppo di deformazioni plastiche, mediante l'utilizzo di interventi di consolidamento al contorno.

In funzione del contesto deformativo riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.12. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

10.10.3 Sezione tipo A2 Allargata

La sezione A2 allargata è prevista come sezione prevalente per l'attraversamento delle *Filladi a granato (unità BSS)* a struttura scistosa con coperture di circa 470m e buone condizioni di ammasso, con GSI compresi tra 60 e 70 nel tratto tra la finestra di Forch ed il camerone di lancio della TBM per il binario pari. Il fronte di scavo ed il cavo risultano stabili in assenza di sostegni, classe A secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: caduta blocchi, distacco lastre, squeezing basso, convergenze inferiori a 5cm. In

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	61 di 73

funzione della dimensione dei blocchi di roccia potenzialmente instabili, e del contesto deformativo riscontrato durante gli scavi, sarà possibile variare i sostegni secondo le indicazioni riportate al cap. 10.12. Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi dell'arco rovescio e calotta non sono vincolati e saranno regolati in funzione del contesto deformativo rilevato dal monitoraggio.

10.10.4 Sezione tipo C2* Allargata

La sezione C2* allargata è prevista come alternativa nell'attraversamento delle *Filladi a granato* (unità BSS) con GSi compresi tra 35 e 45 e coperture pari a 470 m. L'impiego è previsto nella zona di faglia/danneggiamento, contraddistinta da caratteristiche di elevata fratturazione, fronte instabile, deformazioni plastiche ed un rapporto $\sigma_{cmk}/\sigma_{0max} = 0.10 - 0.15$

Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi sono così definite:

- Distanza getto arco rovescio e murette dal fronte di scavo: 3 diametri
- Distanza rivestimento definitivo dal fronte di scavo: 5 diametri

Le distanze indicate potranno essere adeguate o svincolate in funzione dei risultati del monitoraggio.

10.10.5 Sezione tipo C2v Allargata

La sezione C2v allargata è prevista come alternativa nell'attraversamento delle *Filladi a granato* (unità BSS) con GSi compresi inferiori a 35 e coperture pari a 470m. L'impiego è previsto nella zona di faglia/danneggiamento, contraddistinta da caratteristiche di elevata fratturazione, fronte instabile, deformazioni plastiche ed un rapporto $\sigma_{cmk}/\sigma_{0max}$ inferiore a 0.10.

Le distanze di getto dei rivestimenti definitivi sono così definite:

- Distanza getto arco rovescio e murette dal fronte di scavo: 3 diametri
- Distanza rivestimento definitivo dal fronte di scavo: 5 diametri

Le distanze indicate potranno essere adeguate o svincolate in funzione dei risultati del monitoraggio.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 62 di 73	

10.11 SINTESI DEI CAMPI DI APPLICAZIONE

Sezione tipo	Unità geomeccanica	Coperture [m]	GSI [-]	Convergenze attese [cm]	Elementi tettonici	Condizioni geomeccaniche
A0L	ybi	30 ÷ 625	>60	< 3	Assenza di alterazioni riconducibili a movimenti tettonici	Roccia massiccia con densità di fratturazione bassa; fronte stabile; rischio squeezing basso; scenario di rischio prevalente caduta blocchi. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} > 0.6$
	MPC	440 ÷ 520	≥65	< 3	Assenza di alterazioni riconducibili a movimenti tettonici	Roccia massiccia con densità di fratturazione bassa; fronte stabile; rischio squeezing basso; scenario di rischio prevalente caduta blocchi. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} > 0.6$
A0bis	ybi	30 ÷ 625	45÷60	< 3	Assenza di alterazioni riconducibili a movimenti tettonici	Roccia massiccia con densità di fratturazione medio/bassa; fronte stabile; rischio squeezing basso; scenario di rischio prevalente caduta blocchi. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.4 - 0.6$
	ybi damage zone faglie	30-220 (FAGLIE 1-6)	45-60	< 3	Possibili effetti minori nelle damage zone delle zone di faglia all'interno dei Graniti di Bressanone	Roccia massiccia con densità di fratturazione medio/bassa; fronte stabile; rischio squeezing basso; scenario di rischio prevalente caduta blocchi. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.4 - 0.6$
	MPC	440 ÷ 520	55÷65	< 3	Assenza di alterazioni riconducibili a movimenti tettonici	Roccia massiccia con densità di fratturazione medio/bassa; fronte stabile; rischio squeezing basso; scenario di rischio prevalente caduta blocchi. Indicativamente

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 63 di 73

Sezione tipo	Unità geomeccanica	Coperture [m]	GSI [-]	Convergenze attese [cm]	Elementi tettonici	Condizioni geomeccaniche
						rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.4 - 0.6$
	BSS	380 ÷ 520	≥65	< 3	Assenza di alterazioni riconducibili a movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione bassa, fronte stabile, rischio squeezing basso, scenario di rischio prevalente caduta blocchi. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} > 0.4$
A1L	ybi	30 ÷ 220	35÷45	< 4	Zone di faglia all'interno dei Graniti di Bressanone	Zona core - Roccia massiccia con densità di fratturazione medio/alta; fronte stabile/stabile a breve termine; rischio squeezing basso; scenario di rischio prevalente caduta blocchi. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.3 - 0.4$
	ybi	220- 470 (faglia 6 - 7)	35÷60	< 4	Zone di faglia all'interno dei Graniti di Bressanone	Zona core e damaged
A1	MPC	440 ÷ 520	45÷55	< 5	Possibili alterazioni riconducibili a contatti tra diverse unità geomeccaniche / damage zone delle zone di faglia	Roccia massiccia con densità di fratturazione media; fronte stabile/stabile a breve termine; rischio squeezing basso; possibili spinte asimmetriche; transizione litologica; potenziali rischi di distacchi di lastre/blocchi. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.25 - 0.3$
	BSSa	380 - 400	50÷55	< 5	Possibili alterazioni riconducibili a contatti tra diverse unità geomeccaniche	Roccia scistosa con densità di fratturazione media, fronte stabile, rischio squeezing basso; possibili spinte asimmetriche; transizione litologica;

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	64 di 73

Sezione tipo	Unità geomeccanica	Coperture [m]	GSI [-]	Convergenze attese [cm]	Elementi tettonici	Condizioni geomeccaniche
						Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.25 - 0.3$
	BSS	380 ÷ 520	60 - 65	< 5	Possibili alterazioni riconducibili a contatti tra diverse unità geomeccaniche	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio/alta, fronte stabile a breve termine, rischio squeezing moderato. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.25 - 0.3$
A2	BSS	380 ÷ 520	45 - 60	< 5	Possibili alterazioni riconducibili a contatti tra diverse unità geomeccaniche	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio/alta, fronte stabile a breve termine, possibili spinte asimmetriche; transizione litologica; rischio squeezing moderato. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.15 - 0.25$
As	ybi setto a spessore ridotto	< 30	≥40	< 3	Assenza di alterazioni riconducibili ai movimenti tettonici	Roccia massiccia con densità di fratturazione medio-bassa; rischio prevalente caduta blocchi – tratta di imbocco nord nei graniti di Bressanone con setto a spessore ridotto
B1L	MPC faglia	440 ÷ 520	35÷45	< 5	Zone di faglia	Roccia massiccia con densità di fratturazione medio/alta; fronte stabile a breve termine; rischio squeezing moderato; transizione litologica; possibili spinte asimmetriche. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.15 - 0.25$.
	ybi ; δ Imbocchi	< 30	35÷40	< 5	Zone di taglio	Applicazione negli imbocchi con basse coperture formazioni ybi e δ con elevata fratturazione. Fronte stabile a breve termine.
C2L	BSS faglia	380 - 520	35 - 45	< 10	Zone di faglia/ danneggiamento	Elevata fratturazione, fronte instabile, deformazioni plastiche.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE	Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
		IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C 65 di 73

Sezione tipo	Unità geomeccanica	Coperture [m]	GSI [-]	Convergenze attese [cm]	Elementi tettonici	Condizioni geomeccaniche
						Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.10 - 0.15$
C2v	BSS faglia	> 450	≤ 35	< 10	Zone di faglia/danneggiamento	Elevata fratturazione, fronte instabile, deformazioni plastiche. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} < 0.10$

Tabella 10.1. Campi di applicazione delle sezioni tipo per galleria di linea

Sezione tipo	Unità geotecnica	Coperture [m]	GSI [-]	Convergenze attese [cm]	Elementi tettonici	Condizioni geomeccaniche
A2 allargata	BSS	Tutte le coperture	> 60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili ai movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
C2*allargata	BSS faglia	Tutte le coperture	35 - 45	< 10	Zone di faglia/danneggiamento	Elevata fratturazione, fronte instabile, deformazioni plastiche. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.10 - 0.15$
C2V allargata	BSS faglia	Tutte le coperture	≤ 35	< 10	Zone di faglia/danneggiamento	Elevata fratturazione, fronte instabile, deformazioni plastiche. Indicativamente rapporto $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} < 0.10$
I1	BSS	Tutte le coperture	≥ 45	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili ai movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
I1 interventi sistematici al contorno e al fronte	BSS faglia	Tutte le coperture	30-45	< 10	Zone di faglia/danneggiamento	Roccia scistosa con densità di fratturazione alta
I2	BSS	Tutte le coperture	≥ 45	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili ai movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale		IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	66 di 73

Sezione tipo	Unità geotecnica	Coperture [m]	GSI [-]	Convergenze attese [cm]	Elementi tettonici	Condizioni geomeccaniche
I2 interventi sistematici al contorno e al fronte	BSS faglia	Tutte le coperture	30-45	< 10	Zone di faglia/danneggiamento	Roccia scistosa con densità di fratturazione alta
C0 tipo1	BSS	Tutte le coperture	≥ 45	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
C0 tipo2	BSS	Tutte le coperture	30-45	< 10	Zone di faglia/danneggiamento	Roccia scistosa con densità di fratturazione alta
C1 tipo1	BSS	Tutte le coperture	≥ 45	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
C1 tipo2	BSS	Tutte le coperture	30-45	< 10	Zone di faglia/danneggiamento	Roccia scistosa con densità di fratturazione alta
C2	BSS	Tutte le coperture	> 60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
C3	BSS	Tutte le coperture	> 60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
LTt	BSS	Tutte le coperture	> 60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
LMs	BSS	Tutte le coperture	> 60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa
Camerone di smontaggio	BSS	Tutte le coperture	> 60	< 5	Assenza di alterazioni riconducibili al movimenti tettonici	Roccia scistosa con densità di fratturazione medio-bassa

Tabella 10.2. Campi di applicazione delle sezioni tipo per caverne e sezioni allargate

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	67 di 73
GALLERIE	Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale						

10.12 SINTESI DELLE VARIABILITÀ DELLE SEZIONI TIPO

Nelle tabelle seguenti vengono riassunte per ciascuna sezione tipo le relative variabilità in termini di prerivestimenti, interventi di preconsolidamento/presostegno.

Sezione tipo	VARIABILITA' CENTINE			
	Tipo	Passo		
		Variabilità assoluta (m)		
		Min	Rif. tavole	Max
A0L	-	-	-	-
A0BIS	-	-	-	-
A1L	-	-	-	-
A1	2IPN 180	1.20	1.40	1.60
A2	2IPN 180	1.00	1.20	1.40
As	2IPN 160	1.20	1.50	1.80
B1L	2IPN 180	1.00	1.20	1.40
C2L	2IPN 180	0.80	1.00	1.20
C2v	HEB 220	0.80	1.00	1.20
A2 allargata	HEB 180	1.00	1.20	1.40
C2* allargata	HEB 220	0.80	1.00	1.20
C2V allargata	2 IPN 240	0.80	1.00	1.20
I1	HEB200	0,80	1,00	1,20
I2	HEB200	0,80	1,00	1,20
C0 tipo1	HEB180	0,80	1,00	1,20
C0 tipo2	HEB220	0,80	1,00	1,20
C1 tipo1	HEB200	0,80	1,00	1,20
C1 tipo2	HEB220	0,80	1,00	1,20
C2	HEB200	0,80	1,00	1,20
C3	HEB220	0,80	1,00	1,20
LTt	HEB180	1,20	1,40	1,60
LMs	2IPN180	0,80	1,00	1,20
Camerone di smontaggio	HEB220	0,80	1,00	1,20

Nei casi di variabilità minima e massima sul passo centina e, qualora il passo non sia multiplo del campo, l'ultima centina dovrà essere posizionata ad un passo tale da chiudere alla lunghezza del campo prevista in progetto.

Tabella 10.3 Variabilità sezioni tipo in termini delle centine

APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	68 di 73

Nella tabella seguente vengono riassunte per ciascuna sezione tipo le relative variabilità in termini di ancoraggi radiali, al contorno ed al fronte. Le informazioni relative al numero ed al passo (ancoraggi radiali) e sovrapposizione minima (ancoraggi al contorno ed al fronte) sono forniti in modo indicativo; eventuali adattamenti sulla lunghezza, passo e sovrapposizione potranno essere eseguiti in base al riscontro degli scavi nel rispetto dei range espressi in m/ml sotto riportati.

Sezione tipo	Ancoraggi radiali [m/ml]			Ancoraggi al contorno [m/ml]			Ancoraggi al fronte [m/ml]		
	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max
A0L	Nr. 4/5 Passo (long x trasv) 2.0x1.5 m	Nr. 5/6 Passo (long x trasv) 2.0x1.5 m	Nr. 6/7 Passo (long x trasv) 2.0x1.5 m	-	-	-	-	-	-
A0BIS	Nr. 7/8 Passo (long x trasv) 2.0x1.5 m	Nr. 9/10 Passo (long x trasv) 2.0x1.5 m	Nr. 11/12 Passo (long x trasv) 2.0x1.5 m	-	-	-	-	-	-
A1L	Nr. 11/12 Passo (long x trasv) 1.4x1.2 m	Nr. 14/15 Passo (long x trasv) 1.4x1.2 m	Nr. 17/18 Passo (long x trasv) 1.4x1.2 m	-	-	-	-	-	-
A1	Nr. 11/12 Passo (long x trasv) 1.4x1.2 m	Nr. 14/15 Passo (long x trasv) 1.4x1.2 m	Nr. 17/18 Passo (long x trasv) 1.4x1.2 m	-	-	-	-	-	-
A2	Nr. 11/12 Passo (long x trasv) 1.2x1.2 m	Nr. 14/15 Passo (long x trasv) 1.2x1.2 m	Nr. 17/18 Passo (long x trasv) 1.2x1.2 m	-	-	-	-	-	-
As	Nr. 9/10 + 4 cucitura Passo (long x trasv) 1.5x1.5 m	Nr. 10/11 + 5 cucitura Passo (long x trasv) 1.5x1.5 m	Nr. 12/13 + 6 cucitura Passo (long x trasv) 1.5x1.5 m	-	-	-	-	-	-
B1L	Nr. 11/12 Passo (long x trasv) 1.2x1.5 m	-	Nr. 17/18 Passo (long x trasv) 1.2x1.5 m	nr. 14 sovrapp. 4.8 m	nr. 18 sovrapp. 4.8 m	nr. 22 sovrapp. 4.8 m	nr. 19 sovrapp. 5.4 m	nr. 24 sovrapp. 5.4 m	nr. 29 sovrapp. 5.4 m
C2L	Nr. 11/12 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	-	Nr. 17/18 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	nr. 16 sovrapp. 3 m	nr. 20 sovrapp. 3 m	nr. 24 sovrapp. 3 m	nr. 29 sovrapp. 6 m	nr. 36 sovrapp. 6 m	nr. 43 sovrapp. 6 m
C2v	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A2 Allargata	Nr. 11/12	Nr. 14/15	Nr. 17/18	-	-	-	-	-	-

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 69 di 73

Sezione tipo	Ancoraggi radiali [m/ml]			Ancoraggi al contorno [m/ml]			Ancoraggi al fronte [m/ml]		
	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max
	L=6.0m Passo (long x trasv) 1.2x1.0 m	L=6.0m Passo (long x trasv) 1.2x1.0 m	L=6.0m Passo (long x trasv) 1.2x1.0 m						
C2* Allargata	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C2V allargata	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I1 1)	Nr. 10/11 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 13/14 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 16/17 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
I2 1)	Nr. 13/14 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 17/16 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 19/20 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
C0 tipo1	Nr. 10/10 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 12/13 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 14/16 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
C0 tipo2	Nr. 11/12 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	Nr. 14/15 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	Nr. 17/18 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	nr. 16 passo. 3 m	nr. 20 passo. 3 m	nr. 24 passo. 3 m	nr. 18 sovrapp. 6.00 m	nr. 23 sovrapp. 6.00 m	nr. 28 sovrapp. 6.00 m
C1 tipo1	Nr. 10/11 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 13/14 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 16/17 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
C1 tipo2	Nr. 12/13 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	Nr. 15/16 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	Nr. 18/19 Passo (long x trasv) 1.0x1.5 m	nr. 18 passo. 3 m	nr. 22 passo. 3 m	nr. 26 passo. 3 m	nr. 23 sovrapp. 6.00 m	nr. 29 sovrapp. 6.00 m	nr. 35 sovrapp. 6.00 m
C2	Nr. 13/14 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 16/17 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 19/20 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
C3	Nr. 15/16 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 19/20 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 23/24 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	-	-	-	-	-	-
LTt²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LMS²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camerone smontaggio	Nr. 15/16 Passo (long x trasv)	Nr. 19/20 Passo (long x trasv) 1.0x2.0m	Nr. 23/24 Passo (long x trasv)						

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 70 di 73

Sezione tipo	Ancoraggi radiali [m/ml]			Ancoraggi al contorno [m/ml]			Ancoraggi al fronte [m/ml]		
	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max
	1.0x2.0m		1.0x2.0m						

- 1) Nelle tratte esterne alla zone di faglia, con GSI >60 non sono previsti interventi al fronte ed al contorno.
- 2) In corrispondenza dei setti a spessore ridotto, previsti interventi di rinforzo e cucitura con quantitativi di ancoraggi radiali al metro lineare superiori rispetto alla sezione tipo standard rappresentata nelle tavole.

Tabella 10.4 Variabilità sezioni tipo in termini di ancoraggi radiali, al contorno e al fronte.

Sezione tipo	Ombrello di infilaggi [m/ml]			Barre in VTR al contorno [m/ml]			Barre in VTR al fronte [m/ml]		
	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max	Min	Rif. Tavole	Max
C2v	nr. 18 sovrapp. 3.5 m	nr. 23 sovrapp. 3.5 m	nr. 27 sovrapp. 3.5 m	nr. 44 sovrapp. 10.5 m	nr. 55 sovrapp. 10.5 m	nr. 66 sovrapp. 10.5 m	nr. 24 sovrapp. 11.5 m	nr. 30 sovrapp. 11.5 m	nr. 36 sovrapp. 11.5 m
C2V allargata	nr. 18 sovrapp. 3.5 m	nr. 23 sovrapp. 3.5 m	nr. 27 sovrapp. 3.5 m	nr. 41 sovrapp. 8.5 m	nr. 51 sovrapp. 8.5 m	nr. 61 sovrapp. 8.5 m	nr. 40 sovrapp. 11.5 m	nr. 50 sovrapp. 11.5 m	nr. 60 sovrapp. 11.5 m

Tabella 10.5 Variabilità sezioni tipo in termini di ombrello di infilaggi e barre in VTR.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	71 di 73

11. PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI E TECNOLOGIE ALTERNATIVE

La progettazione delle sezioni tipo è stata condotta conformemente ai dati disponibili al momento della stesura del presente elaborato; si basa pertanto sui risultati delle indagini eseguite in sede di PD e PE. Qualora in fase di scavo dovessero verificarsi condizioni geomeccaniche/geotecniche e/o idrogeologiche (stress tettonici, rapporto tra tensioni verticali ed orizzontali nel terreno, etc.) diverse da quanto ipotizzato in fase di progettazione, sarà necessario rivedere gli interventi alla luce delle nuove evidenze, prestando particolare attenzione alle caratteristiche dei rivestimenti definitivi. Qualsiasi variazione degli interventi, sarà conforme con i dettami contrattuali e normativi.

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

Nel seguito si illustrano le principali prescrizioni e tecnologie alternative da adottare durante la realizzazione dell'opera.

11.1 PROCEDURE DI FERMO FRONTE

In previsione di fermi prolungati delle attività di scavo il ciclo delle lavorazioni dovrà necessariamente terminare con i consolidamenti (qualora presenti) appena eseguiti (eventualmente incrementati se necessario), con il fronte sagomato a forma concava e protetto da uno strato di spritz-beton e la posa di centine e spritz-beton a ridosso del fronte stesso.

Ogniquale volta si preveda un fermo fronte superiore alle 48 ore (assenza di lavorazioni) andranno realizzate misure di estrusione topografica al fronte, mediante l'installazione di 9 basi di misura costituite da supporti di dimensioni adeguate, vincolati alla superficie del fronte, ai quali fissare target riflettenti. Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica degli spostamenti superficiali del fronte di scavo in senso longitudinale. Il numero minimo di letture da eseguire è il seguente:

- n. 1 lettura al termine degli interventi di consolidamento (se presenti);
- n. 1 lettura al giorno (minimo, da valutare in base al contesto deformativo e all'entità del fermo)
- n. 1 lettura immediatamente prima di riprendere gli scavi.

Al termine di ogni fase di scavo occorrerà sempre effettuare un'accurata attività di disaggio al fronte ed al contorno del cavo al fine di prevenire possibili distacchi di materiali; al fine di preservare lo scavo dal contatto con l'aria sul fronte ed sul contorno dovrà essere applicato uno strato di spritz-beton le cui modalità e spessore di applicazione sono definiti nel POS.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	IBOU	1BEZZ	RH	GN0100001	C	72 di 73

11.2 PRE-SPRITZ AL FRONTE E CONTORNO DURANTE LA FASE DI SCAVO – FUNZIONE E SUA APPLICAZIONE

Per tutte le sezioni tipo di scavo, al termine dello sfondo e prima di porre in opera gli interventi di prima fase dovrà essere eseguito un accurato disaggio di tutte le porzioni instabili e si dovrà procedere alla posa in opera dello spritz beton di protezione fibrorinforzato sulle superfici fresche di scavo, ove necessario (fronte e contorno del cavo). L'applicazione dello spritz beton fibrorinforzato di protezione ad ogni sfondo è deputato a svolgere la funzione di protezione del fronte e del contorno dall'umidità dell'aria e di trattenuta del materiale minuto (non ha funzione strutturale e quindi il suo spessore non è dimensionabile). L'entità e la valutazione sulla necessità di applicare lo strato di pre-spritz (non strutturale) è da porsi a carico dell'impresa esecutrice dei lavori. Il pre-spritz, potrà essere inglobato e far parte integrante del privervestimento progettuale.

11.3 CARATTERISTICHE MINIME DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN RELAZIONE ALLE FASI OPERATIVE

In accordo con il Capitolato delle Opere Civili RFI DTC SI SP IFS 001 A si prevede una resistenza minima fck di 10 MPa per il transito sul calcestruzzo d'arco rovescio e una resistenza minima fck di 10-12 MPa per il disarmo del getto di calotta.

Per quanto riguarda il calcestruzzo di calotta, fermo restando la resistenza caratteristica richiesta da progetto, si prescrive che il disarmo del getto non avvenga prima che il calcestruzzo stesso abbia raggiunto una resistenza di almeno 10-12 MPa ([63], Capitolato delle Opere Civili RFI DTC SI SP IFS 001 A).

11.4 TECNICHE DI CONSOLIDAMENTO DEI FRONTI DI SCAVO

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

11.5 TECNOLOGIE ALTERNATIVE DI PERFORAZIONE

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

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
GALLERIE Linee guida per l' applicazione delle sezioni tipo in Scavo Tradizionale	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0100001	REV. C	FOGLIO. 73 di 73

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

La lunghezza dei consolidamenti al fronte e al contorno potrà essere diversa da quanto riportato nei relativi elaborati: andrà di conseguenza valutata la necessità di adeguare le geometrie di esecuzione previste in progetto.

11.6 TECNOLOGIE ALTERNATIVE PER BULLONATURE RADIALI

Nell'ambito delle tecnologie da applicare per la realizzazione della galleria naturale è previsto per l'esecuzione del pririvestimento l'utilizzo di bullonatura radiale tramite chiodi ad ancoraggio continuo cementati alle pareti del preforo.

In alternativa alle bullonature tramite chiodi cementati, in funzione delle esigenze in corso d'opera, potranno utilizzarsi bullonature tipo Swellex ad ancoraggio continuo per attrito, avendo cura di fornire tutti gli elementi tecnici a supporto del rispetto dell'equiprestazionalità in termini di resistenza allo sfilamento e rottura dell'elemento.