

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO
Dott. Ing. PAOLO PAOLUZZO
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"

08 – GALLERIE

C – GALLERIE NATURALI DI LINEA E DI INTERCONNESSIONE

Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea

APPALTATORE	COMMITTENTE	SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO Ing. Pietro Gianvecchio		-

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

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M. Falanesca	15/12/2022	D. Merlini	15/12/2022	D. Buttafoco (Dolomiti)	15/12/2022	
B	Emissione per indicazioni committenza	M. Falanesca/ F. Vaccaro	25/02/2023	D. Merlini	26/02/2023	D. Buttafoco (Dolomiti)	27/02/2023	

File: IB0U1BEZZRHGN0000011B.docx

n. Elab.: X

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	2 di 80

SOMMARIO

1. PREMESSA	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1 DOCUMENTI PROGETTI DEFINITIVO	5
2.2 DOCUMENTI PROGETTI ESECUTIVO.....	5
2.3 DOCUMENTI GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO.....	7
2.4 LEGGI E NORMATIVE COGENTI.....	7
2.5 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI.....	8
2.6 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF).....	8
3. INQUADRAMENTO GALLERIA SCALERES	9
4. INQUADRAMENTO GALLERIA GARDENA	12
5. RISCONTRO DEGLI SCAVI DELLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO	13
5.1 LOTTO SOTTO-ATTRAVERSAMENTO ISARCO	13
5.2 LOTTO MULES 2-3	17
5.2.1 Inquadramento tratta scavata in tradizionale.....	17
5.2.2 Sezioni tipo previste a progetto.....	18
5.2.3 Riscontro degli scavi.....	24
5.3 ANALISI DEI DATI DI MONITORAGGIO	26
6. SEZIONI TIPO PD	33
6.1 GALLERIA SCALERES	33
6.1.1 Sezione tipo A0.....	33
6.1.2 Sezione tipo A1	35
6.1.3 Sezione tipo A1bis.....	37
6.1.4 Sezione tipo A2	39
6.1.5 Sezione tipo As	41
6.1.6 Sezione tipo B1	44
6.1.7 Sezione tipo C2v	46
6.2 GALLERIA GARDENA.....	48
6.2.1 Sezione tipo A0.....	48
6.2.2 Sezione tipo A1.....	48

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 3 di 80

6.2.3 Sezione tipo B1	48
7. OTTIMIZZAZIONI DELLE SEZIONI TIPO	49
7.1 IPOTESI DI CALCOLO E PROCEDURA DI VERIFICA	49
7.2 DESCRIZIONE DELLE OTTIMIZZAZIONI	51
7.2.1 Sezione A0L	52
7.2.2 Sezione A0bis.....	53
7.2.3 Sezione A1L	54
7.2.4 Sezione A1	55
7.2.5 Sezione tipo AS	56
7.2.6 Sezione tipo A2	57
7.2.7 Sezione B1L.....	58
7.2.8 Sezione B1	59
7.2.9 Sezione tipo C2L.....	60
7.2.10Sezione tipo C2v	61
7.2.11Sintesi delle ottimizzazioni rispetto alle sezioni tipo del PD	62
8. CAMPO DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO IN BASE AGLI SCENARI DI PERICOLO PREVISTI	63
8.1 GALLERIA SCALERES	63
8.2 GALLERIA GARDENA.....	69
9. CONFRONTO FRA SEZIONI PROPOSTE E GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO.....	71
10. ULTERIORI POSSIBILI OTTIMIZZAZIONI	79
11. CONCLUSIONI	80

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 4 di 80

1. PREMESSA

Nell'ambito della Progettazione Esecutiva della linea ferroviaria Fortezza – Ponte Gardena Lotto 1, la presente relazione si pone l'obiettivo di illustrare le soluzioni previste nella Progettazione Esecutiva della tratta di linea realizzata in tradizionale della Galleria Scaleres e Galleria Gardena.

Sulla base delle recenti esperienze nella limitrofa Galleria di base del Brennero, in particolare i lotti costruttivi H71 Sotto-attraversamento Isarco e H61 Mules 2-3, in cui sono stati scavati ammassi rocciosi simili a quelli in esame, vengono illustrate le ottimizzazioni che si intendono eseguire nella Progettazione Esecutiva, in confronto con quanto previsto nel progetto definitivo.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 5 di 80

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 DOCUMENTI PROGETTI DEFINITIVO

- [D1] IBL11BD07RBGN0200001C - Galleria Gardena - Relazione geotecnica e di calcolo
- [D2] IBL11BD07RBGN0100001B - Galleria Scaleres - Relazione geotecnica e di calcolo - Scavo Tradizionale
- [D3] IBL11BD07RBGN0100003A - Galleria Scaleres - Relazione geotecnica e di calcolo – Sezione a setto ridotto
- [D4] IBL11BD07WBGN0000006B - Sezione tipo A0 - Scavo, consolidamento e carpenteria
- [D5] IBL11BD07WBGN0000007B - Sezione tipo A1 - Scavo, consolidamento e carpenteria
- [D6] IBL11BD07WBGN0000008B - Sezione tipo A1bis - Scavo, consolidamento e carpenteria
- [D7] IBL11BD07WBGN0000011B - Sezione tipo A2 - Scavo, consolidamento e carpenteria
- [D8] IBL11BD07WBGN0000012B - Sezione tipo B1 - Scavo, consolidamento e carpenteria
- [D9] BL11BD07WBGN0000013B - Sezione tipo C2v - Scavo, consolidamento e carpenteria
- [D10] IBL11BD07WBGN0000014B - Sezione tipo C2p - Scavo, consolidamento e carpenteria
- [D11] IBL11BD07WBGN0000015A - Sezione tipo C2d - Scavo, consolidamento e carpenteria
- [D12] IBL11BD07WBGN0000016B - Sezione tipo As - tratto con setto a spessore ridotto - Scavo, consolidamento e carpenteria

2.2 DOCUMENTI PROGETTI ESECUTIVO

- [D13] IB0U1BEZZRGGN0000001- Relazione tecnica generale delle opere in sotterraneo
- [D14] IB0U1BEZZF6GN0100001 - Profilo geotecnico Scaleres - tav. 1
- [D15] IB0U1BEZZF6GN0100002 - Profilo geotecnico Scaleres - tav. 2
- [D16] IB0U1BEZZF6GN0100003 - Profilo geotecnico Scaleres - tav. 3
- [D17] IB0U1BEZZF6GN0100004 - Profilo geotecnico Scaleres - tav. 4
- [D18] IB0U1BEZZF6GN0100005 - Profilo geotecnico Scaleres - tav. 5
- [D19] IB0U1BEZZF6GN0100006 - Profilo geotecnico Scaleres - tav. 6
- [D20] IB0U1BEZZF6GN0100007 - Profilo geotecnico Scaleres - tav. 7
- [D21] IB0U1BEZZF6GN0100008 - Profilo geotecnico Scaleres - tav. 8
- [D22] IB0U1BEZZF6GN0200001 - Profilo geotecnico Gardena - tav. 1
- [D23] IB0U1BEZZF6GN0200002 - Profilo geotecnico Gardena - tav. 2
- [D24] IB0U1BEZZF6GN0300003 - Profilo geotecnico Gardena - tav. 3
- [D25] IB0U1AEZZSPGN000000 - Caratteristiche dei materiali - Note generali - Opere parte A
- [D26] IB0U1BEZZSPGN0000001 - Caratteristiche dei materiali - Note generali - Opere parte B
- [D27] IB0U1BEZZWBGN0000075 - Sezione tipo AOL – Scavo e consolidamenti
- [D28] IB0U1BEZZWBGN0000076 - Sezione tipo AOL – Carpenteria e particolari costruttivi

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 6 di 80

- [D29] IB0U1BEZZWBG0000010 - Sezione tipo A0 – Scavo e consolidamenti
- [D30] IB0U1BEZZWBG0000011 - Sezione tipo A0 – Carpenteria e particolari costruttivi
- [D31] IB0U1BEZZWBG0000077 - Sezione tipo A1L – Scavo e consolidamenti
- [D32] IB0U1BEZZWBG0000078 - Sezione tipo A1L – Carpenteria e particolari costruttivi
- [D33] IB0U1BEZZWBG0000012 - Sezione tipo A1 – Scavo e consolidamenti
- [D34] IB0U1BEZZWBG0000013 - Sezione tipo A1 – Carpenteria e particolari costruttivi
- [D35] IB0U1BEZZWBG0000016 - Sezione tipo A2 – Scavo e consolidamenti
- [D36] IB0U1BEZZWBG0000017 - Sezione tipo A2 – Carpenteria e particolari costruttivi
- [D37] IB0U1BEZZWBG0000026 - Sezione tipo As – Tratto con setto a spessore ridotto – Scavo e consolidamenti
- [D38] IB0U1BEZZWBG0000027 Sezione tipo As – Tratto con setto a spessore ridotto -- Carpenteria e particolari costruttivi
- [D39] IB0U1BEZZWBG0000079 Sezione tipo B1L – Scavo e consolidamenti
- [D40] IB0U1BEZZWBG000008B Sezione tipo B1L – Carpenteria e particolari costruttivi
- [D41] IB0U1BEZZWBG0000093 Sezione tipo B1 – Scavo e consolidamenti;
- [D42] IB0U1BEZZWBG0000094 Sezione tipo B1 – Carpenteria e particolari costruttivi
- [D43] IB0U1BEZZWBG0000095 Sezione tipo C2L – Scavo e consolidamenti
- [D44] IB0U1BEZZWBG0000096 Sezione tipo C2L – Carpenteria e particolari costruttivi
- [D45] IB0U1BEZZWBG0000020 Sezione tipo C2v – Scavo e consolidamenti
- [D46] IB0U1BEZZWBG0000021 Sezione tipo C2v – Carpenteria e particolari costruttivi
- [D47] IB0U1BEZZGEGN0000001 - Relazione geotecnica Galleria Scaleres
- [D48] IB0U1BEZZRHGN0100001 - Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo in scavo tradizionale Galleria Scaleres
- [D49] IB0U1BEZZRHGN0100003 - Relazione monitoraggio – scavo tradizionale Galleria Scaleres
- [D50] IB0U1BEZZGEGN0000002 - Relazione geotecnica Galleria Gardena e Interconnessioni
- [D51] IB0U1BEZZRHGN0200001 - Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo in scavo tradizionale Galleria Gardena
- [D52] IB0U1BEZZRHGN0200003 - Relazione monitoraggio – scavo tradizionale Gardena
- [D53] IB0U1BEZZRHGN0200003 - Relazione monitoraggio – scavo tradizionale
- [D54] IB0U1AEZZMDGN0000004 - Relazione di calcolo Galleria Scaleres
- [D55] IB0U1AEZZMDGN0000005 - Relazione di calcolo Galleria Gardena

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 7 di 80

2.3 DOCUMENTI GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

- [D56] Lotto Mules 2-3 - 02_H61_GD_090_KTB_D0700_21043_21 - Linee guida per l'applicazione delle sezioni di scavo
- [D57] Lotto Mules 2-3 - 02_H61_TU_070_KRQ_D0700_22211_21 - Sezione di scavo GL-T2
- [D58] Lotto Mules 2-3 - 02_H61_TU_070_KRQ_D0700_22212_21 Sezione di scavo GL-T3
- [D59] Lotto Mules 2-3 - 02_H61_TU_070_KRQ_D0700_22213_21 Sezione di scavo GL-T4
- [D60] Lotto Mules 2-3 - 02_H61_TU_070_KRQ_D0700_22214_21 Sezione di scavo GL-T5
- [D61] Lotto Mules 2-3 - 02_H61_TU_070_KRQ_D0700_22215_21 Sezione di scavo GL-T6
- [D62] Lotto Mules 2-3 - 02_H61_TU_070_KRQ_D0700_22216_21 Sezione di scavo GL-TRb
- [D63] Lotto Mules 2-3 - 02_H61_TI_070_KSC_D0700_22220_21 Carpenteria GL-T2-T3-TRb
- [D64] Lotto Mules 2-3 - 02_H61_TI_070_KSC_D0700_22221_21 Carpenteria GL-T4-T5
- [D65] Lotto Mules 2-3 – rilievi al fronte
- [D66] Lotto Sottoattraversamento Isarco - 02-H71-AF-002-06-05-002.00-B0115-01341-RT2-03 - Relazione di calcolo Gallerie Nord in Roccia
- [D67] Lotto Sottoattraversamento Isarco - 02-H71-KP-004-06-05-300.00-B0115-20111-3B2-00 Misure di sostegno A1 doppio binario
- [D68] Lotto Sottoattraversamento Isarco 02-H71-KP-004-06-05-302.00-B0115-20113-3B2-00 – Misure di sostegno A2 doppio binario
- [D69] Lotto Sottoattraversamento Isarco – rilievi al fronte
- [D70] Lotto Sottoattraversamento Isarco – Carpenteria S2-DR-4.6-A0 - 02-H71-KP-004-06-05-213.00-B0115-20062-6B2-00
- [D71] Lotto Sottoattraversamento Isarco – Carpenteria S2-DR-4.6-C1trans - 02-H71-KP-005-06-05-205.00-B0115-81050-6B2-01
- [D72] Lotto Sottoattraversamento Isarco – Carpenteria S2-DR-5.4-A0 - 02-H71-KP-004-06-05-221.00-B0115-20070-6B2-00
- [D73] Lotto Sottoattraversamento Isarco – risultati rilievi mediante martinetti piatti

2.4 LEGGI E NORMATIVE COGENTI

- [D74] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008, “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- [D75] 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”.
- [D76] 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;
- [D77] 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;

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 8 di 80

[D78] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell'Unione Europea – 1299/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.

2.5 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI

[D79] SIG, "Linee guida per la progettazione, l'appalto e la costruzione di opere in sotterraneo", 1997;
[D80] ITA, "Guidelines for the design of tunnels", 1988.

2.6 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)

[D81] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 A "Manuale di Progettazione delle opere civili" datato Dic 2016;
[D82] ITALFERR, Specifica Tecnica PPA,0002403 "Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali" datato Dicembre 2015.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 9 di 80

3. INQUADRAMENTO GALLERIA SCALERES

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 3555,735 m (di cui 61,2 m in artificiale) e con metodo di scavo meccanizzato per 11630,90 m, ha una lunghezza complessiva di circa 15186,635 m, ed è provvista di cunicoli trasversali di collegamento tra le due canne, con passo non superiore a 500 m. Le misure sono indicativa 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.

Le sezioni d'intradosso per i tratti realizzati con metodologia di scavo tradizionale, presentano il raggio della calotta pari a 3,5 metri e piano dei centri posto a 2,44 metri sul p.f. Le sezioni d'intradosso per i tratti realizzati con scavo meccanizzato presentano il raggio di intradosso pari a 4,20 metri per la Gallerie di linea con piano dei centri posto a 2,7 metri sul p.f. Nei tratti in tradizionale la galleria sarà impermeabilizzata con un telo in PVC, su supporto di tessuto non tessuto. Questo sistema permette di convogliare l'eventuale acqua intercettata durante lo scavo all'interno di due tubi laterali di drenaggio che sversano nei pozzetti del collettore centrale di raccolta posto a quota inferiore e pertanto evita qualsiasi interazione con le acque di piattaforma. Lo stesso sistema può essere applicato anche nel tratto in meccanizzato qualora si riscontrino carichi idraulici eccessivi non compatibili con il rivestimento prefabbricato.

I pozzetti sono ubicati ogni 50 m e sono ispezionabili per consentire la manutenzione degli stessi.

Lo smaltimento dell'acqua di infiltrazione avviene per gravità. Solo nel caso della galleria di interconnessione pari di Ponte Gardena, per la presenza di una corda molle, è prevista un pozzo di raccolta alla pk 2+530 e, con un sistema di sollevamento e smaltimento sia delle acque di infiltrazione che di piattaforma.

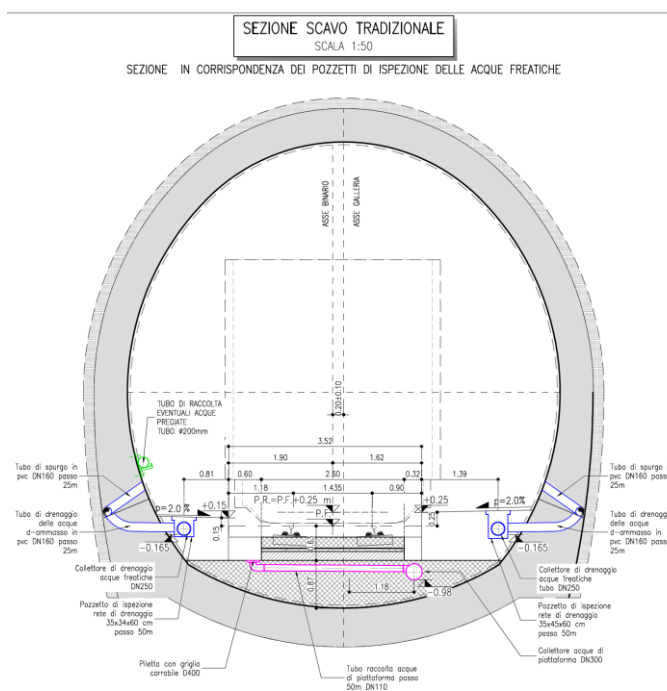


Figura 3-1 Sezione tipo di intradosso galleria a semplice binario. Scavo tradizionale.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 10 di 80

Per la tratta in esame tra le progressive B.D. 0+534.8 – 3+800.2 e progressive B.P. 0+545.3 – 3+436.5, la copertura massima risulta pari a circa 630 m.

Procedendo da Nord verso Sud, la Galleria Scaleres per la tratta in esame attraversa il complesso intrusivo del Granito di Bressanone (ybi). La formazione si presenta come roccia massiccia costituita da granito biotitico, 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 comubianiti, che ha subito un processo tenso-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 rinvencono granati di dimensione variabile, intercalati alla foliazione. La scistosità delle filladi risulta a medio angolo (circa 50°), orientata verso Sud - Sud Ovest.

La suddivisione delle unità geomeccaniche nella tratta in esame è così ripartita:

- Graniti/Granodioriti (79%),
- Filladi Cornubianitiche (7.5%),
- Filladi ricche in quarzo (2.5%),
- Filladi a granato (10%),
- Dioriti di Chiusa (1%) per imbocco Sud

La classificazione del comportamento degli ammassi sulla base del metodo ADECO-RS ha consentito verificare le seguenti condizioni:

- Classe A, nucleo-fronte stabile: tutti gli ammassi in esame comprese le faglie all'interno dei graniti di Bressanone ad eccezione delle faglie 9 – 12 come indicato nel seguito.
- Classe B, nucleo-fronte stabile a breve termine: Faglia 9 e 10 all'interno MPC – lunghezza tratta su singola canna ca. 40 m
- Classe C, nucleo-fronte instabile Faglia 11 e 12 all'interno BSS estensione ca. 50 m con probabilità certa e ca 56m con previsione incerta su singola canna. In questo settore è previsto anche rischio squeezing alto secondo la classificazione di Hoek-Marinos.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 11 di 80

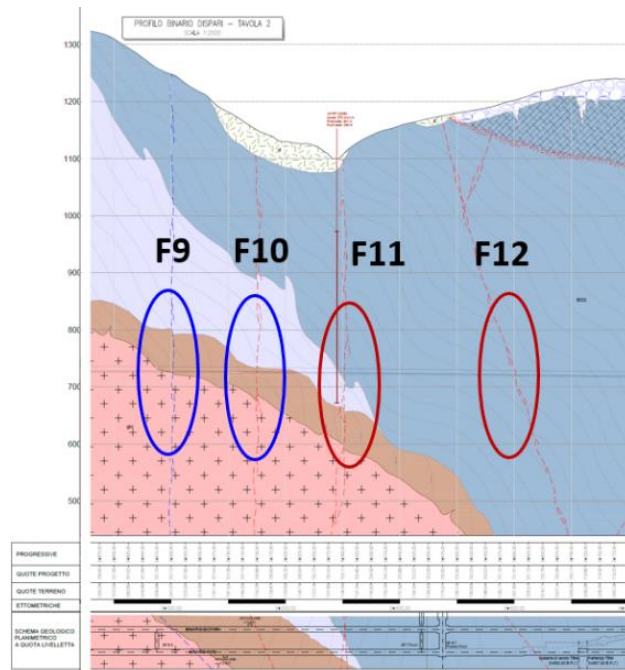


Figura 3-2 Estratto del profilo geomeccanico con indicazione delle zone di faglia dove è atteso un comportamento B/C secondo il metodo ADECO-RS.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 12 di 80

4. INQUADRAMENTO GALLERIA GARDENA

La Galleria Gardena si sviluppa con configurazione a doppia canna, singolo binario, con interasse tra le canne pari a 40 m. Con riferimento al binario dispari, la galleria ha una lunghezza complessiva di circa 5783,040 m, di cui 5770,05 m in naturale e 12,5 m in artificiale all'imbocco Nord in corrispondenza del ponte sull'Isarco, ed è provvista di cunicoli trasversali di collegamento tra le due canne, con passo non superiore a 500 m. Per la realizzazione della Galleria Gardena è previsto il metodo di scavo meccanizzato ed in tradizionale.

Per le considerazioni sulla sezione tipo e sistemazione idraulica si rimanda al precedente capitolo.

Procedendo da Nord verso Sud, la tratta in esame è interessata dalla presenza di un importante corpo di Porfiroidi (p), roccia resistente e ricca in quarzo, costituita da metavulcaniti e metavulcanoclastiti acide, che presentano una struttura massiccia o leggermente foliata. Talvolta il loro aspetto è di tipo granitoide. Dal punto di vista tettonico nel settore in esame i Porfiroidi sono attraversati da una faglia a basso angolo intercettata circa alla pk 16+115 per un'estensione stimata di circa 20m.

La classificazione del comportamento degli ammassi sulla base del metodo ADECO-RS ha consentito verificare come per tutta la tratta il cavo risulta stabile (Classe A) mentre il fronte risulta stabile o stabile a breve termine (Classe A/B).

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 13 di 80

5. RISCONTRO DEGLI SCAVI DELLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

5.1 LOTTO SOTTO-ATTRAVERSAMENTO ISARCO

Nel presente capitolo vengono analizzate le risultanze degli scavi della galleria di linea a doppio binario a nord dell'Isarco in roccia avvenuta all'interno del complesso dei Graniti di Bressanone tettonizzati appartenenti al sistema di faglia del Rio Bianco. La tratta in esame si sviluppa tra le progressive 54+015 e 54+185 con coperture da circa 50 m ad 80m.

Il riscontro degli scavi ha permesso di individuare degli indici RMR variabili da 50 a 68 con presenza da una medio-alta fratturazione e da una medio-alta alterazione in clorite

La seguente figura riporta il riscontro del fronte all'pk 54+130,50 del binario dispari, con un RMR pari a 56 e una copertura pari a 65 m. Il fronte mostrato nella seguente figura presenta differenti gradi di alterazione e tettonizzazione dell'ammasso roccioso con passaggi da zone a maggiore alterazione cloritica pervasiva nella matrice (paramento destro del fronte) a zone con scarsa alterazione (parte sinistra).

Dal punto di vista dei potenziali rischi, lo scenario maggiormente atteso e verificatosi consiste nel distacco di cunei per intersezione di giunti e tettonizzazione dell'ammasso.

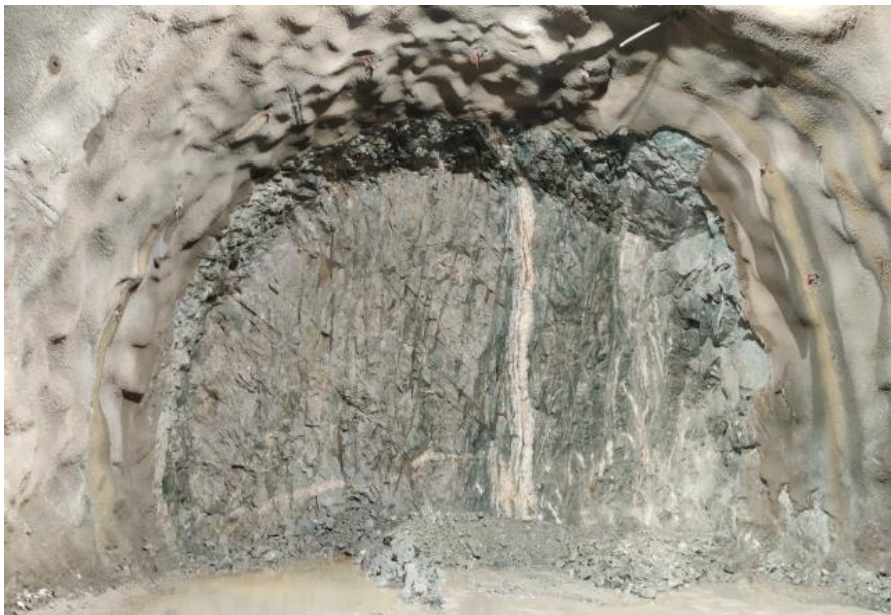


Figura 5-1 Faglia del Rio Bianco all'interno dei Graniti di Bressanone.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B	14 di 80

Le sezioni tipo previste sono le seguenti:

- Sezione A1: prevista con un GSI 65-75, area di scavo 104.5 m², sfondo massimo 3-4.5 m, spritz al contorno 10 cm con rete, 7/8 ancoraggi Swellex L=4.0 m maglia 2.5m x 1.5m. Il rivestimento definitivo è costituito da una platea piana di 41 cm armata e da una calotta di 36 cm non armata.
- Sezione A2: prevista con un GSI tra 55 - 65, area di scavo 107.2 m², sfondo massimo 2.2-4.4 m, spritz al contorno 15 cm con rete, 9/10 ancoraggi Swellex L=4.0 m maglia 2.2m x 2.2m. Il rivestimento definitivo è costituito da una platea piana di 46 cm armata e da una calotta di 41 cm armata.
- Sezione B0: prevista con un GSI tra 35 - 40, area di scavo 132.1 m², sfondo massimo 1.5-4.4 m, spritz al contorno 25 cm con rete, centine 2 IPN160 passo 1.50 ±20%. Il rivestimento definitivo è costituito da una platea piana di 46 cm armata e da una calotta di 41 cm armata.

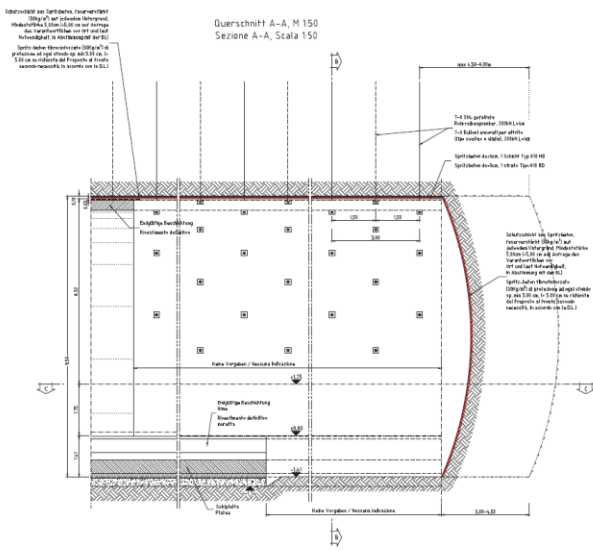


Figura 5-2 Scavo e sostegni - sezione tipo A1.

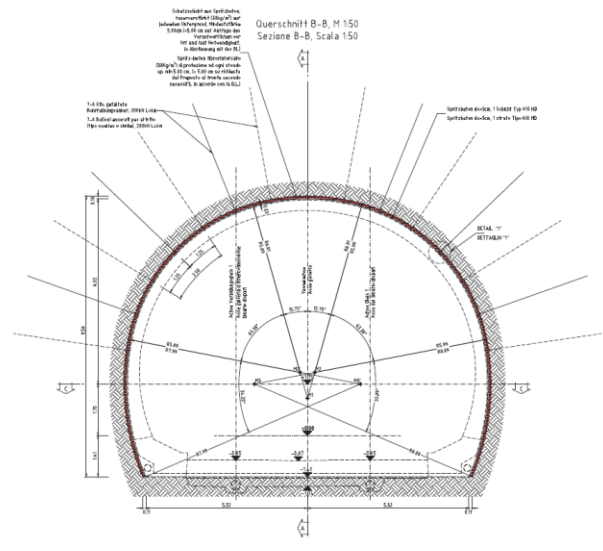


Figura 5-3 Scavo e sostegni - sezione tipo A2.

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							<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1AEZZ</td> <td>RHGN</td> <td>0000011</td> <td>B</td> <td>16 di 80</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	16 di 80													
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea																		

Ad eccezione della prima tratta interessata dagli scavi in corrispondenza tra le progressive ca. 54+201 e 54+180 della canna sud in cui è stata impiegata la sezione centinata tipo B0, visto il buon comportamento degli ammassi agli scavi si è passati per il restante dei settori sia per la canna nord che sud all'impiego della sezione tipo A2 bullonata con conseguenti risparmi in tempo di tempi e costi, garantendo la sicurezza strutturale necessaria.

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		
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	17 di 80

5.2 LOTTO MULES 2-3

5.2.1 Inquadramento tratta scavata in tradizionale

Nel presente capitolo sono riportate le informazioni inerenti gli scavi delle gallerie di linea scavate in tradizionale per il lotto Mules 2-3. In particolare sono stati analizzati circa 9.7 km delle due canne tra la finestra di Mules ed il confine con il lotto Sotto-attraversamento Isarco e la tratta verso nord avvenuta in prevalenza all'interno del complesso tettonico della linea periadriatica. Le coperture variano da ca. 100 a 1125 m. Da sud verso nord le formazioni rocciose attraversate consistono in graniti, tonaliti, cristallino, scisti, gneiss come mostrato nella seguente figura. Le zona maggiormente complessa è costituita dalla linea periadriatica di estensione ca. 750 m con coperture da 400 a 700 m.

A completamento delle informazioni disponibili dalle gallerie di linea sono state considerate nelle analisi riportate al cap. 5.2.3, anche le informazioni derivanti dalla Galleria di Accesso di Trens di lunghezza circa 3.8 km e sezione di scavo da ca. 80 a 100 m² in cui sono previsti sezioni tipo con interventi analoghi a quelli delle gallerie di linea.

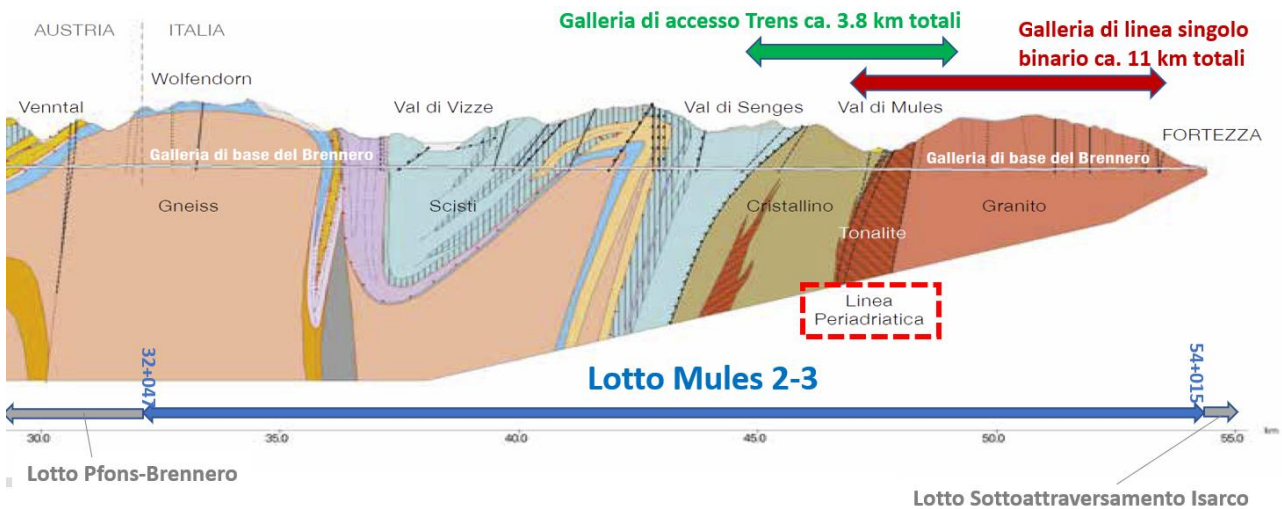
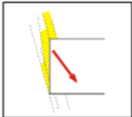
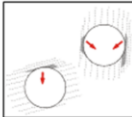
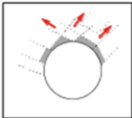
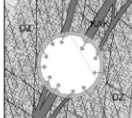
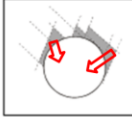
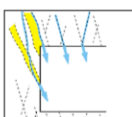



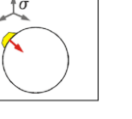

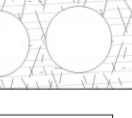
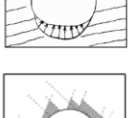
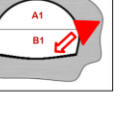




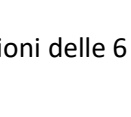


Figura 5-6 Profilo geomeccanico di sintesi del lotto Mules 2-3.

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 18 di 80

5.2.2 Sezioni tipo previste a progetto

Le sezioni di scavo sono state progettate per garantire la sicurezza contro gli scenari di rischio potenziali individuati per ogni macrosettore geomeccanico e di seguito illustrati.

- | | |
|--|---|
| ① INSTABILITÀ DEL FRONTE
 | ⑤ SPLACAGGIO E SGRETOLAMENTO
 |
| ② INSTABILITÀ DEL CAVO
 | ⑥ FAGLIE E SOVRASCORRIMENTI
 |
| ③ STATO DEFORMATIVO DISSIMETRICO
 | ⑦ INFILTRAZIONI E PRESSIONE INTERSTIZIALE
 |
| ④ FORMAZIONE DI CAMINI
 | ⑧ PRESENZA DI GAS
 |
| ⑨ DISSOLUZIONE O TRASPORTO
 | ⑬ COLPO DI MONTAGNA
 |
| ⑩ SCAVO IN LITOTIPI MISTI
 | ⑭ INTERFERENZE FRA CAVITÀ LIMITROFE
 |
| ⑪ RIGONFIAMENTO
 | ⑮ PERDITA DI EQUILIBRIO E LABILITÀ DURANTE IL RIBASSO DI SCAVI IN PIÙ FASI
 |
| ⑫ DISTACCO O SCIVOLAMENTO DI BLOCCHI ROCCIOSI
 | ⑯ PRESENZA DI MINERALI RADIOATTIVI
 |
| ⑰ PRESA DI ELEMENTI MECCANICI (CLOGGING)
 | ⑲ IMPATTI SULLE RISORSE IDRICHE
 |
| ⑱ ALTE TEMPERATURE
 | |

Nel seguito si riportano le informazioni delle 6 sezioni tipo previste.

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	
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO		
			IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B	19 di 80

GL – T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II (RMR>60).
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 4.50m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+10cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- N° 4/5 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm16, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 140\text{kN}$, lunghezza 3.00m, passo $p = 1.80\text{m}$ trasv x 1.50m long.
- Distanza non vincolata per arco rovescio / rivestimento definitivo in volta
- Scenario di rischio prevalente: caduta blocchi

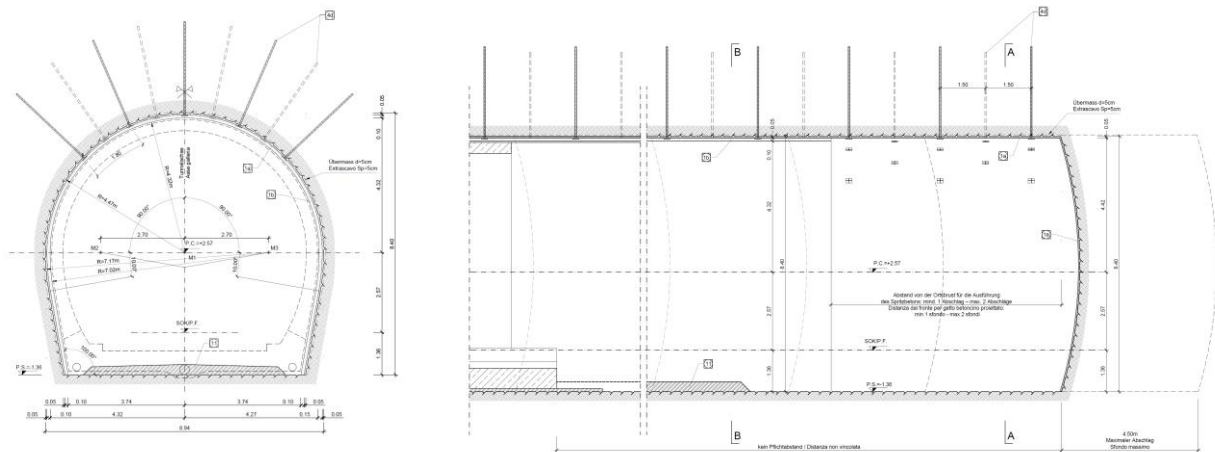


Figura 5-7 Scavo e sostegni - sezione tipo GL-T2.

GL – T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III ($41 \leq \text{RMR} \leq 60$).
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 3.00m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+10cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- N° 5/6 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200\text{kN}$, lunghezza 4.50m, passo $p = 1.80\text{m}$ trasv x 1.50m long.
- Distanza non vincolata per arco rovescio / rivestimento definitivo in volta
- Scenario di rischio prevalente: caduta blocchi, basse problematicità deformative (< 5 cm)

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	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
		IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea						FOGLIO.
						20 di 80

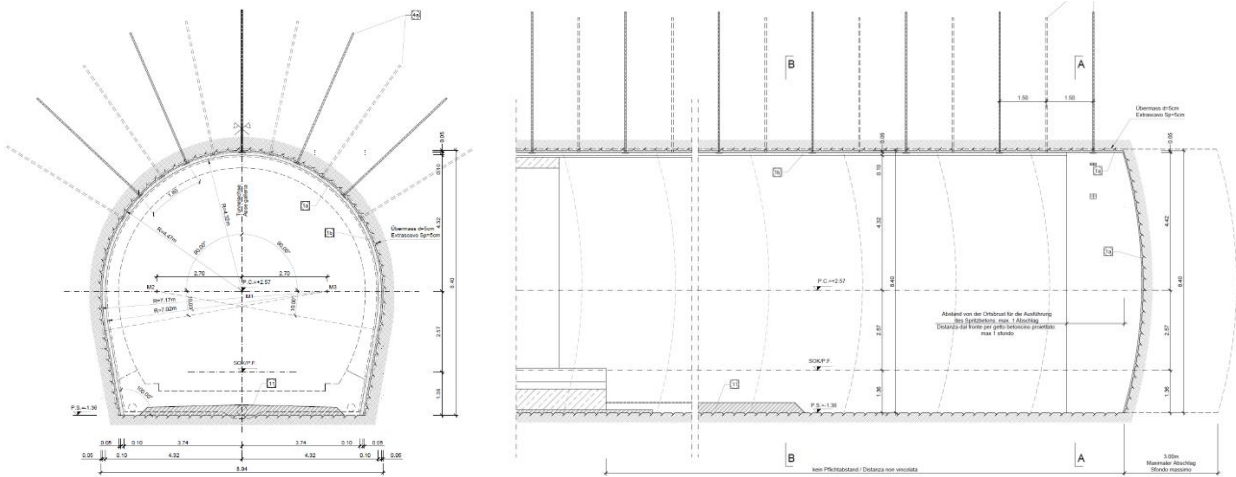


Figura 5-8 Scavo e sostegni - sezione tipo GL-T3.

GL – TRb

- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+10cm) e sul fronte di scavo (5cm)
- N° 10/11 ancoraggi tipo ancoraggi tipo Dywidag SNØ28, in acciaio ST670/800, con testa a espansione; resistenza allo snervamento $N_y > 413\text{kN}$, resistenza testa $N_y > 200\text{kN}$, lunghezza 5.50m, passo $p = 1.80\text{m}$ trasv x 1.50m long (38.5 ml /m')
- Distanza non vincolata per arco rovescio / rivestimento definitivo in volta
- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II (RMR>60) e copertura >1000m
- Scenario di rischio prevalente: rock burst, caduta blocchi

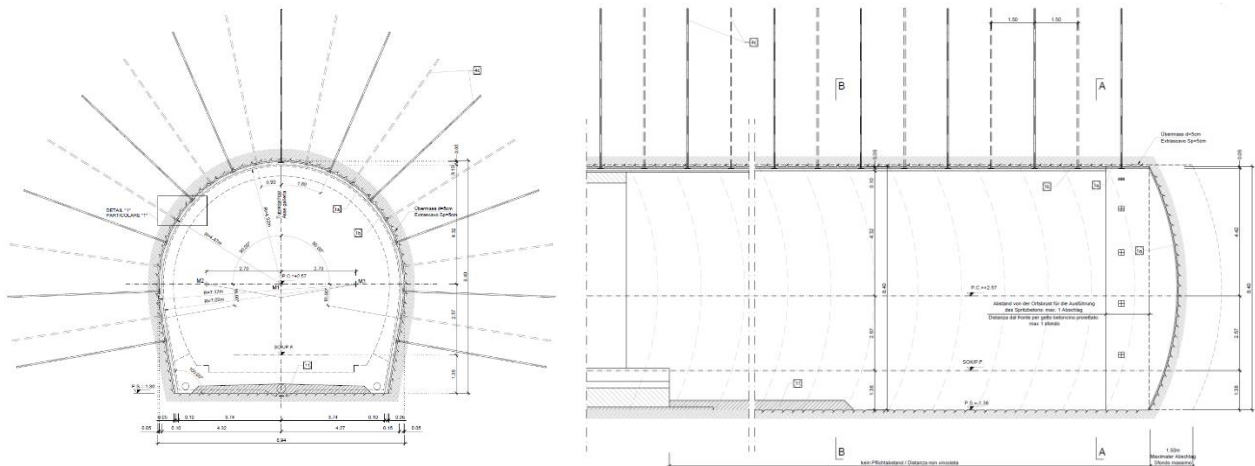


Figura 5-9 Scavo e sostegni - sezione tipo GL-TRb.

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	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
		IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea						FOGLIO.
						21 di 80

GL – T4

- Ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento mediamente spingente, convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,28$.
- Scavo con mezzi meccanici e/o esplosivo, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.50m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+25cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- Centine tipo 2IPN180 in acciaio S355JR, interasse da 0.75 a 1.50m.
- N° 14 barre autoperforanti tipo R51N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento $N_y \geq 630\text{MPa}$, lunghezza 12.00m, passo $p = 0.75\text{m}$ trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10\text{MPa}$.
- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 32 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento $N_y \geq 400\text{MPa}$, lunghezza 15.00m, sovrapposizione 6.00m; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10\text{MPa}$.
- Stabilizzazione del fronte di scavo localizzata (eventuale) con ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento $N_y > 200\text{kN}$, lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m
- Distanza non vincolata per arco rovescio / rivestimento definitivo in volta.
- Scenario di rischio prevalente: squeezing, instabilità del cavo, stato deformativo dissimetrico.

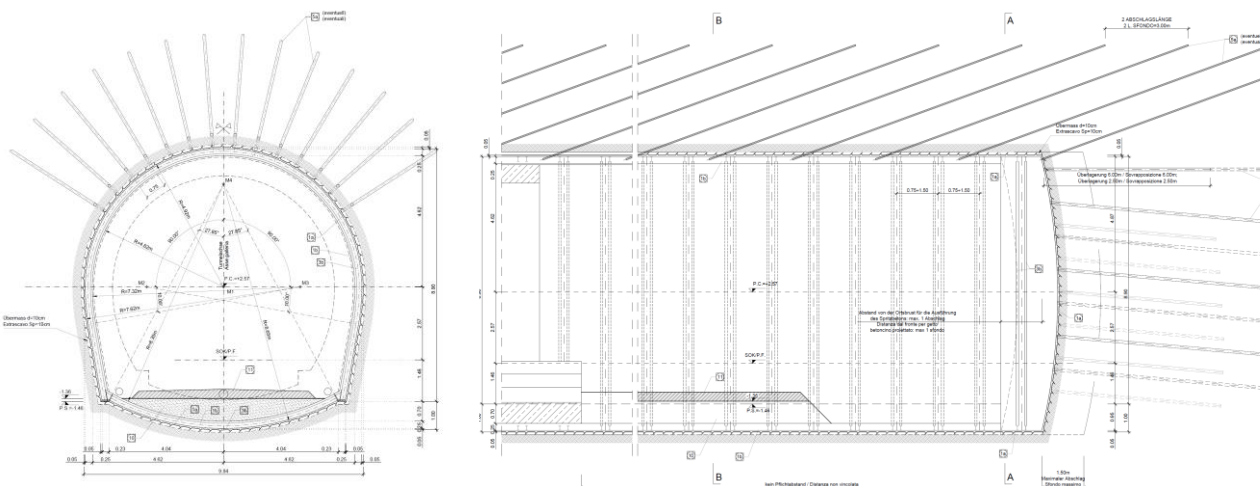


Figura 5-10 Scavo e sostegni - sezione tipo GL-T4.

GL – T5

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV con comportamento spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,15$)
- Scavo con mezzi meccanici, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.50m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+25cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- Centine tipo 2IPN180 in acciaio S355JR, interasse da 0.75 a 1.50m.

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	22 di 80

- Da n° 18 a n° 22 barre autoperforanti tipo R51N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento $N_y \geq 630 \text{MPa}$, lunghezza 12.00m, passo $p = 0.75 \text{m}$ trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25 \text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10 \text{MPa}$.
- Stabilizzazione del fronte di scavo con da n° 34 a n° 56 barre autoperforanti tipo R51N, resistenza allo snervamento $N_y \geq 630 \text{MPa}$, lunghezza 15.00m, sovrapposizione 6.00m; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25 \text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10 \text{MPa}$
- N° 14 ancoraggi tipo Dywidag $SN \varnothing 28$, in acciaio ST670/800, con testa a espansione; resistenza allo snervamento $N_y > 413 \text{kN}$, resistenza testa $N_y > 200 \text{kN}$, lunghezza 5.50m, passo $p = 1.50 \text{m}$ trasv x 1.50m long. Cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25 \text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10 \text{MPa}$.
- Oppure
- N° 14 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento $N_y \geq 400 \text{MPa}$, lunghezza 6.00m, passo $p = 1.50 \text{m}$ trasv x 1.50m long; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25 \text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10 \text{MPa}$
- Distanza non vincolata per arco rovescio / rivestimento definitivo in volta.
- Scenario di rischio prevalente: squeezing, instabilità del cavo, stato deformativo dissimetrico.

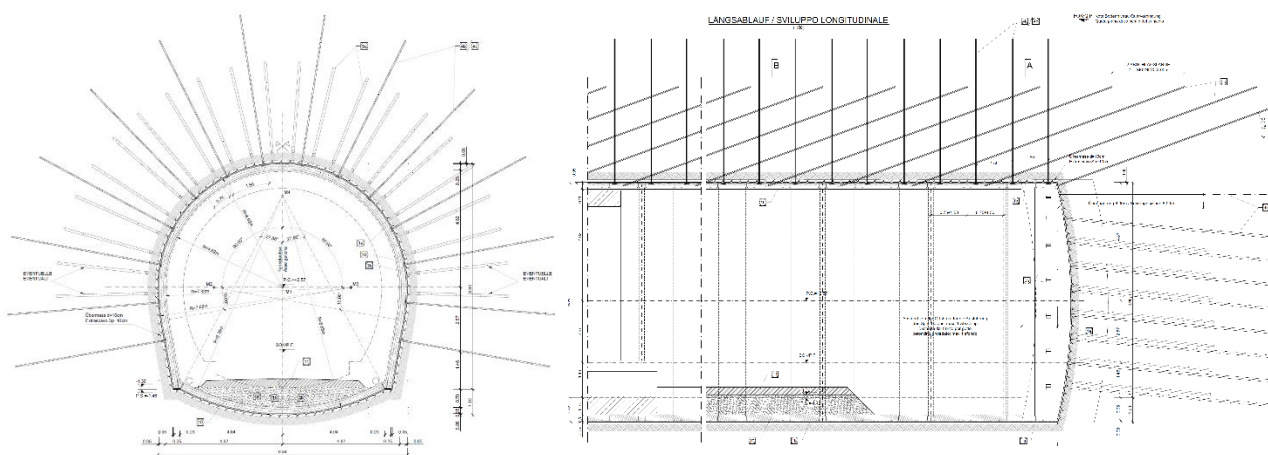


Figura 5-11 Scavo e sostegni - sezione tipo GL-T5.

GL – T6

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV/V ($RMR < 41$) con comportamento spingente, prevalenza di cataclasi, scisti, filladi, carniole, cachiriti, clayouge e fault gouge.
- Scavo con mezzi meccanici, extrascavo di progetto di 30cm, sfondi di profondità massima 1.50m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+25cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- Centine tipo TH36 in acciaio 31Mn4, interasse da 0.75 a 1.50m.
- N° 16 barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento $N_y \geq 630 \text{MPa}$, lunghezza 12.00m, passo $p = 0.5 \text{m}$ trasv x 2 L sfondo; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25 \text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10 \text{MPa}$.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 23 di 80

- Stabilizzazione del fronte di scavo con da n° 34 a n° 56 barre autopercoranti tipo R51N, resistenza allo snervamento $N_y \geq 630 \text{MPa}$, lunghezza 15.00m, sovrapposizione 9.00m; cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25 \text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10 \text{MPa}$.
- N° 15+14 barre autopercoranti tipo R38N, resistenza allo snervamento $N_y \geq 400 \text{MPa}$, lunghezza 8.00m, passo $p = 2.00 \text{m}$ trasv x 0.75-1.50m long. Cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25 \text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10 \text{MPa}$.
- N° 12+15 barre autopercoranti tipo R38N, resistenza allo snervamento $N_y \geq 400 \text{MPa}$, lunghezza 10.00m, passo $p = 2.00 \text{m}$ trasv x 0.75-1.50m long. Cementazione con malta cementizia avente $R_{ck} \geq 25 \text{MPa}$, R_{cm} a 24h $\geq 10 \text{MPa}$.
- Scenario di rischio prevalente: squeezing rischio elevato, instabilità del cavo, stato deformativo dissimetrico.

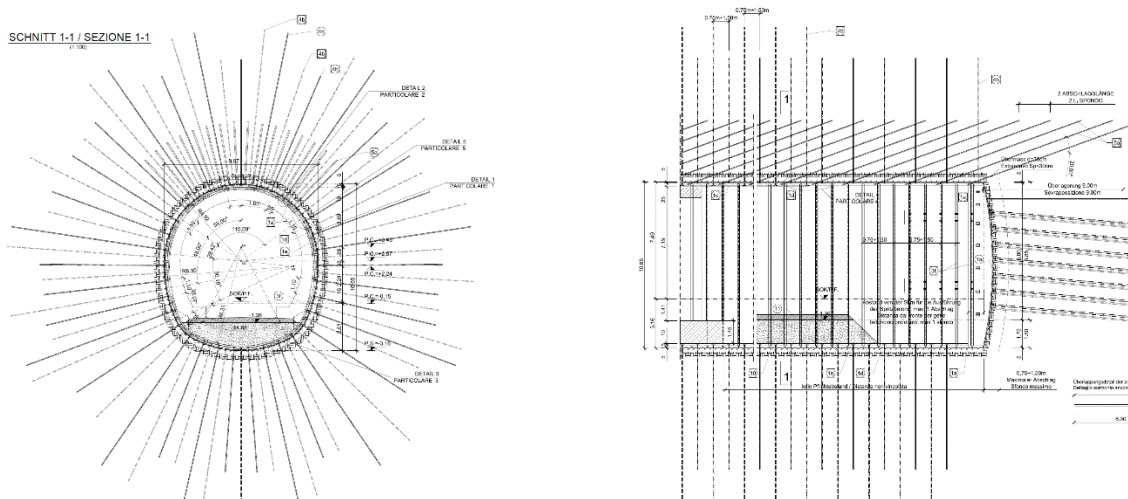


Figura 5-12 Scavo e sostegni - sezione tipo GL-T6.

Per quanto riguarda le caratteristiche del rivestimento definitivo si riportano le informazioni per le 2 tipologie di carpenterie effettivamente impiegate, non avendo mai applicato la sezione tipo T6.

RIVESTIMENTO DEFINITIVO GL-T2/T3/TRb

- Spessore minimo volta 36 cm incluse le tolleranze
- Calcestruzzo in volta non armato C30/37
- Murette / arco rovescio non armate spessore minimo 66 cm

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	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea		IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B 24 di 80

RIVESTIMENTO DEFINITIVO GL-T4/T5

- Spessore minimo volta incluso le tolleranze 66 cm
- Calcestruzzo in volta C30/37 armato, incidenze 60 kg/m³ in arco-rovescio e 45 kg/m³ in volta
- Murette / arco rovescio armate spessore min. 76cm.

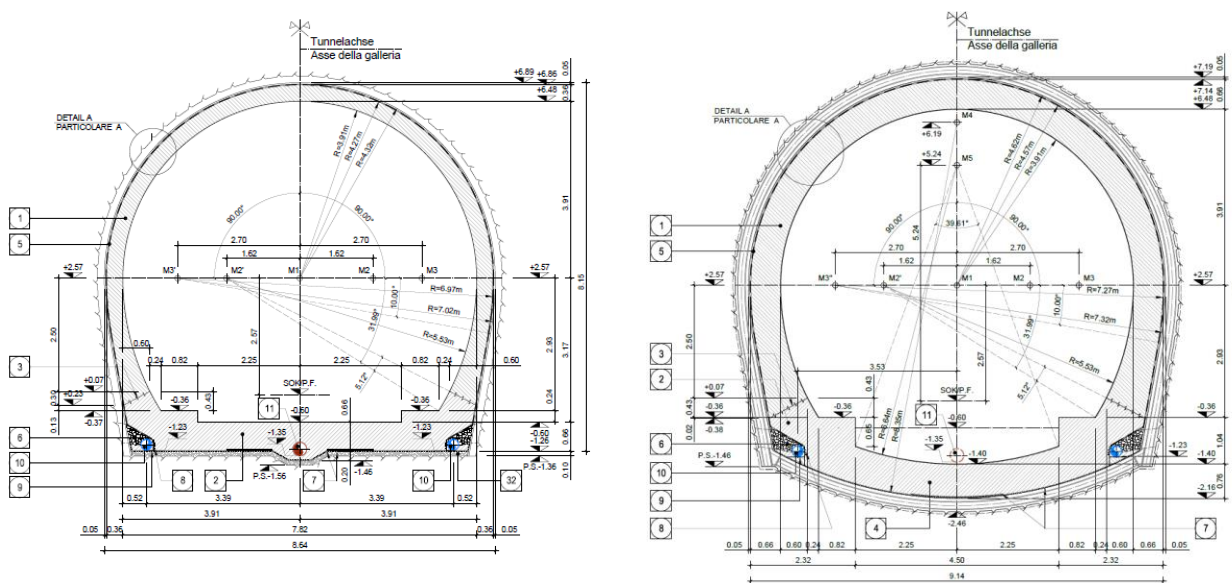


Figura 5-13 Rivestimenti definitivi per la GL-T2/T3/Trb a sinistra e per la GL-T4/T5 a destra.

5.2.3 Riscontro degli scavi

Dal riscontro degli scavi si possono trarre le seguenti informazioni utili per le gallerie in esame:

- L'impiego dei profili centinati T4 o T5 è avvenuto nella faglia Periadriatica, nella faglia localizzata tra graniti Bressanone / Tonaliti (RMR circa 55, $\sigma_{ci} = 5$ MPa, H = 650m) ed in sistema di faglie localizzate Paragneiss (RMR circa 40, $\sigma_{ci} = 20$ MPa, H = 1000m).
- Per gli avanzamenti delle gallerie di linea verso Sud avvenuti all'interno dei graniti di Bressanone per un totale di ca. 11 km sono stati impiegati solamente profili bullonati TRb o T3 anche nel caso di zone fratturate / faglie localizzate (RMR circa 40, H circa 1000 m, $\sigma_{ci, \min} = 70$ MPa) dove invece a progetto erano previste sezioni centinate T4.
- I rivestimenti definitivi sono stati installati sempre lontano dal fronte con processo deformativo stabilizzato.

Nel seguente grafico si riporta il confronto tra sezioni tipo previsionali e di riscontro per le gallerie di linea a singolo binario e della galleria di accesso di Trens. Si evidenzia un minor impiego di sezioni centinate rispetto alle previsioni progettuali.

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:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMessa LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1AEZZ RHGN 0000011 B 25 di 80	

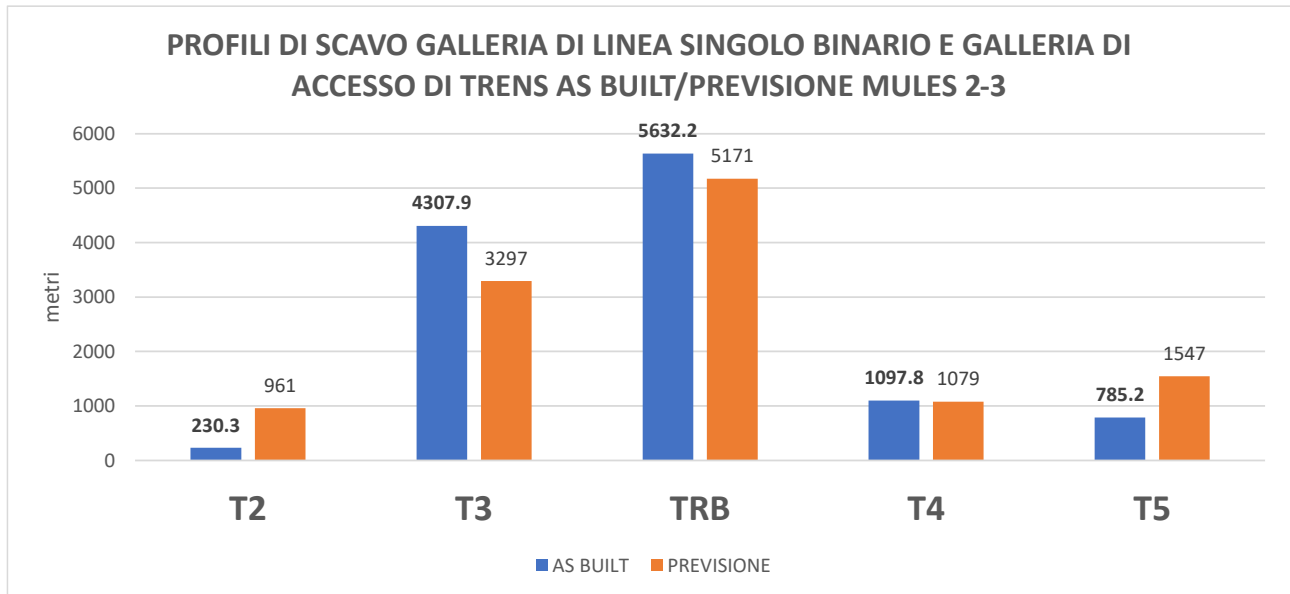


Figura 5-14 Confronto previsione / as-built galleria di linea e galleria di accesso trens scavo in tradizionale

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B	26 di 80

5.3 ANALISI DEI DATI DI MONITORAGGIO

Nel presente capitolo sono discussi i dati di monitoraggio registrati durante gli scavi avvenuti all'interno dei graniti di Bressanone a diverse coperture per il lotto Sotto-attraaversamento Isarco.

I rilievi geomeccanici hanno evidenziato la presenza continuativa ed omogenea dell'ammasso roccioso denominato "Graniti di Bressanone", caratterizzato da un moderato grado di separazione strutturale e da buone caratteristiche geomeccaniche, sottolineate dai valori di GSI rilevati compresi tra 65 e 75 per la galleria dispari, e 60 – 75 per la galleria pari. Anche le misure di convergenza hanno sempre rilevato valori deformativi omogenei e molto contenuti, ben al di sotto dei valori attesi di progetto compresi tra 1.0 e 3.0 cm. In dettaglio la convergenza diametrale media massima registrata è risultata pari a soli 0.44 cm. Si sottolinea inoltre che le misure di convergenza sono sempre state molto limitate, ai limiti della sensibilità del sistema di misura. Nella tabella seguente si riportano i valori di GSI e delle convergenze diametrali medie rilevati in ciascun blocco di getto del rivestimento definitivo.

WBS	CONCIO	PK inizio	PK fine	DATA DI GETTO	ARMATA	GSI	CONV DIAMETRALE MEDIA (cm)
GNBDS2	57	55+747,50	55+760,00	26/02/2019	NO	75	
	58	55+760,00	55+772,50	28/02/2019	NO	75	
	59	55+772,50	55+785,00	03/03/2019	NO	75	
	60	55+785,00	55+797,50	05/03/2019	NO	75	-0,32
	61	55+797,50	55+810,00	11/03/2019	NO	75	
	62	55+810,00	55+822,50	13/03/2019	NO	70	0,13
	63	55+822,50	55+835,00	15/03/2019	NO	70	
	64	55+835,00	55+847,50	18/03/2019	NO	70	0,41
	65	55+847,50	55+860,00	20/03/2019	NO	70	
	66	55+860,00	55+872,50	23/03/2019	NO	70	
	67	55+872,50	55+885,00	26/03/2019	NO	70	0,06
	68	55+885,00	55+897,50	02/04/2019	NO	70	
	69	55+897,50	55+910,00	04/04/2019	NO	70	1,13
	71	55+922,50	55+935,00	08/04/2019	NO	70	-0,44
	72	55+935,00	55+947,50	11/05/2018	NO	70	
	73	55+947,50	55+960,00	16/04/2018	NO	70	-0,07
	74	55+960,00	55+972,50	10/04/2019	NO	70	
	78	56+010,00	56+022,50	13/04/2019	NO	70	-0,05
	79	56+022,50	56+035,00	15/04/2019	NO	70	
	80	56+035,00	56+047,50	17/04/2019	NO	70	-0,44
1	56+072,50	56+085,00	30/04/2019	NO	70	0,09	
2	56+085,00	56+097,50	02/05/2019	NO	70		
4	56+110,00	56+122,50	30/05/2019	NO	65	0,6	
13	56+221,25	56+232,50	15/01/2019	SI	Clttrans	-0,02	
47	55+574,50	55+587,00	15/01/2020	NO	70	0,06	
48	55+587,00	55+599,50	23/01/2020	NO	70		
49	55+599,50	55+612,00	20/01/2020	NO	70	0,22	
50	55+612,00	55+624,50	28/01/2020	NO	70		
51	55+624,50	55+637,00	05/10/2019	NO	70	-0,12	
52	55+637,00	55+649,00	16/10/2019	NO	70		
54	55+661,50	55+674,00	11/10/2019	NO	70	0,04	
55	55+674,00	55+686,50	27/07/2019	NO	70		
56	55+686,50	55+699,00	29/07/2019	NO	70	-0,12	
57	55+699,00	55+711,50	03/08/2019	NO	70		
58	55+711,50	55+724,00	20/08/2019	NO	70	-0,08	
59	55+724,00	55+736,50	24/08/2019	NO	70		
60	55+736,50	55+749,00	27/08/2019	NO	70		
61	55+749,00	55+761,50	03/09/2019	NO	70		
62	55+761,50	55+774,00	12/09/2019	NO	70		
63	55+774,00	55+786,50	18/09/2019	NO	70	-0,04	
64	55+786,50	55+799,00	02/10/2019	NO	65		
65	55+799,00	55+811,50	25/03/2019	NO	65		
66	55+811,50	55+824,00	28/03/2019	NO	65	-0,03	
67	55+824,00	55+836,50	10/04/2019	NO	65		
68	55+836,50	55+849,00	12/04/2019	NO	65	0,04	
69	55+849,00	55+861,50	15/04/2019	NO	70		
70	55+861,50	55+874,00	30/04/2019	NO	70		
71	55+874,00	55+886,50	03/05/2019	NO	70	-0,33	
72	55+886,50	55+899,00	06/05/2019	NO	70		
73	55+899,00	55+911,50	08/05/2019	NO	70	0,38	
74	55+911,50	55+924,00	13/05/2019	NO	75		
76	55+936,50	55+946,50	17/05/2019	NO	75		
78	55+959,00	55+971,50	27/05/2019	NO	75	-0,14	
79	55+971,50	55+984,00	30/05/2019	NO	75		
80	55+984,00	55+996,50	02/06/2019	NO	75	-0,3	
81	55+996,50	56+009,00	04/06/2019	NO	75	-0,15	
85	56+046,50	56+059,00	12/06/2019	NO	75		
86	56+059,00	56+071,50	17/06/2019	NO	75	-0,14	
87	56+071,50	56+084,00	25/06/2019	NO	75		
90	56+109,00	56+121,50	30/08/2019	NO	70		
91	56+121,50	56+134,00	20/02/2019	NO	70	0,67	
4	56+184,00	56+196,50	21/09/2018	NO	60		
5	56+196,50	56+209,00	26/09/2018	NO	60	0,94	
7	56+221,50	56+234,00	04/10/2018	NO	65		
GNBPF	11	56+268,02	56+278,78	18/12/2018	SI	55	-0,28

Tabella 5-1. Valori di GSI e delle convergenze diametrali in corrispondenza dei blocchi del rivestimento definitivo delle gallerie di linea del Sotto-attraaversamento Isarco

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	27 di 80

Sulla base dei dati raccolti da prove di martinetto piatto finalizzate alla determinazione dello stato tensionale all'interno del rivestimento definitivo delle gallerie è possibile trarre informazioni utili anche per la progettazione esecutiva dell'opera in esame. Le prove sono state eseguite sui blocchi 58 e 64 della GNBDS2, 49 della GNBPS2 e 11 GNBPF (blocco armato), realizzando delle sezioni con 4 punti di misura così come indicato nella figura seguente. La prova con martinetto piatto consiste nel eseguire un taglio spesso alcuni millimetri all'interno del calcestruzzo, misurare la deformazione avvenuta dopo il taglio mediante comparatore millesimale in grado di rilevare con una precisione del millesimo di millimetro la variazione della distanza dei punti applicati a cavallo del taglio, e quindi tramite il martinetto piatto che si inserisce nel taglio, applicare una pressione fino al ripristino della deformazione iniziale del calcestruzzo antecedente all'esecuzione del taglio. In tutte le prove eseguite è stata misurato un allontanamento delle basi di misura a cavallo del taglio, ossia una apertura del taglio realizzato, indicante quindi uno stato tensionale di trazione. In questi casi la prova con martinetto piatto termina poiché non vi è alcuna pressione da ristabilire all'interno del calcestruzzo. In altri termini i rivestimenti definitivi indagati sono sostanzialmente scarichi.

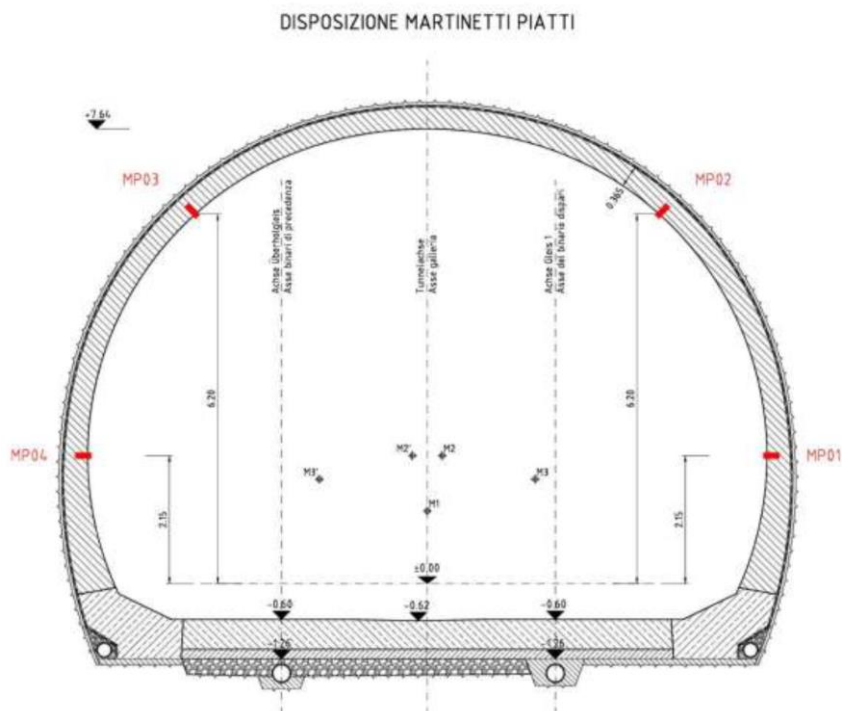


Figura 5-15 Disposizione dei martinetti piatti per la valutazione delle tensioni del rivestimento definitivo.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 28 di 80

PROVE DEL MARTINETTO PIATTO ISARCO			
TABELLA RIASSUNTIVA			
UBICAZIONE	POSIZIONE	ΔL MEDIO (mm)	STATO TENSIONALE
BINARIO PARI B_11	MP1_PD_DX	0,039	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
	MP2_RN_DX	0,05	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
	MP3_RN_SX	0,051	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
	MP4_PD_SX	0,042	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
BINARIO PARI B_49	MP1_PD_DX	0,011	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
	MP2_RN_DX	0,027	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
	MP3_RN_SX	0,039	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
	MP4_PD_SX	0,027	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
BINARIO DISPARI B_58	MP1_PD_DX	0,003	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
	MP2_RN_DX	0,008	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
	MP3_RN_SX	0,009	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
	MP4_PD_SX	0,004	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
BINARIO DISPARI B_64	MP1_PD_DX	0,009	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
	MP2_RN_DX	0,006	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
	MP3_RN_SX	0,011	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
	MP4_PD_SX	0,006	NON SI SONO REGISTRATE TENSIONI DI TIPO COMPRESSIVO
NOTE: valori positivi ΔL = apertura basi valori negativi ΔL = chiusura basi			

Tabella 5-2. Tabella riassuntiva prove di martinetto piatto Isarco

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B	29 di 80

Per i 4 blocchi sopra indicati con martinetti si riporta nella tabella seguente le informazioni di dettaglio in merito ai valori di copertura, alle sezioni tipo applicate, agli spessori del rivestimento e alle misure di sostegno.

CONCIO	BINARIO	PK INZIO BLOCCO	PK INZIO BLOCCO	DISTANZA DA IMBOCCO [m]	COPERTURA [m]	SEZIONE TIPO	DATA SCAVO	PK SEZ. CONVERG. VICINE	DATA INSTAL. SEZ. CONVERG.	DIST. SEZ. CONVERG. DA FRONTE [m]
58	BINARIO DISPARI	55+760,00	55+772,50	490	76	S2-DR-4.6-A0	17/04/2018	55+759,00 55+789,00	20/04/2018 13/04/2018	8,20 15,20
64	BINARIO DISPARI	55+835,00	55+847,50	415	74	S2-DR-4.6-A0	23/03/2018	55+818,00 55+846,00	05/04/2018 23/03/2018	10,10 7,10
49	BINARIO PARI	55+599,50	55+612,00	686	88	S2-DR-5.4-A0	11/09/2017	55+581,00 55+608,00	12/09/2017 18/09/2017	20,00 22,00
11	BINARIO PARI	56+268,02	56+278,78	17	15	S2-DR-4.6-C1trans	27/05/2018	56+263,00 56+271,00	25/05/2018 11/06/2018	3,00 5,40

CONCIO	BINARIO	DATA GETTO CALOTTA	CALOTTA ARMATA	ELAB. CARPENTERIA	SPESSORE MINIMO CALOTTA [cm]	AREA DI SCAVO MAX [mq]	ELAB. MISURE DI SOSTEGNO	MISURE DI SOSTEGNO
58	BINARIO DISPARI	28/02/2019	NO	20062-6B2-00	36,5	100,53	20126-3B2-00	5 cm spritz fibrorinforzato o con rete ø6 10x10cm 5-6 bulloni tipo Swellex L=4m, maglia 2,5x1,5m
64	BINARIO DISPARI	18/03/2019	NO	20062-6B2-00	36,5	100,53	20126-3B2-00	5 cm spritz fibrorinforzato o con rete ø6 10x10cm 5-6 bulloni tipo Swellex L=4m, maglia 2,5x1,5m
49	BINARIO PARI	23/01/2020	NO	20070-6B2-00	36,5	108,29	20136-3B2-00	5 cm spritz fibrorinforzato o con rete ø6 10x10cm 5-6 bulloni tipo Swellex L=4m, maglia 2,5x1,5m
11	BINARIO PARI	18/12/2018	Sì	81050-6B2-01	66	160,67	81271-3B2-00	25+5cm spritz con rete ø6 10x10cm Centine HEA160 passo 80cm Tubi metallici ø88,9mm sp=10mm e L=11mm al contorno Jet grouting + VTR cementati al fronte/contorno

Tabella 5-3. Tabella riassuntiva per i 4 blocchi indagati con martinetti con informazioni sui valori di copertura, le sezioni tipo applicate, gli spessori del rivestimento e le misure di sostegno

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	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea		IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B 30 di 80

Nelle seguenti figure sono riportate le carpenterie della sezione tipo S2-DR-4.6 impiegata per i blocchi 58 e 64 del binario dispari, della sezione tipo S2-DR-4.6-C1trans per il blocco 11 del binario pari e della sezione tipo S2-DR-5.4-A0 per il blocco 49 del binario pari.

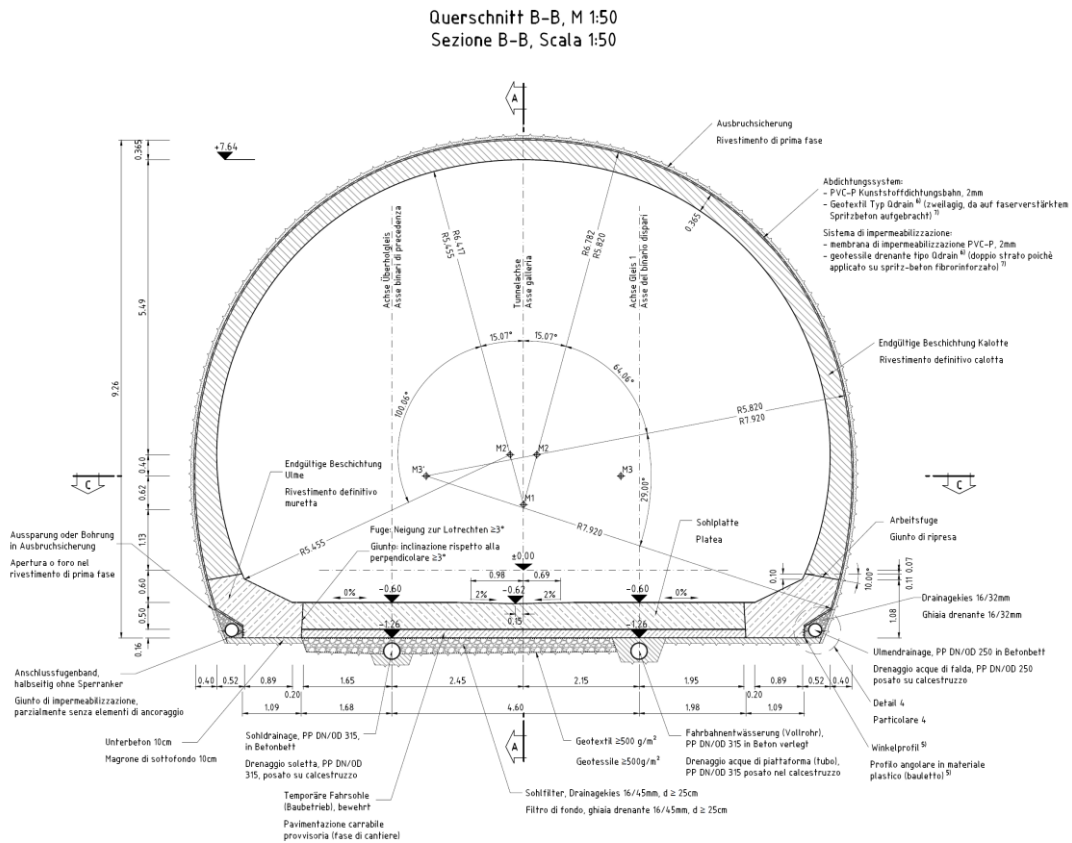


Figura 5-16 Carpenteria sezione tipo S2-DR-4.6 – classe di avanzamento A0.

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:				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria	
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B 31 di 80

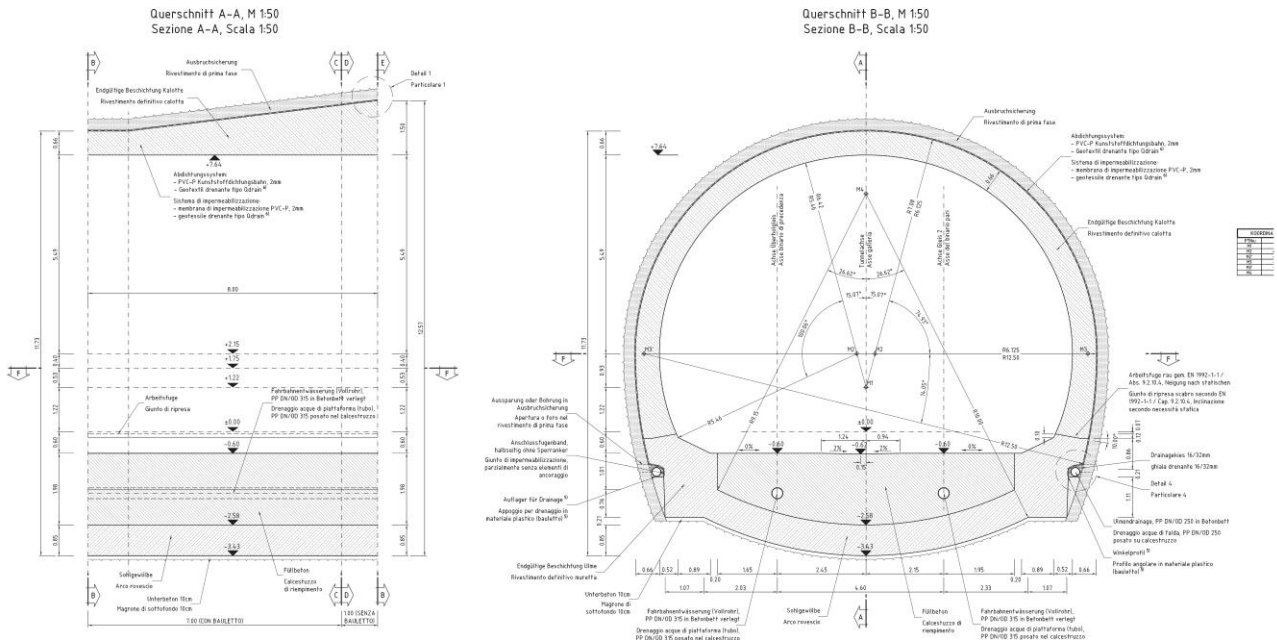


Figura 5-17 Carpenteria sezione tipo S2-DR-4.6-C1trans – classe di avanzamento C1.

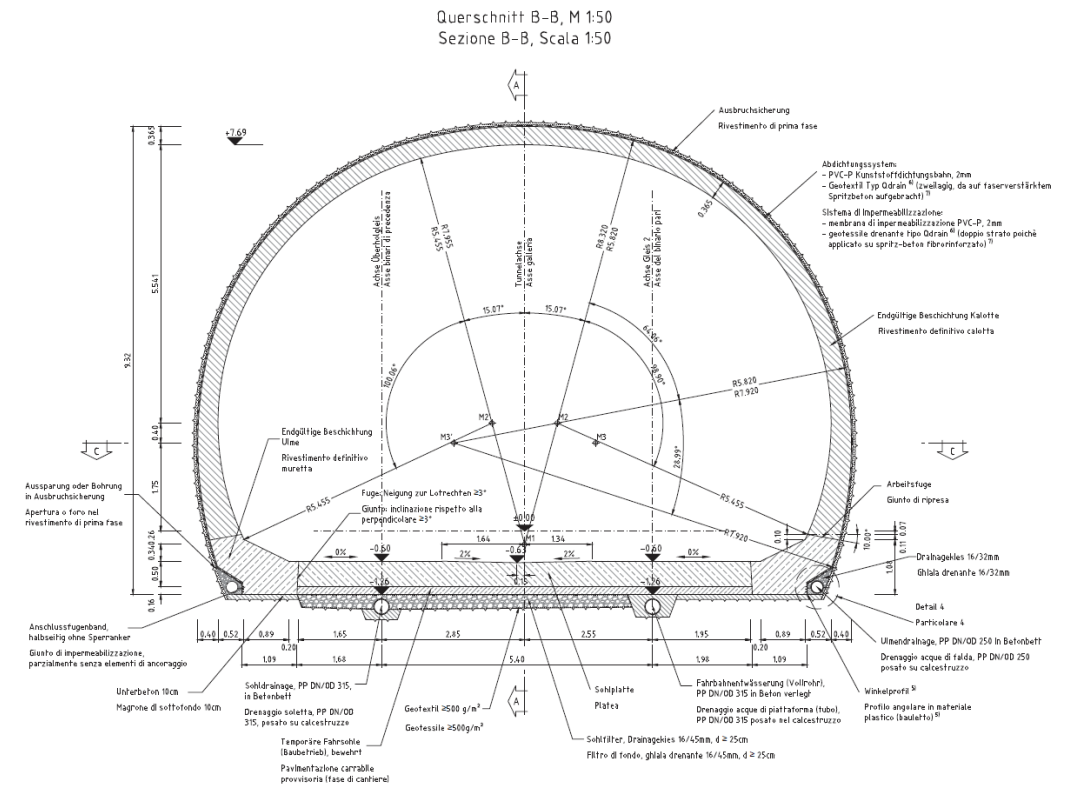


Figura 5-18 Carpenteria sezione tipo S2-DR-5.4-A0 – classe di avanzamento A0.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 32 di 80

Dai risultati del monitoraggio, si possono trarre in conclusione le seguenti informazioni utili per le tratte dell'opera in esame scavate all'interno del granito dei Bressanone:

- il priverivestimento è sostanzialmente scarico e le convergenze in galleria hanno raggiunto generalmente valori molto contenuti e al limite della precisione strumentale di misurazione con valore massimo di circa 0,5cm.
- i risultati dei martinetti piatti, realizzati sul rivestimento definitivo di scavi di oltre 100m² vista la sezione a doppio binario, confermano che anche nel rivestimento definitivo non si registrano pressioni monitorabili. Si evidenzia che questo risultato è particolarmente importante per giustificare le ottimizzazioni che saranno illustrate nel cap. 7 e che rispetto alle opere in esame siano stati raggiunti nonostante i seguenti fattori:
 - le sezioni di scavo dell'Isarco sono più grandi rispetto a quelle delle opere in esame vista la configurazione di galleria a doppio binario: nel dettaglio circa 100 m² contro i circa 80 m² delle gallerie di linea in esame;
 - le sezioni di scavo dell'Isarco sono meno consolidate rispetto alle sezioni tipo proposte, con l'applicazione generalmente di soli 5 cm di betoncino proiettato fibrorinforzato e 5/6 bulloni Swellex come specificato in Tabella 5-3.

Ne consegue che avendo l'evidenza di sollecitazioni e deformazioni nel priverivestimento e nel rivestimento definitivo molto più bassi rispetto a quanto calcolato con le analisi numeriche riportate nel documento [D54], è possibile affermare che il comportamento all'interno dei graniti di Bressanone è decisamente migliore rispetto alle precedenti ipotesi progettuali.

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		
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B	33 di 80

6. SEZIONI TIPO PD

6.1 GALLERIA SCALERES

Nella seguente tabella viene riportata la sintesi delle sezioni tipo previste nel PD con le indicazioni degli interventi di prima fase, le caratteristiche del rivestimento definitivo e la lunghezza di applicazione per la tratta in esame (canna binario dispari 0+539 – 3+778 / 15+642 – 15+676, canna binario pari 0+540 – 3+437 / 15+668 – 15+713).

Sezione tipo	Fase progettuale	Area scavo [m ²]	Sfondo max [m]	SOSTEGNI					RIVESTIMENTO DEFINITIVO					Lunghezza di applicazione			
				Spritz-beton	Ancoraggi radiali	Sostegno al contorno	Sostegno al fronte	Centine	Distanza vincolata arco rovescio	Distanza vincolata volta	Arco rovescio	Murette	Volta	Binario dispari		Binario pari	
A0	PD	78.04	2.80	25 cm fibro 35 kg/m ³	9/10 bulloni ϕ 24 o Swellex equivalenti \pm 20%, L = 4.5m p long 2.0m x p travv 1.5m	-	-	-	max 5 ϕ	no	60 cm non armato	60 cm non armato	50 cm non armato	1179	36.03%	1141	38.77%
A1	PD	81.08	2.80	25 cm fibro 30 kg/m ³	-	-	-	2 IPN 180, p = 1.4m \pm 20%	max 5 ϕ	no	60 cm, armato 35 kg/m ³	70 cm, armato 35 kg/m ³	60 cm non armato	971	29.67%	929	31.59%
A1bis	PD	87.49	2.80	30 cm fibro 35 kg/m ³	-	-	-	HEB 180, p = 1.2m \pm 20%	max 3 ϕ	max 3 ϕ	50 cm, armato 40 kg/m ³	50 cm, armato 40 kg/m ³	80 cm, armato 40 kg/m ³	40	1.23%	41	1.40%
A2	PD	81.92	2.40	30 cm fibro 30 kg/m ³	14/15 bulloni ϕ 24 o Swellex equivalenti \pm 20%, L = 6.0m p long 1.2m x p travv 1.0m	-	-	2 IPN 180, p = 1.2m \pm 20%	max 3 ϕ	no	70 cm, armato 30 kg/m ³	70 cm, armato 30 kg/m ³	60 cm non armato	739	22.58%	518	17.62%
As	PD	81.08	3.00	25 cm fibro 35 kg/m ³	10/11 (BP) e 9/10 (BD) bulloni ϕ 24 \pm 20%, L = 6.0m p long 1.5m x p travv 1.5m + 3 ϕ 32 di cucitura	-	-	2 IPN 160 p = 1.2m \pm 20%	max 4.5 ϕ BP max 3 ϕ BD	no	60 cm, armato 60 kg/m ³	70 cm, armato 60 kg/m ³	60 cm, armato 70 kg/m ³	0		0	
B1	PD	81.72 / 97.86	1.00	30 cm fibro 35 kg/m ³	-	25 tubi in acciaio ϕ 127/10mm L = 12m, sovrapp. min 3.5m p=0.4m \pm 20%	20 VTR L = 13.5 sovrapp. min 5m \pm 20%, 10 cm di SB sul 50% sfondi e 15 cm a fine campo	2 IPN 180, p = 1.0m \pm 20%	max 1.5 ϕ	max 5 ϕ	80 cm, armato 40 kg/m ³	80 cm, armato 40 kg/m ³	50 - 115 cm non armato	293	8.96%	300	10.21%
C2v	PD	84.57 / 102.15	1.00	30 cm fibro 35 kg/m ³	-	55 VTR L = 19m sovrapp. Min. 10.50 m passo 0.4 m \pm 20% + 23 tubi acciaio ϕ 127/10mm L = 12m, sovrapp. min 3.5m p=0.45m \pm 20%	30 VTR L = 20m sovrapp. Min. 11.5 m \pm 20%, 10 cm di SB su ogni sfondo e 15 cm a fine campo	HEB 220, p = 1.0m \pm 20%	max 1 ϕ	max 3 ϕ	90 cm, armato 50 kg/m ³	90 cm, armato 50 kg/m ³	55 cm - 130cm, armato 40 kg/m ³	49	1.51%	12	0.41%
C2p	PD	94.45	1.00	30 cm fibro 35 kg/m ³	-	55 VTR L = 20m sovrapp. Min. 10 m passo 0.5 m \pm 20%	60 VTR L = 20m sovrapp. Min. 10 m passo 0.5 m \pm 20%, 10 cm di SB su ogni sfondo e 15 cm a fine campo	HEB 340, p = 1.0m \pm 20%	max 1 ϕ	max 3 ϕ	100 cm, armato 80 kg/m ³	100 cm, armato 80 kg/m ³	90 cm, armato 80 kg/m ³	0	0.00%	0	0.00%

6.1.1 Sezione tipo A0

La sezione A0 è prevista come sezione prevalente per l'attraversamento del "Granito di Bressanone" e delle "Dioriti quarzifere di Chiusa". Presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase:

- rivestimento di prima fase composto da uno strato di 0,25 m di spritz-beton fibrorinforzato (35 kg/m³ di fibre metalliche) e 10+9 bulloni radiali ad ancoraggio puntuale, costituiti da barre ϕ 24 mm, di lunghezza pari a 4,5 m, passo longitudinale di 2,0 m e trasversale di 1,5 m. E' prevista una variabilità = \pm 20% riferita al passo trasversale e longitudinale dei bulloni;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, L=30 m, sovrapposizione minima = 10 m, diametro estemo CD>60 nun, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT.

Rivestimento definitivo:

- arco rovescio e murette in calcestruzzo non armato con spessore 0,50 m;
- calotta in calcestruzzo non armate con spessore 0,50 m.

Le macrofasi costruttive sono le seguenti:

- Fase 1: esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuali);
- Fase 2: esecuzione dello scavo per singoli sfondi di lunghezza massima pari a 2.8 m, a piena sezione, con sagomatura del fronte a forma concava;

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:	COMMESSA			LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU			1AEZZ	RHGN	000011	B	34 di 80
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea									

- Fase 3: posa in opera dello spritz-beton fibrorinforzato e messa in opera dei bulloni radiali secondo le geometrie di progetto;
- Fase 4: scavo dell'arco rovescio e successivo getto (contemporaneo alle murette) ad una distanza variabile, funzione del comportamento deformativo del cavo;
- Fase 5: posa in opera dell'impermeabilizzazione con posizionamento dei tubi microfessurati $\phi 160$ mm in PVC e dei cordolini idroespansivi secondo le indicazioni di progetto;
- Fase 6: getto del rivestimento di calotta entro una distanza variabile in funzione del comportamento deformativo del cavo.

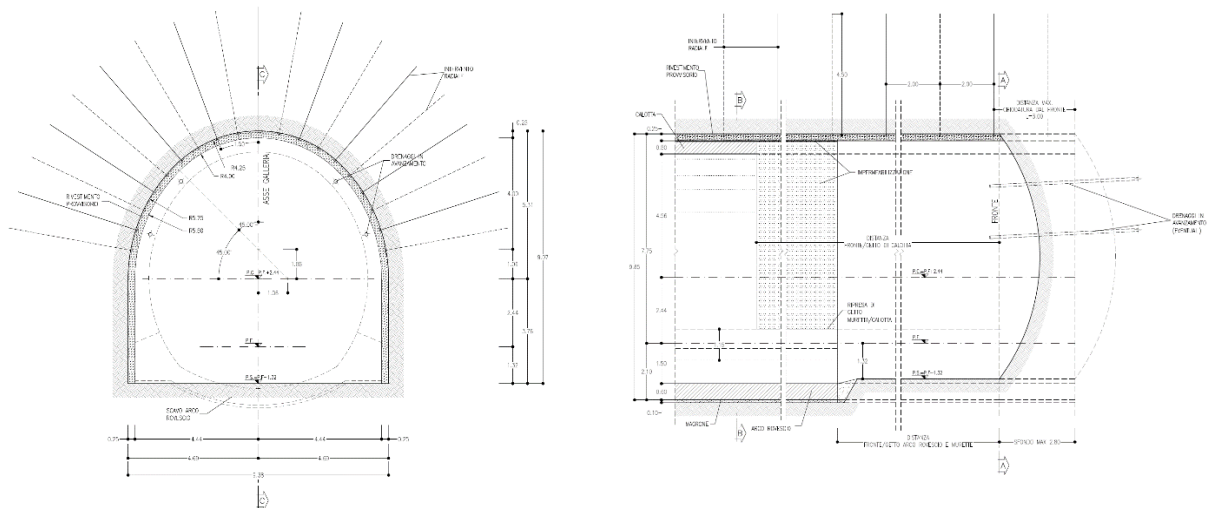


Figura 6-1 Scavo e sostegni - sezione tipo A0.

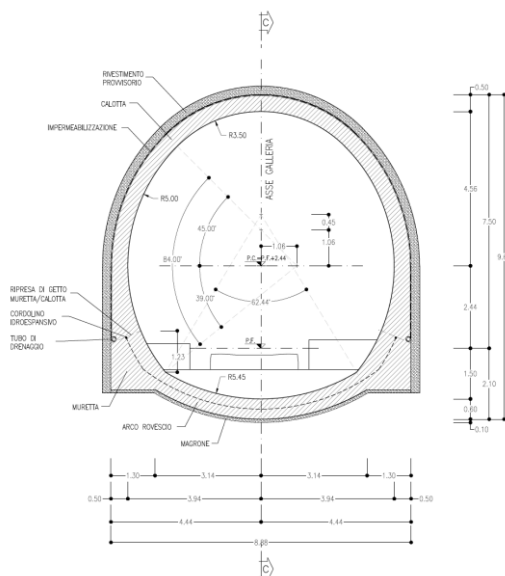


Figura 6-2 Carpenteria - Sezione di scavo A0.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 35 di 80

6.1.2 Sezione tipo A1

La sezione A1 è prevista come sezione prevalente per l'attraversamento dell'Unità Filladi BSSa. Presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase:

- priverivestimento composto da uno strato di 0,25 m di spritz-beton fibrorinforzato (35 kg/m³ di fibre metalliche) e doppie centine IPN 180 con passo 1,4 m; è prevista una variabilità = ± 20% del passo delle centine;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, L=30 m, sovrapposizione minima = 10 m, diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT.

Rivestimento definitivo:

- arco rovescio e murette in calcestruzzo armato con spessore 0,60 m;
- calotta in calcestruzzo non armate con spessore 0,60 m.

Le macrofasi costruttive sono le seguenti:

- Fase 1: eventuale esecuzione dei drenaggi in avanzamento;
- Fase 2: esecuzione dello scavo per singoli sfondi di lunghezza massima pari a 2.8 m, a piena sezione, con sagomatura del fronte a forma concava;
- Fase 3: posa in opera dello spritz-beton fibrorinforzato e delle centine metalliche secondo le geometrie di progetto;
- Fase 4: scavo dell'arco rovescio e successivo getto contemporaneo alle murette ad una distanza massima dal fronte di scavo di 5D, tale distanza potrà essere ridefinita in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo;
- Fase 5: posa in opera dell'impermeabilizzazione con posizionamento dei tubi microfessurati in PVC e dei cordolini idroespansivi secondo le indicazioni di progetto;
- Fase 6: getto del rivestimento di calotta entro una distanza variabile in funzione del comportamento deformativo del cavo.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 000011	REV. B	FOGLIO. 36 di 80

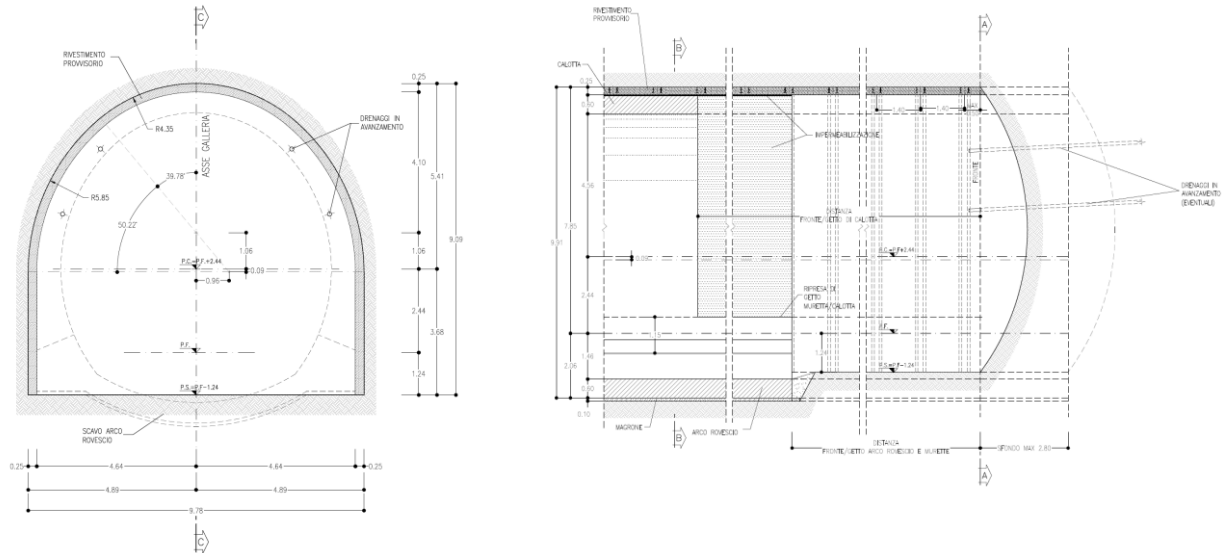


Figura 6-3 Scavo e sostegni - sezione tipo A1.

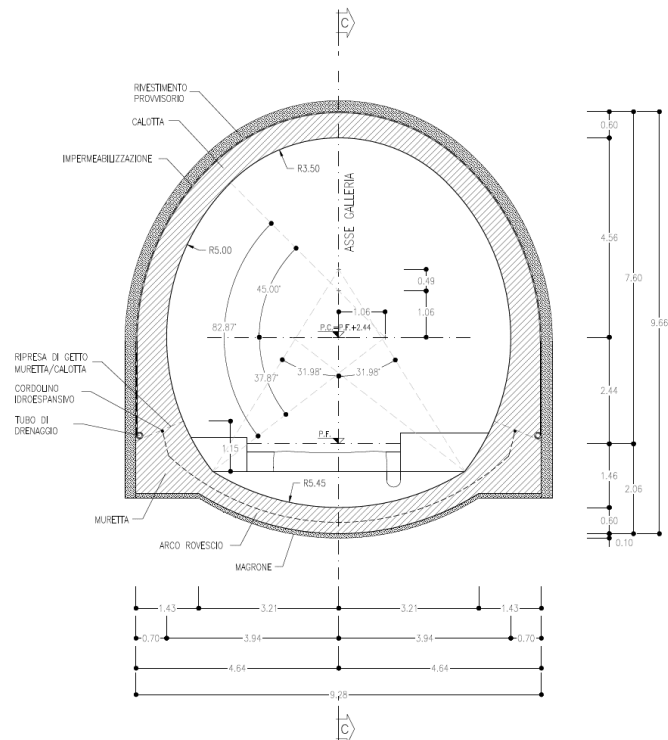


Figura 6-4 Carpenteria - Sezione di scavo A1.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B	37 di 80

6.1.3 Sezione tipo A1bis

La sezione Al bis è prevista come sezione eventuale per l'attraversamento delle Filladi BSSa, al passaggio con le Cornubiatùti dell'Aureola metamorfica di contatto. Presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase:

- prerivestimento composto da uno strato di 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato (35 kg/m³ di fibre metalliche) e centine HEB 180 con passo 1,2 m; è prevista una variabilità = ± 20% del passo delle centine;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, L=30 m, sovrapposizione minima = 10 m, diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT.

Rivestimento definitivo:

- arco rovescio e murette in calcestruzzo armato con spessore 0,90 m;
- calotta in calcestruzzo armato con spessore 0,80 m.

Le macrofasi costruttive sono le seguenti:

- Fase 1: eventuale esecuzione dei drenaggi in avanzamento;
- Fase 2: esecuzione dello scavo per singoli sfondi di lunghezza massima pari a 2.4 m, a piena sezione, con sagomatura del fronte a forma concava;
- Fase 3: messa in opera dello spritz-beton fibrorinforzato e delle centine metalliche secondo le geometrie di progetto;
- Fase 4: scavo dell'arco rovescio e successivo getto contemporaneo alle murette ad una distanza massima dal fronte di scavo di 3D, tale distanza potrà essere ridefinita in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo;
- Fase 5: posa in opera dell'impermeabilizzazione con posizionamento dei tubi microfessurati in PVC e dei cordolini idroespansivi secondo le indicazioni di progetto;
- Fase 6: getto del rivestimento di calotta ad una distanza massima dal fronte di scavo di 3D (tale distanza potrà essere ridefinita in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo).

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 38 di 80

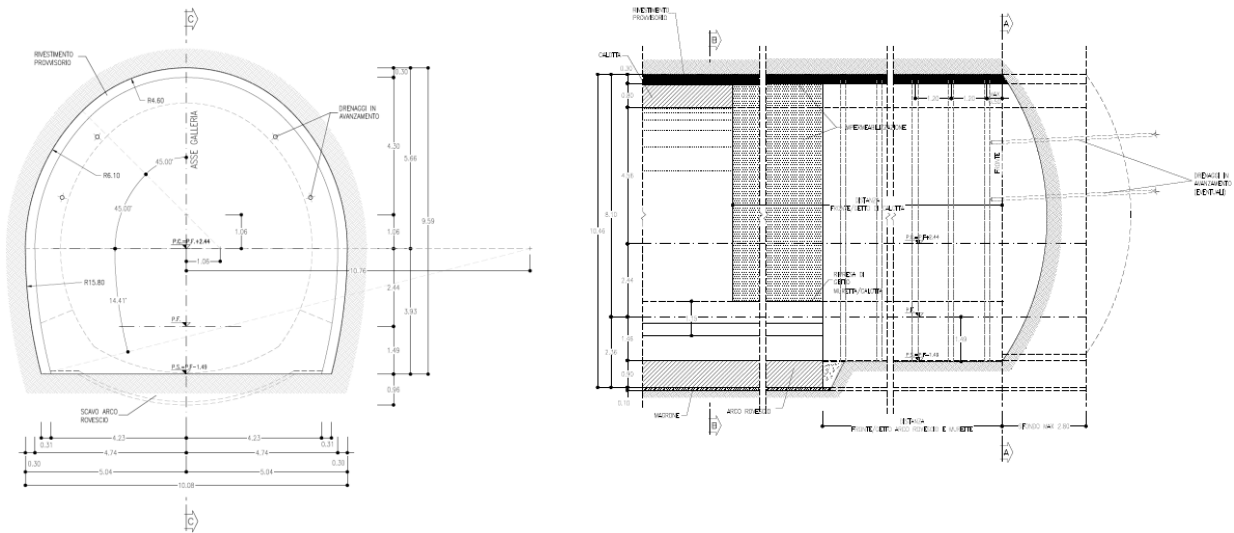


Figura 6-5 Scavo e sostegni - sezione tipo A1bis.

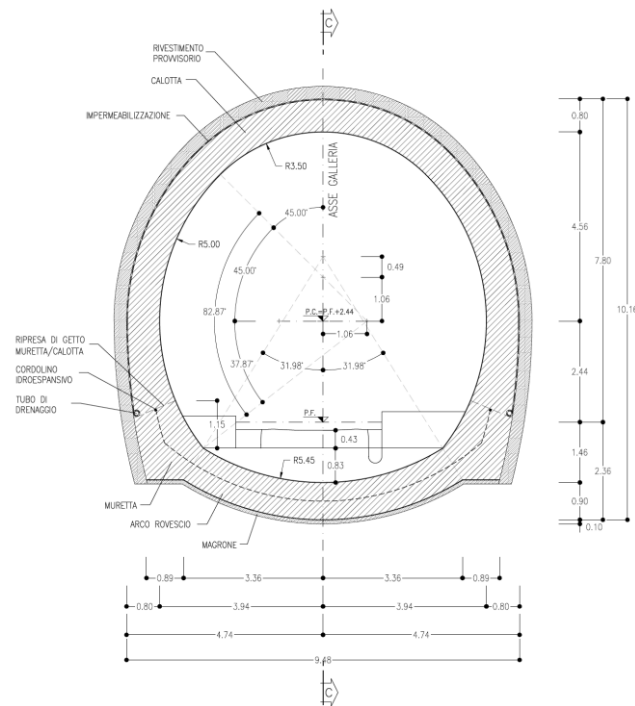


Figura 6-6 Carpenteria - Sezione di scavo A1bis.

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		
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	39 di 80

6.1.4 Sezione tipo A2

La sezione A2 è prevista come sezione prevalente per l'attraversamento delle zone di faglia del Granito di Bressanone a medie coperture e nelle Filladi BSS per coperture elevate. Presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase:

- contenimento al contomo mediante n°15+14 bulloni radiali ad ancoraggio continuo con barre $\phi 24$ lunghezza $L=6.0$ m; passo longitudinale = 1,20 m, passo trasversale = 1,0 m; è prevista una variabilità = $\pm 20\%$ del passo longitudinale e trasversale dei bulloni;
- prerivestimento composto da uno strato di 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato (35 kg/m^3 di fibre metalliche) e doppie centine IPN 180 con passo 1,2 m al quale è associato una variabilità = $\pm 20\%$;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, $L=30$ m, sovrapposizione minima = 10 m, diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT.

Rivestimento definitivo:

- arco rovescio e murette in calcestruzzo armato con spessore 0,70 m;
- calotta in calcestruzzo non armato con spessore 0,60 m.

Le macrofasi costruttive sono le seguenti:

- Fase 1: eventuale esecuzione dei drenaggi in avanzamento;
- Fase 2: esecuzione dello scavo per singoli sfondi di lunghezza massima pari a 1,2 m, a piena sezione, con sagomatura del fronte a forma concava;
- Fase 3: messa in opera dello spritz-beton fibrorinforzato, dei bulloni radiali e delle centine metalliche secondo le geometrie di progetto;
- Fase 4: scavo dell'arco rovescio e successivo getto contemporaneo alle murette ad una distanza massima dal fronte di scavo di 3D, tale distanza potrà essere ridefinita in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo;
- Fase 5: posa in opera dell'impermeabilizzazione con posizionamento dei tubi microfessurati in PVC e dei cordolini idroespansivi secondo le indicazioni di progetto;
- Fase 6: getto del rivestimento di calotta ad una distanza variabile in funzione del comportamento deformativo del cavo.

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:	COMMESSA				LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1AEZZ	RHGN	0000011	B	40 di 80
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea										
		PROGETTO ESECUTIVO								

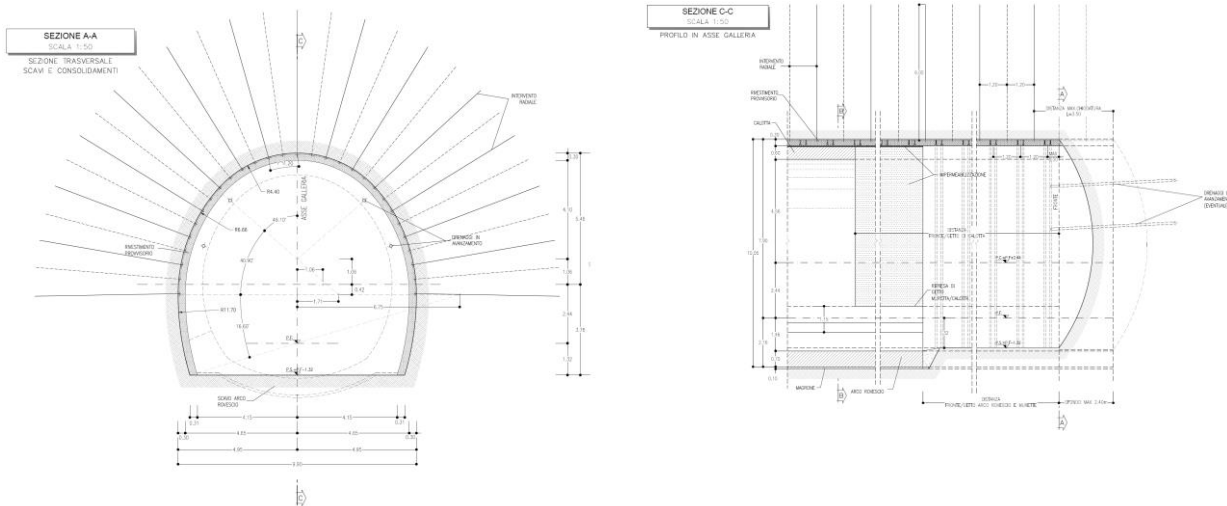


Figura 6-7 Scavo e sostegni - sezione tipo A2.

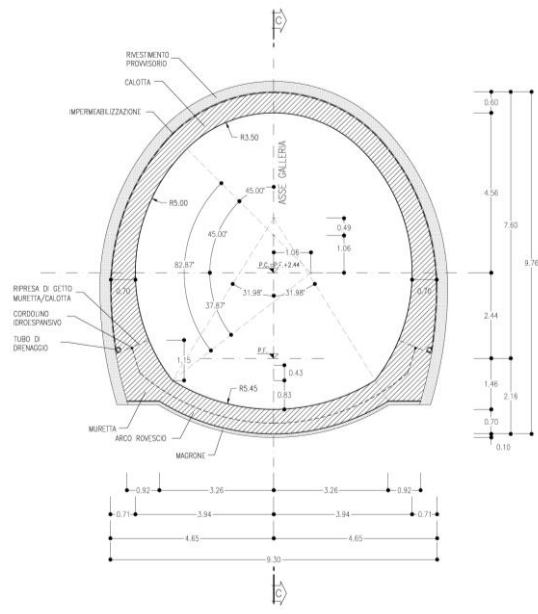


Figura 6-8 Carpenteria - Sezione di scavo A2.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 41 di 80

6.1.5 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. Presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi di prima fase:

- contenimento al contorno mediante n°10/11 bulloni radiali ad ancoraggio puntuale (barra $\phi 24$ lunghezza L=4,5- 6,0 m); passo longitudinale = 1,50 m, passo trasversale = 1,50 m;
- contenimento al contorno (lato setto centrale) mediante n°=3 elementi strutturali in VTR di lunghezza L=6,0 m, cementati in foro con miscele cementizie; passo longitudinale = 1,50 m, passo trasversale = 1,50 m;
- consolidamento setto centrale mediante n°=3 bulloni passanti cementati in foro con miscele cementizie e serrati manualmente con chiave dinamometrica (barra $\phi 32$ lunghezza L=3,30- 4,90 m); passo longitudinale = 1,50 m, passo trasversale = 1,50 m;
- rivestimento di prima fase composto da uno strato al contorno di 0,05+0,1+0,1 m per il binario pari e di 0,05+0,20 m per il binario dispari di spritz-beton fibrorinforzato (35 kg/m³ di fibre metalliche) e doppie centine IPN 160 con passo 1,5 m al quale è associata una variabilità = $\pm 20\%$;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC;
- eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, L=30 m, sovrapposizione minima = 10 m, diametro esterno $\phi > 60$ mm, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT.

Rivestimento definitivo:

- arco rovescio e murette in calcestruzzo armato con spessore 0,60 m;
- calotta in calcestruzzo armato con spessore 0,60 m.

Le macrofasi costruttive sono le seguenti:

- Fase 1 – Binario Pari: esecuzione dei drenaggi in avanzamento (eventuale);
- Fase 2 – Binario Pari: esecuzione dello scavo per singoli sfondi aventi lunghezza massima di 3,0 m, a piena sezione, con sagomatura del fronte a forma concava;
- Fase 3 – Binario Pari: messa in opera dello spritz-beton fibrorinforzato: 5 cm con rete elettrosaldata e messa in opera delle centine;
- Fase 4 – Binario Pari: Realizzazione delle chiodature radiali e degli infilaggi in VTR secondo le geometrie indicate e messa in opera dello spritz-beton sp: 10 cm
- Fase 5 – Binario Pari: esecuzione dello scavo per singoli sfondi aventi lunghezza massima di 3,0 m, a piena sezione, con sagomatura del fronte a forma concava;
- Fase 5 bis – Binario Pari: (quando lo scavo in B.D. avrà raggiunto quello di B.P.) perforazione per l'inserimento delle barre dei bulloni passanti sul setto centrale;

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:	SWS Engineering S.p.A.		Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
		IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B 42 di 80

- Fase 6 – Binario Dispari: messa in opera dello spritz-beton sp: 5 cm con rete elettrosaldata e messa in opera delle centine. Serraggio manuale con chiave dinamometrica delle barre di armatura dei bulloni passanti con interposizione di piastra metallica di ripartizione sulle piattabande dei profilati di ciascuna centina;
- Fase 7 – Binario Pari: realizzazione di ultimo strato di spritz-beton sp: 10 cm;
- Fase 8 – Binario Dispari: realizzazione delle chiodature radiali secondo le geometrie indicate e messa in opera dello strato finale di spritz-beton sp: 20 cm;
- Fase 9 – Binario Pari: scavo arco rovescio e successivo getto di arco rovescio e murette laterali;
- Fase 10 – Binario Dispari: scavo arco rovescio e successivo getto di arco rovescio e murette laterali;
- Fase 11 – Binario Pari e Dispari: posa in opera dell'impermeabilizzazione, composta da uno strato di tessuto non tessuto e da un telo in PVC, immediatamente prima del getto del rivestimento definitivo e successiva al completamento del tratto di scavo in cui è prevista l'applicazione della sezione tipo;
- Fase 12 – Binario Pari e Dispari: getto del rivestimento definitivo di calotta e piedritti.

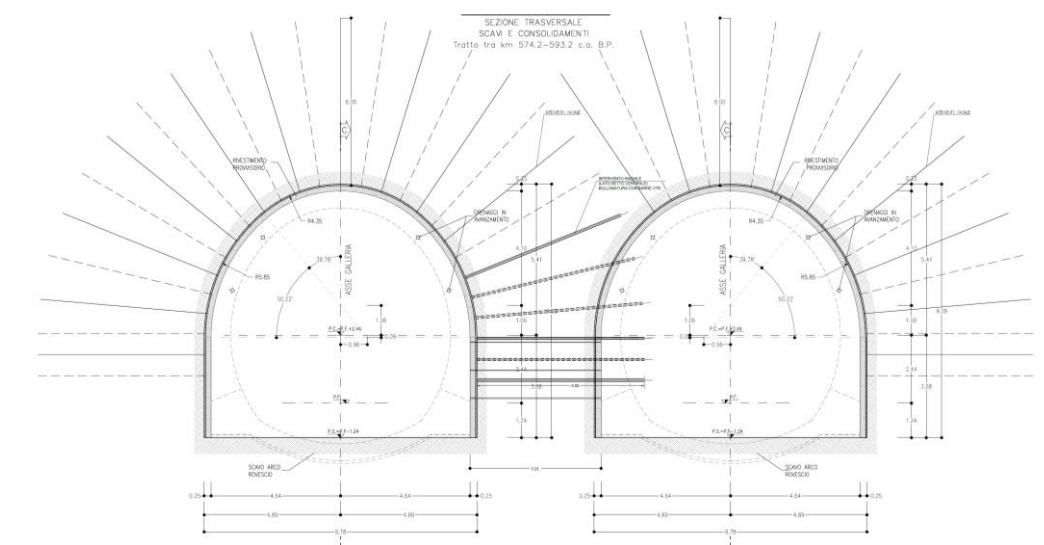


Figura 6-9 Scavo e sostegni - sezione tipo As.

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 43 di 80

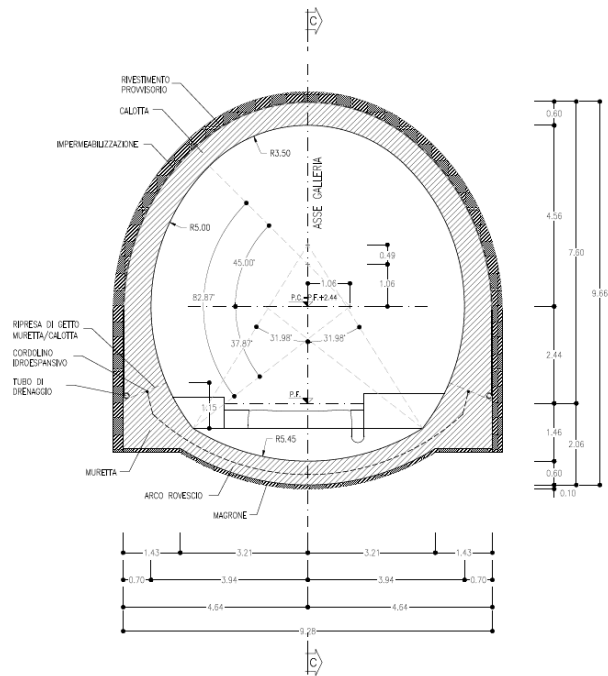


Figura 6-10 Carpenteria - Sezione di scavo As.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 44 di 80

6.1.6 Sezione tipo B1

La sezione B1 è una sezione di geometria tronco-conica con lunghezza del campo di avanzamento pari a 8,5 m, prevista prevalentemente in corrispondenza dell'attraversamento di zone di faglia nel Granito di Bressanone a coperture elevate e nelle Filladi BSSa, in zone di faglia per coperture inferiori a 300m. Presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi in avanzamento e rivestimento di prima fase:

- precontenimento al fronte realizzato mediante n°=20 elementi strutturali in VTR di lunghezza L=13,5 m, cementati in foro con miscele cementizie; è prevista una variabilità = ±20% riferita all'incidenza del consolidamento (numero e lunghezza);
- presostegno al contorno mediante n°=25 tubi in acciaio Ø127 lmn, sp.= 10 mn, L=12 m, valvolati (1 valvola/m), p=0,4 m, compresi entro un angolo di 120°;
- applicazione di uno strato di spritz-beton fibrorinforzato al fronte con spessore pari a 0,10 m sul 50% dei singoli sfondi e con spessore pari a 0,15 m per ogni fine campo;
- rivestimento di prima fase composto da uno strato con spessore pari a 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato (35 kg/m³ di fibre metalliche) e doppie centine IPN 180 con interasse di 1,0 m, al quale è associata una variabilità = ±20%;
- eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, L=30 m, sovrapposizione minima = 13.0 m, diametro estemo $\phi > 60$ nun, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC.

Rivestimento definitivo:

- arco rovescio e murette in calcestruzzo armate, con spessore pari a 0,80 m;
- calotta in calcestruzzo non armato con spessore variabile tra 0,50 - 1,15 m;

Le macrofasi costruttive sono le seguenti:

- Fase 1: sagomatura del fronte a forma concava, esecuzione dello strato di spritz-beton fibrorinforzato ed esecuzione del preconsolidamento del fronte secondo la geometria di progetto;
- Fase 2: esecuzione del presostegno al contorno secondo la geometria di progetto, con sovrapposizione minima di 3,5 m;
- Fase 3: eventuale esecuzione dei drenaggi in avanzamento;
- Fase 4: esecuzione dello scavo a piena sezione per una lunghezza massima del campo di scavo pari a 8.5 m e per singoli sfondi di lunghezza pari a 1.0 m, sagomando il fronte a forma concava;
- Fase 5: posa in opera del rivestimento di prima fase, contestualmente allo scavo, costituito da centine metalliche e da uno strato di spritz-beton fibrorinforzato. Le centine devono essere collegate tra loro attraverso apposite catene. La massima distanza del prerinvestimento dal fronte di scavo è pari a 1.5 m;

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 45 di 80

- Fase 6: scavo dell'arco rovescio. armatura e getto di arco rovescio e murette: la massima distanza del getto dell'arco rovescio dal fronte di scavo è pari a 1.5D (tale distanza potrà essere ridefinita in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo).
- Fase 7: posa in opera dell'impermeabilizzazione. con posizionamento dei tubi microfessurati in PVC e dei cordolini idroespansivi conformemente alle indicazioni di progetto:
- Fase 8: getto del rivestimento di calotta. eseguito ad una distanza massima dal fronte di scavo pari a 5D (tale distanza potrà essere ridefinita in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo).

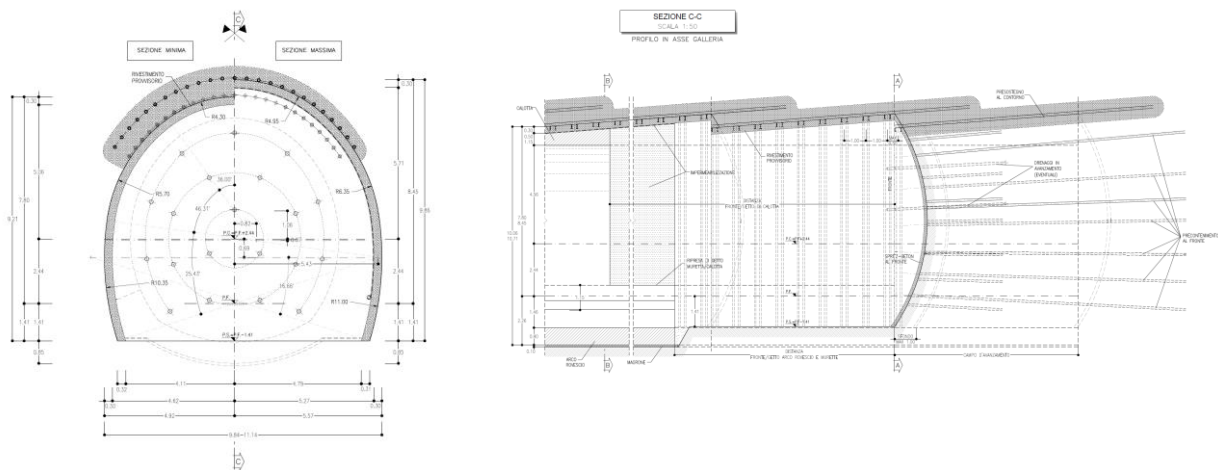


Figura 6-11 Scavo e sostegni - sezione tipo B1.

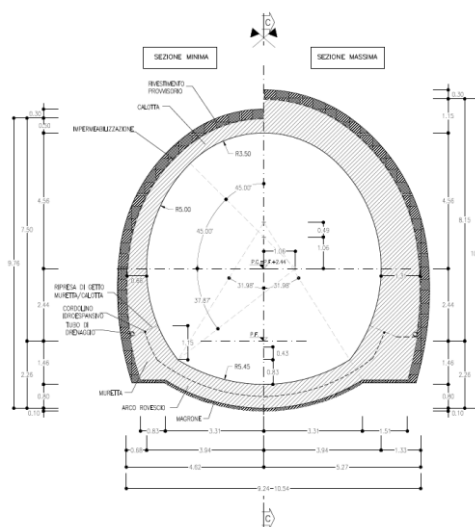


Figura 6-12 Carpenteria - Sezione di scavo B1.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 46 di 80

6.1.7 Sezione tipo C2v

La sezione C2v è una sezione di geometria tronco-conica con lunghezza del campo di avanzamento pari a 8,5 m, prevista come sezione prevalente per l'attraversamento delle zone di faglia/zone di danneggiamento nelle Filladi BSSa con coperture superiori ai 300m e con elevata fratturazione. Presenta le seguenti caratteristiche:

Interventi in avanzamento e rivestimento di prima fase:

- precontenimento al fronte realizzato mediante n°=30 elementi strutturali in VTR di lunghezza L=20 m, cementati in foro con miscele cementizie; è prevista una variabilità = $\pm 20\%$ riferita all'incidenza del consolidamento (numero e lunghezza);
- presostegno al contorno mediante n°=55 elementi strutturali in VTR valvolati (1 valvola/m), con lunghezza L=19 m, con eventuali iniezioni a P/V controllato; è prevista una variabilità = $\pm 20\%$ riferita all'incidenza del consolidamento (numero e lunghezza);
- presostegno al contorno mediante n°24 tubi in acciaio $\varnothing 127$ Imn, sp.= 10 mn, L=12 m, valvolati (1 valvola/m), p=0,45 m, compresi entro un angolo di 120°;
- precontenimento al piede centina mediante precontenimento al piede centina mediante 5+5/8.5 elementi strutturali in VTR valvolati (1 valvola/m), con lunghezza media L=11 m, con eventuali iniezioni a P/V controllato;
- applicazione di uno strato di spritz-beton fibrorinforzato al fronte con spessore pari a 0,10 m sul 50% dei singoli sfondi e con spessore pari a 0,15 m per ogni fine campo;
- eventuali 2+2 drenaggi in avanzamento, in caso di presenza d'acqua, L=30 m, sovrapposizione minima = 13.0 m, diametro estemo $\phi > 60$ nun, spessore 5 mm, rivestiti con calza in TNT;
- rivestimento di prima fase composto da: 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato (35 kg/m³ di fibre metalliche) e centine HEB 220 con interasse di 1,0 m, al quale è associata una variabilità = $\pm 20\%$;
- impermeabilizzazione costituita da tessuto non tessuto e manto in PVC.

Rivestimento definitivo:

- arco rovescio e murette in calcestruzzo armato, con spessore pari a 0,90 m;
- calotta in calcestruzzo non armato con spessore variabile tra 0,55 - 1,30 m;

Le macrofasi costruttive sono le seguenti:

- Fase 1: sagomatura del fronte a forma concava, esecuzione sul fronte di avanzamento di uno strato di spritz beton fibre-rinforzato ed esecuzione del precontenimento al fronte secondo la geometria di progetto;
- Fase 2: esecuzione del precontenimento e del presostegno del contorno secondo la geometria di progetto;
- Fase 3: eventuale esecuzione dei drenaggi in avanzamento;
- Fase 4: esecuzione dello scavo a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza massima pari a 1 m, sagomando il fronte a forma concava, e per una lunghezza massima del campo di scavo pari a 8,5 m;

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO 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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 47 di 80

- Fase 5: posa in opera del rivestimento di prima fase, contestualmente allo scavo, costituito da centine metalliche e da uno strato di spritz beton fibrorinforzato. Le centine dovranno essere collegate tra loro attraverso le apposite catene. La massima distanza del prerinvestimento dal fronte di scavo è pari a 1,5 m;
- Fase 6: scavo dell'arco rovescio, armatura e getto dell'arco rovescio e delle murette ad una distanza massima dal fronte di scavo di 1D (tale distanza potrà essere ridefinita in funzione del comportamento deformativo del cavo);
- Fase 7: posa in opera dell' impermeabilizzazione, con posizionamento dei tubi microfessurati in PVC e dei cordolini idroespansivi conformemente alle indicazioni di progetto;
- Fase 8: getto del rivestimento di calotta ad una distanza massima dal fronte di scavo di 3D (tale distanza potrà essere ridefinita in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo).

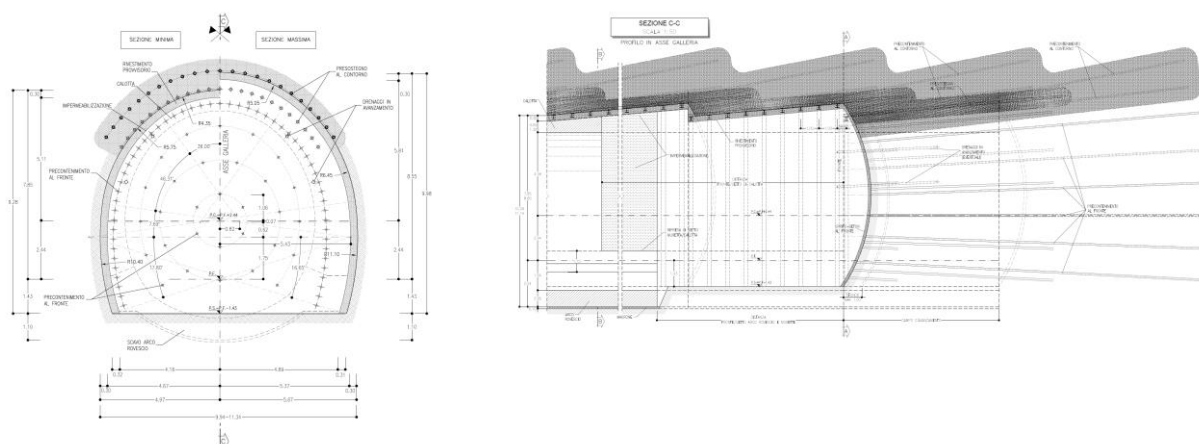


Figura 6-13 Scavo e sostegni - sezione tipo C2v.

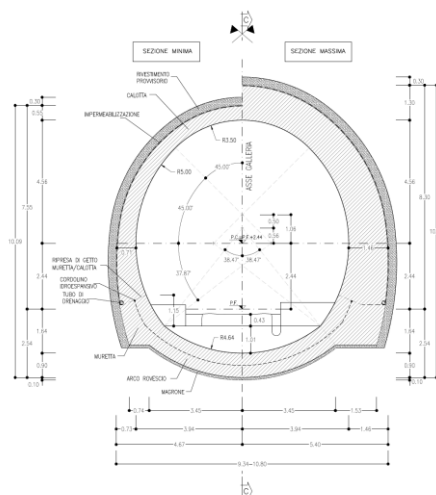


Figura 6-14 Carpenteria - Sezione di scavo C2v.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	48 di 80

6.2 GALLERIA GARDENA

Nella seguente tabella viene riportata la sintesi delle sezioni tipo previste nel PD con le indicazioni degli interventi di prima fase, le caratteristiche del rivestimento definitivo e la lunghezza di applicazione per la tratta in esame (canna binario dispari 16+153 – 16+530, canna binario pari 16+133 – 16+474).

Sezione tipo	Fase progettuale	SOSTEGNI							RIVESTIMENTO DEFINITIVO					Lunghezza di applicazione			
		Area scavo [m ²]	Sfondo max [m]	Spritz-beton	Ancoraggi radiali	Sostegno al contorno	Sostegno al fronte	Centine	Distanza vincolata arco rovescio	Distanza vincolata volta	Arco rovescio	Murette	Volta	Binario dispari		Binario pari	
A0	PD	78.04	2.80	25 cm fibro 35 kg/m ³	9/10 bulloni ϕ 24 o Swellex equivalenti \pm 20%, L = 4.5m p long 2.0m x p trasv 1.5m	-	-	-	max 5 ϕ	no	60 cm non armato	60 cm non armato	50 cm non armato	99	27.57%	86	26.50%
A1	PD	81.08	2.80	25 cm fibro 35 kg/m ³	-	-	-	2 IPN 180, p = 1.4m \pm 20%	max 5 ϕ	no	60 cm, armato 35 kg/m ³	70 cm, armato 35 kg/m ³	60 cm non armato	166	46.30%	150	46.42%
B1	PD	81.72 / 97.86	1.00	30 cm fibro 35 kg/m ³	-	25 tubi in acciaio ϕ 127/10mm L=12m, sovrapp. min 3.5m p=0.4m \pm 20%	20 VTR L=13.5 sovrapp. min 5m \pm 20%, 10 cm di SB sul 50% sfondi e 15 cm a fine campo	2 IPN 180, p = 1.0m \pm 20%	max 1.5 ϕ	max 5 ϕ	80 cm, armato 40 kg/m ³	80 cm, armato 40 kg/m ³	50 - 115 cm non armato	94	26.13%	87	27.08%

6.2.1 Sezione tipo A0

La sezione A0 è prevista come sezione prevalente per l'attraversamento nelle tratte di migliori caratteristiche (GSI elevati) dei Porfiroidi e delle Filladi BSSa. Per le caratteristiche degli interventi di prima fase e rivestimento definitivo si rimanda al cap. 6.1.1.

6.2.2 Sezione tipo A1

La sezione A1 è prevista come sezione prevalente per l'attraversamento dei Porfiroidi. Per le caratteristiche degli interventi di prima fase e rivestimento definitivo si rimanda al cap. 6.1.2.

6.2.3 Sezione tipo B1

La sezione B1 è una sezione di geometria tronco-conica con lunghezza del campo di avanzamento pari a 8,5 m, prevista come sezione prevalente per le Filladi BSSc e nelle zone di faglia dei Porfiroidi. Per le caratteristiche degli interventi di prima fase e rivestimento definitivo si rimanda al cap. 6.1.6.

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		
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	49 di 80

7. OTTIMIZZAZIONI DELLE SEZIONI TIPO

7.1 IPOTESI DI CALCOLO E PROCEDURA DI VERIFICA

La progettazione esecutiva delle gallerie in esame viene, condotta secondo il metodo ADECO-RS e si è articolata nelle seguenti fasi:

- Fase conoscitiva: finalizzata allo studio e all'analisi del contesto geologico e geotecnico in cui saranno realizzate la galleria; i risultati dello studio geologico sono descritti nelle specifiche relazioni Geologiche e Idrogeologiche a cui si rimanda per l'illustrazione del modello geologico; la sintesi dello studio geotecnico con la definizione del modello geotecnico di sottosuolo e dei parametri di progetto viene illustrata in dettaglio nei rapporti di calcolo.
- Fase di diagnosi: si esegue la valutazione della risposta deformativa dell'ammasso allo scavo in assenza di interventi di stabilizzazione per la determinazione delle categorie di comportamento. Le indicazioni saranno riportate all'interno dei rapporti di calcolo e sono presenti anche all'interno dei profili geomeccanici previsionali.
- Fase di terapia: sulla base dei risultati delle precedenti fasi progettuali, si individuano le modalità di scavo e gli interventi di stabilizzazione idonei mediante la definizione delle sezioni tipo per realizzare l'opera in condizioni di sicurezza. Le soluzioni progettuali sono state analizzate per verificarne l'adeguatezza della stabilità globale della cavità, per il dimensionamento/verifica degli interventi di stabilizzazione e dei rivestimenti, nelle diverse fasi costruttive e in condizioni di esercizio.

Di seguito l'elenco sintetico dell'approccio di calcolo adottato per le verifiche delle sezioni tipo:

- per le sezioni con chiodature ed assenza di centine con comportamento dell'ammasso A/B secondo la classificazione ADECO-RS, vengono eseguiti oltre i modelli con il software agli elementi finiti Plaxis, anche le verifiche del pre-rivestimento secondo lo scenario di pericolo caduta blocchi mediante il software UnWedge 4.0 (RocScience), visto il riscontro degli scavi della limitrofa galleria di base del Brennero in cui soprattutto per lo scavo all'interno dei graniti di Bressanone è risultato il principale scenario di rischio per coperture inferiori agli 800 m circa. Di seguito gli estratti delle ipotesi considerate per la galleria di base del Brennero con il modello di calcolo 2D a barre-molle del rivestimento definitivo (Figura 7-1).
- i rivestimenti definitivi vengono verificati mediante il software Plaxis considerando una fase di lungo termine con la presenza di un carico idraulico pari a 20 m simulando l'inefficienza del sistema di drenaggio.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO 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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 50 di 80

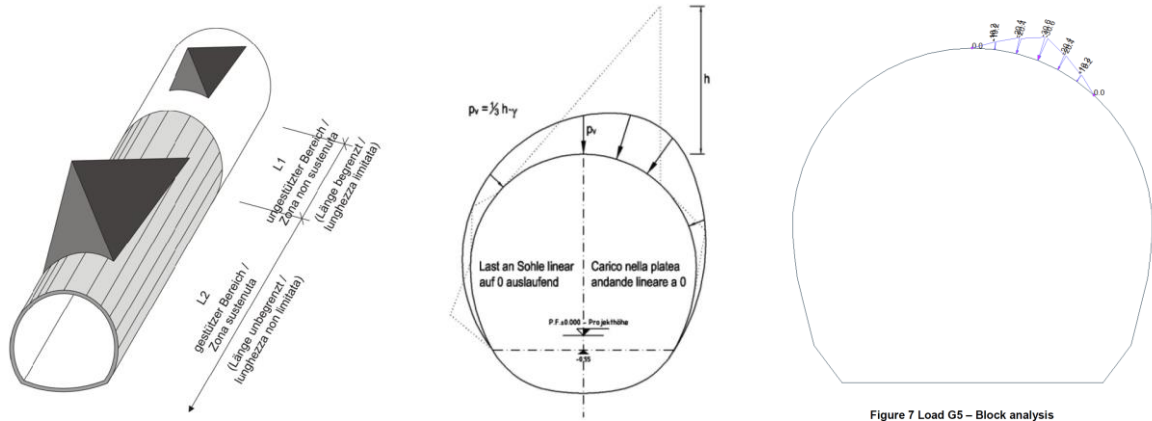


Figure 7 Load G5 – Block analysis

Figura 7-1 Carico da blocchi (Galleria di base del Brennero).

Per i dettagli inerenti le caratteristiche dei parametri geomeccanici, le ipotesi del carico idraulico ed i modelli di calcolo che si sono eseguiti per la verifica del pre-rivestimento e rivestimento definitivo si rimanda alle relazioni di calcolo [D54]-[D55].

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							<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1AEZZ</td> <td>RHGN</td> <td>0000011</td> <td>B</td> <td>51 di 80</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	51 di 80													

7.2 DESCRIZIONE DELLE OTTIMIZZAZIONI

Nei seguenti paragrafi vengono riepilogate le caratteristiche delle sezioni tipo ottimizzate. Le tratte delle gallerie di linea in corrispondenza degli incroci con i by-pass verranno analizzate in un rapporto di calcolo specifico e sono previste con rivestimento definitivo armato. Nel successivo capitolo vengono riportati i campi di applicazione delle sezioni tipo in base agli scenari di pericolo previsti.

La posizione del tubo delle acque di piattaforma è stata ottimizzata in analogia a quanto sviluppato per la tratta in TBM.

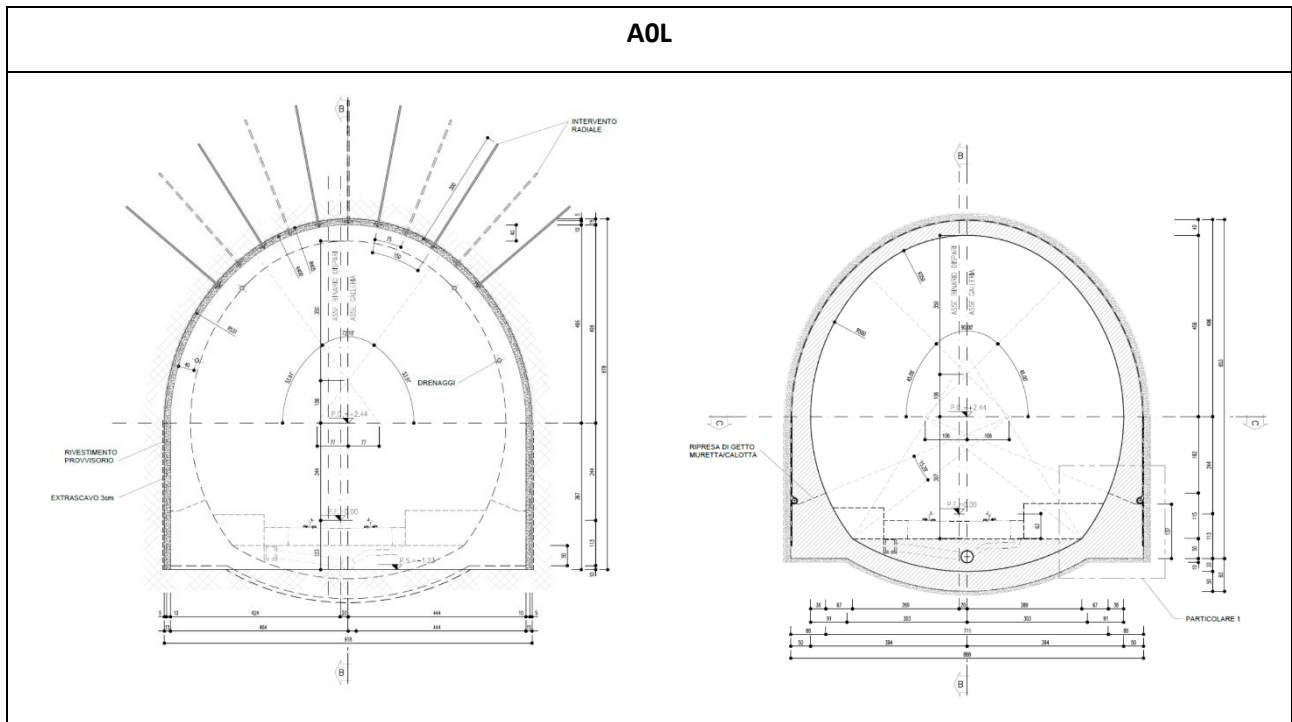
La relativa variabilità delle sezioni tipo sarà proposta nelle relazioni dedicate alle Linee guida [D48] e [D51].

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 52 di 80

7.2.1 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 7-1. Sezione tipo A0L

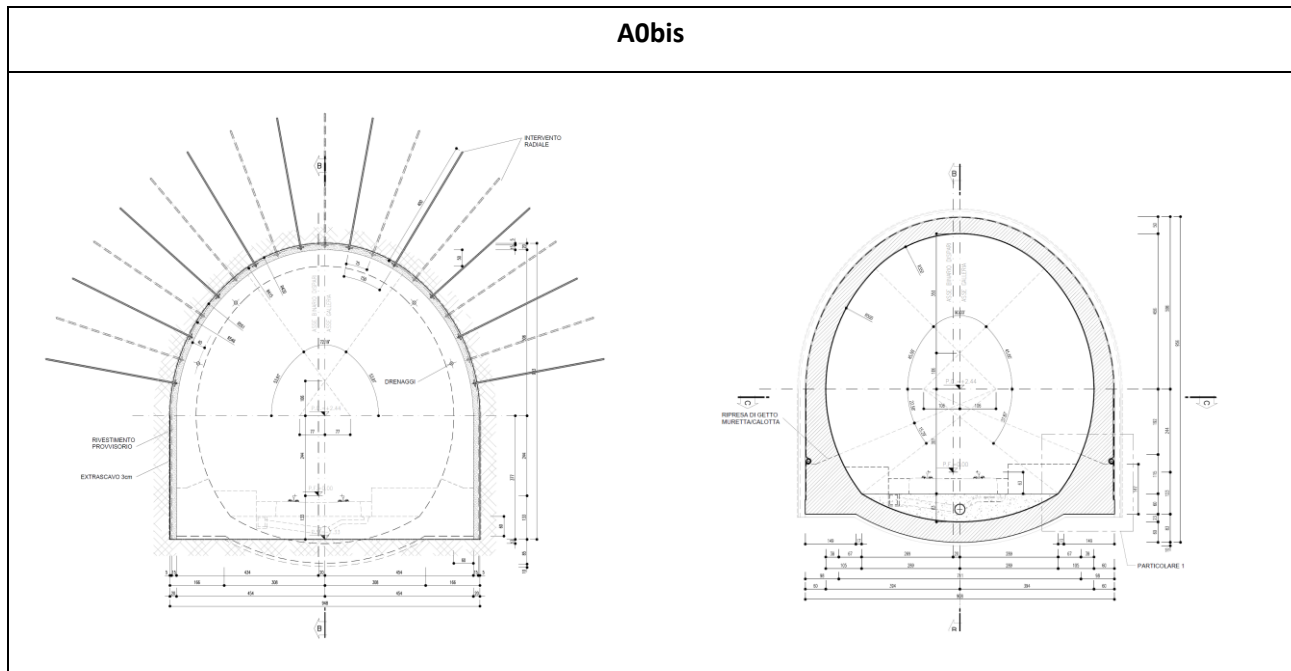


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	53 di 80

7.2.2 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 7-2. Sezione tipo A0bis

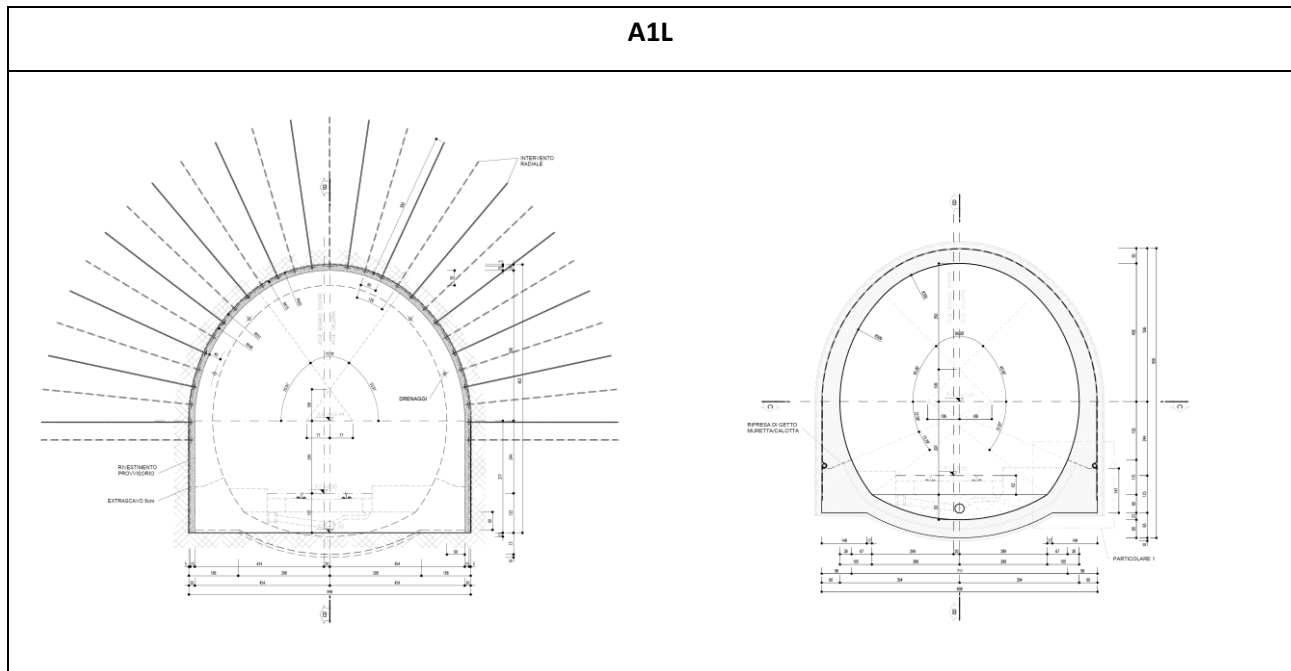


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 54 di 80

7.2.3 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		
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 7-3. Sezione tipo A1L

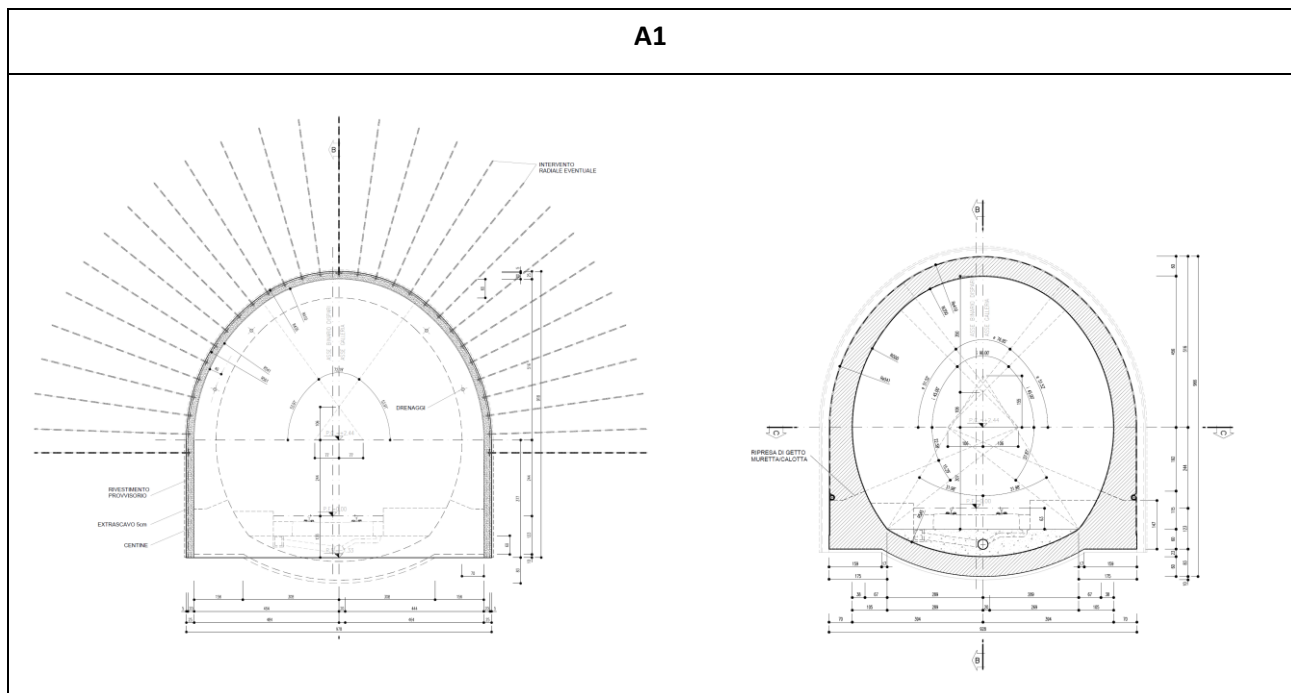


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 55 di 80

7.2.4 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 Ø24mm , L= 5.0, $i_{LONG}=1.4$ 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 =20 cm, seconda fase
	Centine metalliche	2 IPN 180, $i=1.4$ m ($\pm 20\%$)
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 = 60 cm, in cls non armato

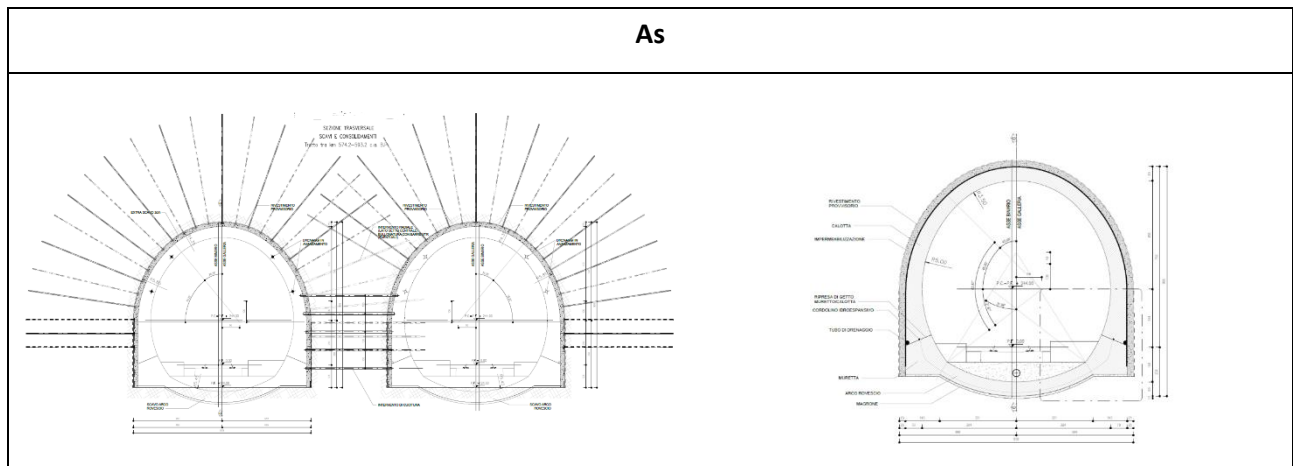
Tabella 7-4. Sezione tipo A1



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:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B	56 di 80

7.2.5 Sezione tipo AS

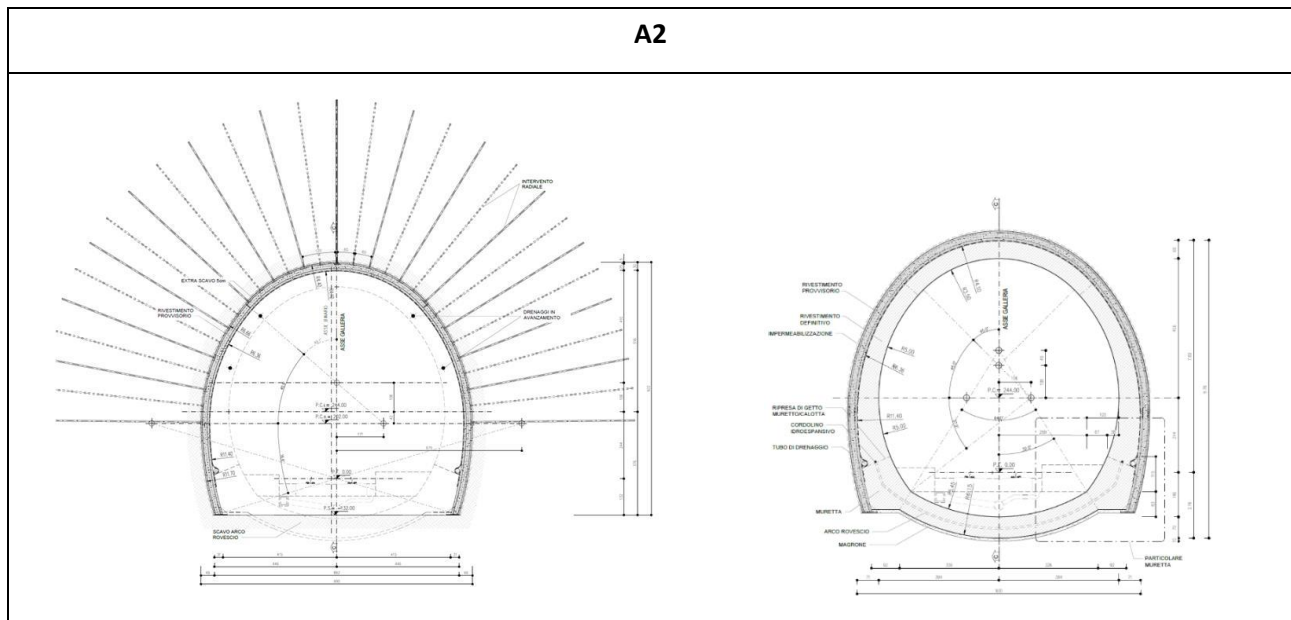
Campo di avanzamento	-	
Sfondo massimo	3,0 m (sagomatura del fronte a forma concava)	
Sostegno al fronte	5 cm betoncino proiettato fibrorinforzato	
Sostegno radiale	<p>Binario pari: n° 10/11 bulloni Ø 24 ad ancoraggio puntuale disposti in raggiera alternate, l=6m passo long.= 1.50m passo trasv.=1.5m ±20%</p> <p>Binario dispari: n° 9/9 bulloni Ø 24 ad ancoraggio puntuale disposti in raggiera alternate, l=6m passo long.= 1.50m passo trasv.=1.5m ±20%</p> <p>Intervento radiale lato setto centrale binario pari: n°6 elementi strutturali in vtr Ø 32 l=6.00m, cementati in foro con miscele cementizie - passo 1.50m long. x 1.50m trasv.</p> <p>Intervento di cucitura setto centrale: n°5 bulloni passanti cementati in foro con miscele cementizie e serrati con chiave dinamometrica barra Ø 32 mm l.var=3.20÷5.40 - passo 1.50m long. X 1.00m trasv</p>	
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, Ltot = 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 =20 cm, seconda fase
	Centine metalliche	2 IPN 160, i=1.5 m ±20%
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 = 60 cm, in cls 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:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 57 di 80

7.2.6 Sezione tipo 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

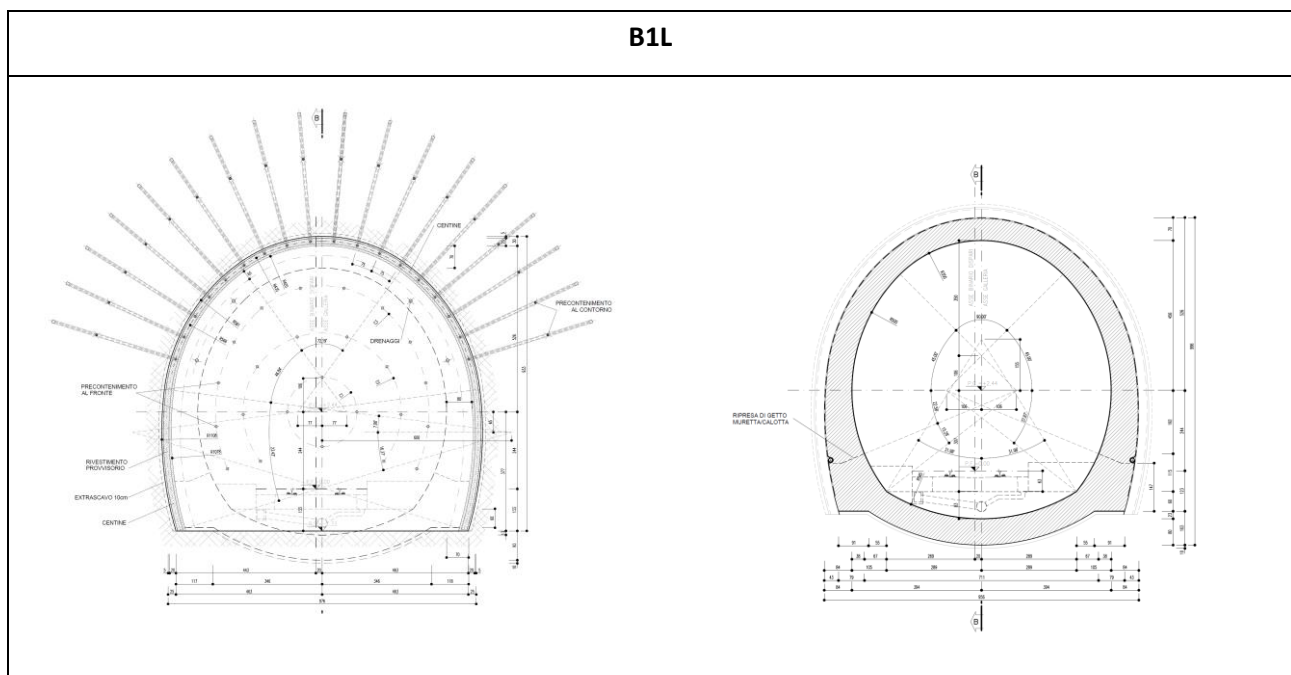


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 58 di 80

7.2.7 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 ±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 ±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 = 1.2 m (±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 7-5. Sezione tipo B1L

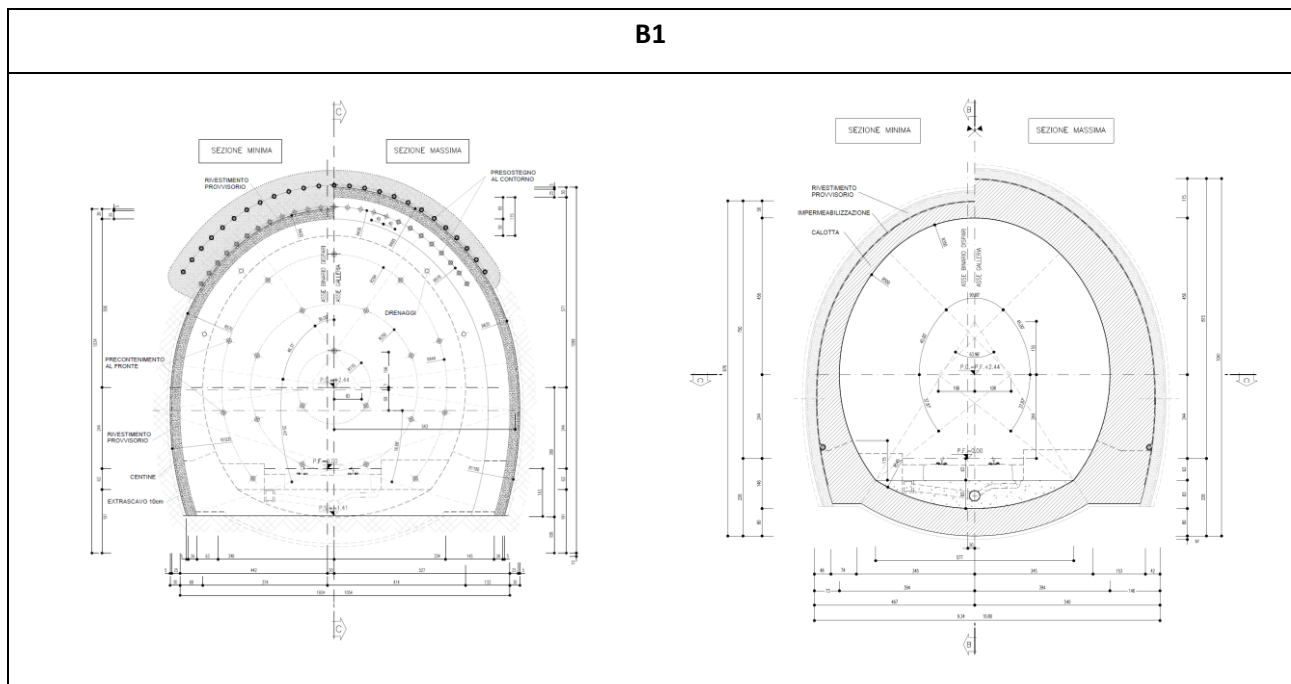


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 59 di 80

7.2.8 Sezione B1

Campo di avanzamento	8.5 m	
Sfondo massimo	1.0 m con sagomatura del fronte a forma concava	
Sostegno al fronte	20 elementi strutturali in VTR di lunghezza L=13,5 m, sovrapp. min 5 m, cementati in foro con miscele cementizie; è prevista una variabilità = ±20%; 10 cm di SB fibrorinforzato su ciascuno sfondo e 15 cm a fine campo	
Sostegno radiale	-	
Sostegno al contorno	25 tubi in acciaio Ø127 lmn, sp.= 10 m, L=12 m sovrapp. min 3,5 m,, valvolati (1 valvola/m), p=0,4 m, compresi entro un angolo di 120° (±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 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%)
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 = 50-115 cm, in cls non armato

Tabella 7-6. Sezione tipo B1

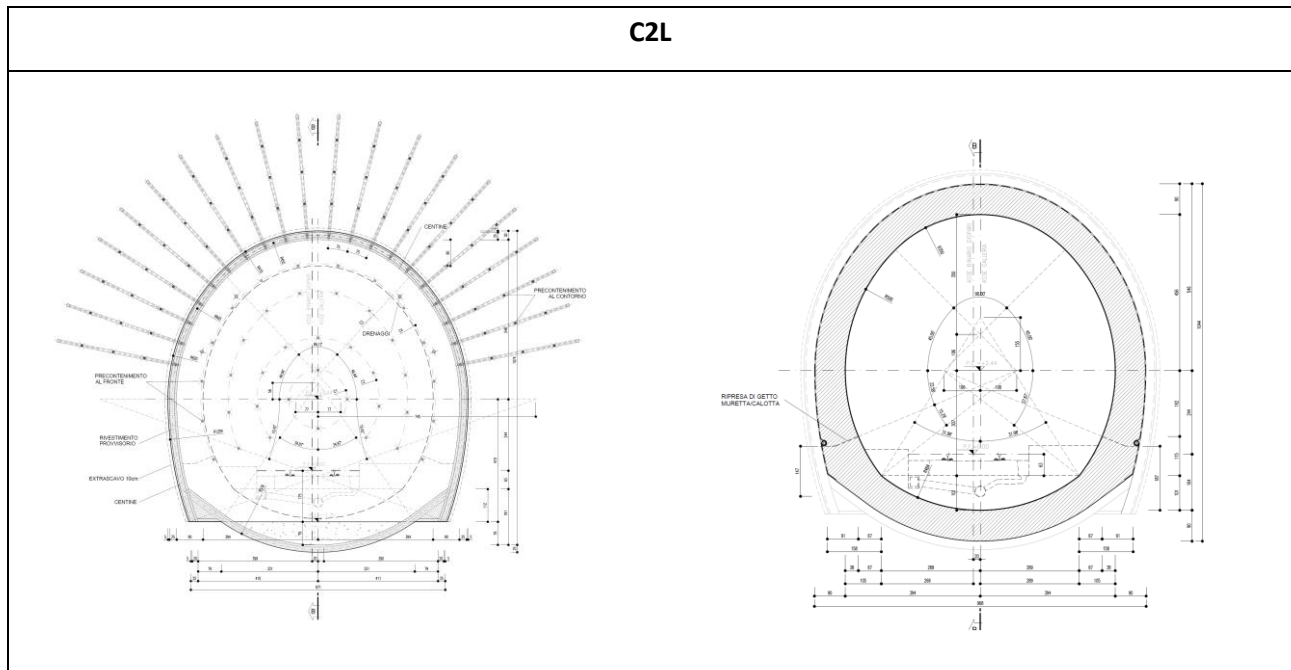


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 60 di 80

7.2.9 Sezione tipo 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 7-7. Sezione tipo C2L

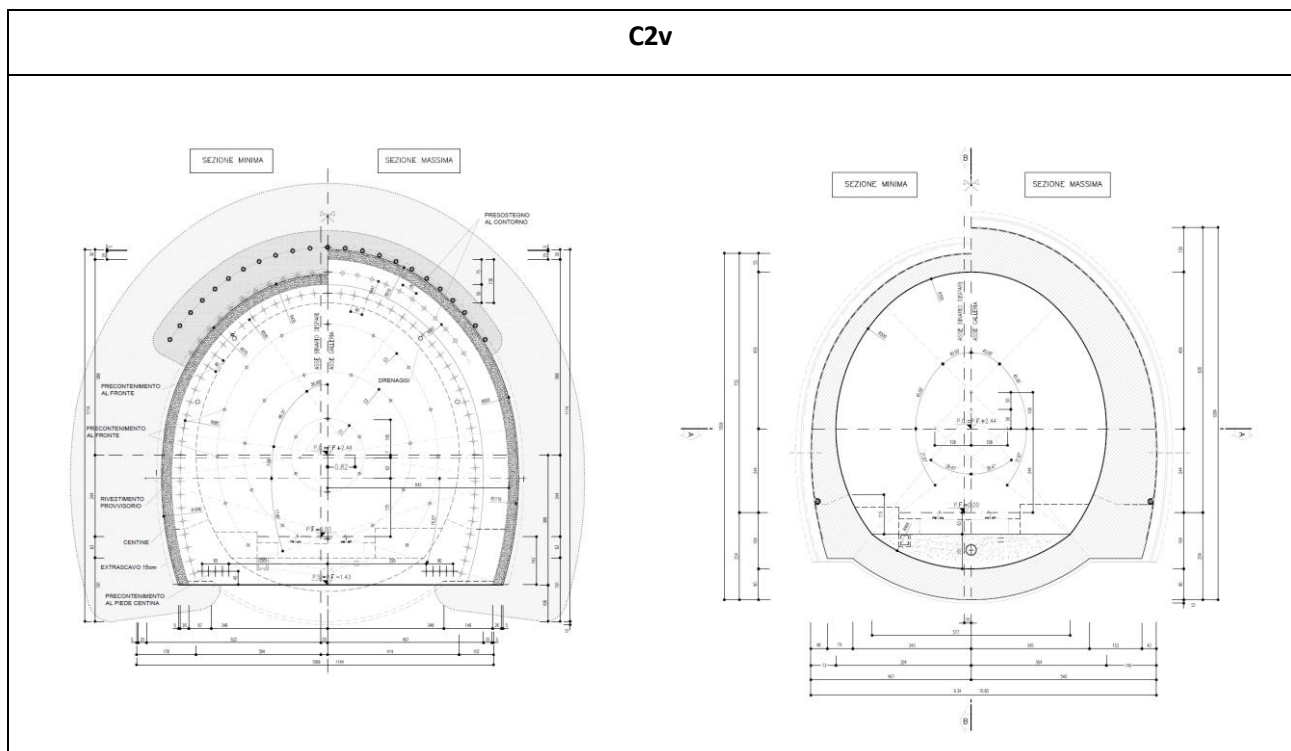


APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 61 di 80

7.2.10 Sezione tipo 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 7-8. 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:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	62 di 80

7.2.11 Sintesi delle ottimizzazioni rispetto alle sezioni tipo del PD

Sezione tipo PE	Modifica rispetto al PD
A0L	<ul style="list-style-type: none"> • Nuovo profilo, non presente nel PD
A0bis	<p>Modifiche rispetto alla sezione A0 di PD:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Scavi e consolidamenti: <ul style="list-style-type: none"> ○ Lunghezza bulloni 4.0m invece di 4.5m previsti nel PD e impiego di bulloni Swellex Pm 16 invece delle barre $\phi 24$ mm; ○ Applicazione del betoncino proiettato fibrorinforzato al fronte di spessore 5 cm dopo ogni sfondo; ○ Sfondo massimo 3.0 m invece di 2.8m previsto nel PD; ○ Riduzione spessore di 5 cm per il betoncino proiettato fibrorinforzato al contorno. • Rivestimenti definitivi: non modificati spessori ed armature; svincolata la distanza di getto del rivestimento definitivo
A1L	<ul style="list-style-type: none"> • Nuovo profilo, non presente nel PD
As	<ul style="list-style-type: none"> • Scavi e consolidamenti: <ul style="list-style-type: none"> ○ Applicazione del betoncino proiettato fibrorinforzato al fronte di spessore 5 cm dopo ogni sfondo • Rivestimenti definitivi: non modificati spessori ed armature; svincolata la distanza di getto del rivestimento definitivo
B1L	<ul style="list-style-type: none"> • Nuovo profilo, non presente nel PD
B1	<ul style="list-style-type: none"> • Scavi e consolidamenti: non modificati • Rivestimenti definitivi: non modificati spessori ed armature; • Modifica della distanza di getto dell'arco rovescio dal fronte da 1.5 ϕ a 3 ϕ
C2L	<ul style="list-style-type: none"> • Nuovo profilo, non presente nel PD
C2v	<ul style="list-style-type: none"> • Scavi e consolidamenti: non modificati • Rivestimenti definitivi: non modificati spessori ed armature; • Modifica della distanza di getto dell'arco rovescio dal fronte da 1 ϕ a 3 ϕ e della volta da 3 ϕ a 5 ϕ

Tabella 7-9. Sintesi delle ottimizzazioni rispetto alle sezioni tipo del PD

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPLICAMENTO 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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 63 di 80

8. CAMPO DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO IN BASE AGLI SCENARI DI PERICOLO PREVISTI

Di seguito sono riportati i campi di applicazione e gli scenari di rischio per ogni sezione tipo. La distribuzione proposta in PE è indicata nei profili geomeccanici [D14]-[D24]. Viene inoltre riportato il confronto tra previsione di PD e previsione di PE, argomentando le proposte eseguite. La forte variabilità di impiego delle sezioni tipo è giustificata dalle diverse condizioni previste fra le due gallerie di linea.

8.1 GALLERIA SCALERES

Di seguito sono riportati i campi di applicazione e gli scenari di rischio per ogni sezione tipo. La distribuzione proposta in PE è indicata nei profili geomeccanici [D14]-[D21].

SEZIONE TIPO	TRATTA DI APPLICAZIONE PRESUNTA [%]	CAMPO DI APPLICAZIONE E SCENARI DI RISCHIO POTENZIALI
A0L	40-45%	La sezione A0L è prevista come sezione prevalente all'interno del Granito di Bressanone (unità ybi) 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 $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} > 0.6$. Fronte e cavo stabile in assenza di sostegni, classe A secondo la classificazione ADECO-RS. Rischio potenziale prevalente: caduta blocchi.
A0bis	30-35%	La sezione A0bis è prevista all'interno dei complessi del Granito di Bressanone unità ybi (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 $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.4 - 0.6$. Fronte e cavo stabile in assenza di sostegni, classe A secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: caduta blocchi.
A1L	8-12%	La sezione A1L è prevista all'interno delle zone con elevata fratturazione presenti nell'unità del Granito di Bressanone (unità ybi), 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 $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.3 - 0.4$. Fronte e cavo 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.
A1	6-8%	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 inferiori a 5 cm, squeezing medio-basso, differenti litologie.
As	1-2%	Tratto con setto a spessore ridotto nella tratta iniziale di galleria naturale dopo l'imbocco lato Fortezza all'interno dei Graniti di Bressanone a basse coperture.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 64 di 80

SEZIONE TIPO	TRATTA DI APPLICAZIONE PRESUNTA [%]	CAMPO DI APPLICAZIONE E SCENARI DI RISCHIO POTENZIALI
A2	2-3%	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 $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.25 - 0.3$.
B1L	2-3%	La sezione B1L è prevista nelle zone di faglia/zona altamente fratturata all'interno delle Filladi Cornubianitiche (MPC) con coperture inferiori a 550 m e nella zona con copertura di ca. 30 m nei Graniti di Bressanone (y) , GSI da 35 a 45. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.15 - 0.25$. Fronte e cavo 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.
C2v	1-2%	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.
C2L	<1%	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.

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				
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 65 di 80	

Nel seguito viene riportato il confronto tra previsione di PD e previsione di PE, argomentando le proposte di ottimizzazione eseguite sulla base del ritorno di esperienza della limitrofa Galleria di base del Brennero e sulla base delle nuove verifiche riportate nella relazione di calcolo [D54]. L'analisi viene eseguita con riferimento alla canna binario dispari. Analoghe considerazioni sono valide anche per la canna pari. Si evidenzia inoltre che le faglie 5, 8, 9, 10, 11 e 12 sono definite come incerte all'interno del documento [D47].

da pk.	a pk.	Ammasso	L [m]	Sezioni tipo PD	Sezioni tipo PE	Commenti
0+534.78	0+543.78	at1	9.1	Concio d'attacco	Concio d'attacco	Imbocco Nord
0+543.78	0+573.50	ybi	29.7	B1 100%	As 80% B1L 20%	Graniti/Granodioriti, basse coperture <30m, zona di contatto geologico, GSI tra 40 e 70, fronte stabile a breve termine. Prevalenza di applicazione del profilo tipo As previsto nel settore con setto di spessore ridotto con presenza di ancoraggi radiali e di cucitura visto il rischio prevalente dovuto al distacco di blocchi.
0+573.50	0+592.50	ybi	19.0	As 100%	As 100%	Graniti/Granodioriti, basse coperture <30m, zona di contatto geologico, GSI tra 40 e 70, fronte stabile a breve termine. Applicazione del profilo tipo As previsto nel settore con setto di spessore ridotto con presenza di ancoraggi radiali e di cucitura visto il rischio prevalente dovuto al distacco di blocchi.
0+592.50	0+623.97	ybi	31.5	A1 70% A0 30%	A0bis 70% A0L 30%	Graniti/Granodioriti, basse coperture <30m, GSI tra 55 e 70, fronte stabile. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
0+623.97	0+643.97	Faglia 1 (ybi)	20.0	A1 60% A2 40%	A1L 60% A0bis 40%	Faglia core-zone GSI 35-45 per metà estensione e damage zone con GSI = 45-60 nel restante settore, basse coperture <30m, rischio di spinte dissimetriche, σ_{ci} 110 MPa, fronte stabile. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
0+643.97	0+828.00	ybi	184.0	A1 60% A2 40%	A0L 60% A0bis 40%	Graniti/Granodioriti, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 110 - 138 MPa, fronte stabile coperture tra 30-80m. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
0+828.00	0+868.00	Faglia 2 (ybi)	40.0	B1 70% A2 30%	A1L 60% A0bis 40%	Faglia core-zone GSI 35-45 per metà estensione e damage zone con GSI = 45-60 nel restante settore, coperture 65-80 m, rischio di spinte dissimetriche, σ_{ci} 110 MPa, fronte stabile. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
0+868.00	1+131.44	ybi	263.4	A0 60% A1 40%	A0L 60% A0bis 40%	Graniti/Granodioriti, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 110 - 138 MPa, fronte stabile coperture tra 80-140m. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
1+131.44	1+198.03	Faglia 3 (ybi)	66.6	A2 60% B1 40%	A1L 60% A0bis 40%	Faglia core-zone GSI 35-45 per metà estensione e damage zone con GSI = 45-60 nel restante settore, coperture 140-150 m, rischio di spinte dissimetriche, σ_{ci} 110 MPa, fronte stabile. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
1+198.03	1+235.21	ybi	37.2	A2 60% A1 40%	A0L 60% A0bis 40%	Graniti/Granodioriti, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 110 - 138 MPa, fronte stabile coperture ca. 140-150m. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B	66 di 80

da pk.	a pk.	Ammasso	L [m]	Sezioni tipo PD	Sezioni tipo PE	Commenti
						delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
1+235.21	1+321.57	Faglia 4 (ybi)	86.4	A2 60% B1 40%	A1L 60% A0bis 40%	Faglia core-zone GSI 35-45 per metà estensione e damage zone con GSI = 45-60 nel restante settore, coperture ca. 140 m, rischio di spinte dissimetriche, σ_{ci} 110 MPa, fronte stabile. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
1+321.57	1+392.52	ybi	70.9	A0 70% A1 30%	A0L 60% A0bis 40%	Graniti/Granodioriti, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 110 - 138 MPa, fronte stabile coperture ca. 100-150m. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
1+392.52	1+412.52	Faglia 5 (ybi)	20.0	A2 80% B1 20%	A1L 60% A0bis 40%	Faglia core-zone GSI 35-45 per metà estensione e damage zone con GSI = 45-60 nel restante settore, coperture ca. 150 m, rischio di spinte dissimetriche, σ_{ci} 110 MPa, fronte stabile. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
1+412.52	1+464.82	ybi	52.3	A2 60% A1 40%	A0L 60% A0bis 40%	Graniti/Granodioriti, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 110 - 138 MPa, fronte stabile coperture ca. 150-200m. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
1+464.82	1+583.18	Faglia 6 (ybi)	118.4	B1 40% A1 40% A2 20%	A1L 60% A0bis 40%	Faglia core-zone GSI 35-45 per metà estensione e damage zone con GSI = 45-60 nel restante settore, coperture ca. 210 m, rischio di spinte dissimetriche, σ_{ci} 110 MPa, fronte stabile. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
1+583.18	1+828.01	ybi	244.8	80% A0 15% A1 5% A2	A0L 70% A0bis 30%	Graniti/Granodioriti, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 110 - 138 MPa, fronte stabile coperture ca. 210-270m. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
1+828.01	1+893.71	Faglia 7 (ybi)	65.7	B1 60% A1 40%	A1L 100%	Faglia core-zone GSI 35-45 per metà estensione e damage zone con GSI = 45-60 nel restante settore, σ_{ci} 110 MPa, coperture ca. 270-280 m, rischio di spinte dissimetriche, fronte stabile/ stabile a breve termine. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
1+893.71	1+956.66	ybi	62.9	A1 60% A0 40%	A0L 70% A0bis 30%	Graniti/Granodioriti, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 110 - 138 MPa, fronte stabile coperture ca. 270-300m. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
1+956.66	2+188.23	ybi	231.6	80% A0 15% A1 5% A2	A0L 90% A0bis 10%	Graniti/Granodioriti, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 110 - 138 MPa, fronte stabile coperture ca. 300-400m. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.
2+188.23	2+228.23	Faglia 8 (ybi)	40.0	B1 60% A1 40%	A1L 100%	Faglia core-zone GSI 35-45 per metà estensione e damage zone con GSI = 45-60 nel restante settore, σ_{ci} 110 MPa, coperture ca. 400-430 m, σ_{ci} 110 MPa, rischio di spinte dissimetriche, fronte stabile / stabile a breve termine. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti similari.

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B	67 di 80

da pk.	a pk.	Ammasso	L [m]	Sezioni tipo PD	Sezioni tipo PE	Commenti
2+228.23	2+256.51	ybi	28.3	A1 60% A0 40%	A0L 90% A0bis 10%	Graniti/Granodioriti, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 110 - 138 MPa, fronte stabile coperture ca. 430-450m, rischio spalling basso. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti simili.
2+256.51	2+993.56	ybi	737.1	A0 50% A1 35% A2 15%	A0L 80% A0bis 20%	Graniti/Granodioriti, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 110 - 138 MPa, fronte stabile coperture ca. 450-600m, rischio spalling basso. Applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti simili.
2+993.56	3+013.38	Faglia 9 MPC	19.8	B1 60% A1 40%	B1L 50% A1 50%	Faglia core-zone GSI 35-45 per metà estensione e damage zone con GSI = 45-60 nel restante settore, σ_{ci} 110 MPa, coperture ca. 520 m, rischio di spinte dissimetriche, contatto geologico graniti/filladi cornubianitiche, rischio squeezing basso, fronte stabile a breve termine. Previsione di applicazione di profili centinati con preferenza della sezione tipo B1L nel caso in cui siano necessari interventi al contorno e al fronte.
3+013.38	3+076.65	MPC	63.3	A0 60% A1 40%	A0bis 70% A0L 30%	Filladi Cornubianitiche, Cornubianiti filladiche e cornubianiti, GSI tra 55 e 65, σ_{ci} 70 - 100 MPa, fronte stabile coperture ca. 470-520m, rischio squeezing basso. Applicazione prevalente di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti simili.
3+076.65	3+139.68	MPC	63.0	A0 60% A1 40%	A0bis 70% A1 30%	Filladi Cornubianitiche, Cornubianiti filladiche e cornubianiti, GSI tra 55 e 65, σ_{ci} 70 - 100 MPa, fronte stabile coperture ca. 470-440m, rischio squeezing basso, possibili spinte dissimetriche. Applicazione prevalente di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti simili.
3+139.68	3+159.50	Faglia 10 MPC	19.8	B1 80% A1 20%	B1L 80% A1 20%	Faglia GSI 35, σ_{ci} 70 MPa, coperture ca. 520 m, rischio di spinte dissimetriche, contatto geologico graniti/filladi cornubianitiche, rischio squeezing basso, fronte stabile a breve termine. Previsione di applicazione di profili centinati con preferenza della sezione tipo B1L nel caso in cui siano necessari interventi al contorno e al fronte.
3+159.50	3+220.49	MPC	61.0	A1 40% A1bis 30% A2 15% B1 15%	A1 70% A0BIS 30%	Filladi Cornubianitiche, Cornubianiti filladiche e cornubianiti, GSI tra 55 e 65, σ_{ci} 70 - 100 MPa, fronte stabile coperture ca. 470-440m, rischio squeezing basso, possibili spinte dissimetriche, transizione litologica. Previsione di applicazione del profilo centinato A1 per transizione litologica.
3+220.49	3+293.92	BSSa	73.4	A1 40% A1bis 30% A2 15% B1 15%	A1 100%	Filladi ricche in quarzo, GSI tra 50 e 55, σ_{ci} 35 - 80 MPa, fronte stabile coperture ca. 380-400m, rischio squeezing basso; possibili spinte dissimetriche, transizione litologica. Previsione di applicazione prevalente del profilo centinato A1 con eventuale installazione di bulloni radiali.
3+293.92	3+313.74	Faglia 11 BSSa/BSS	19.8	C2v 60% B1 40%	C2L 100%	Faglia GSI 35, σ_{ci} 55 MPa, coperture ca. 380 m, rischio di spinte dissimetriche, contatto geologico filladi ricche in quarzo/filladi a granato, deformazioni plastiche, fronte instabile. Previsione di applicazione di profili centinati con interventi al contorno e al fronte.
3+313.74	3+463.84	BSS	150.1	A2 60% A0 30% A1 10%	A1 20% A0bis 65% A2 15%	Filladi a granato, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 35 - 80 MPa, fronte stabile coperture ca. 380-450m, rischio squeezing basso. Prevalenza di applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti di ammassi scistosi ed alte coperture con GSI \geq 65

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	68 di 80

da pk.	a pk.	Ammasso	L [m]	Sezioni tipo PD	Sezioni tipo PE	Commenti
3+463.66	3+485.25	BSS	-	-		Finestra di Forch
3+485.25	3+578.25	BSS	93	A2 69% A1 19% C2v 12%	A1 20% A0bis 65% A2 15%	Filladi a granato, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 35 - 80 MPa, fronte stabile coperture ca. 380-450m, rischio squeezing basso, fronte stabile. Prevalenza di applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti di ammassi scistosi ed alte coperture con GSI \geq 65
3+578.25	3+628.25	Faglia 12 BSS	50.0		C2V 80% A2 20%	Faglia GSI 35, σ_{ci} 40 MPa, coperture ca. 480 m, rischio di spinte dissimetriche, deformazioni plastiche, fronte instabile. Previsione di applicazione di profili centinati con interventi al contorno e al fronte.
3+628.25	3799,25	BSS	171.1		A1 20% A0bis 65% A2 15%	Filladi a granato, GSI tra 60 e 70, σ_{ci} 35 - 80 MPa, fronte stabile coperture ca. 520m, rischio squeezing basso, fronte stabile. Prevalenza di applicazione di profili con spritz e bulloni sulla base delle esperienze della limitrofa Galleria di base del Brennero in contesti di ammassi scistosi ed alte coperture con GSI \geq 65.
15+652.54	15+686.14	δ	33.6	B1	B1L 100%	Tratta tra caverna di smontaggio – concio di attacco Dioriti di Chiusa, GSI = 35, σ_{ci} 70 MPa, fronte stabile coperture <30m, rischio squeezing basso, fronte stabile a breve termine. Previsione di applicazione di profili centinati con interventi al contorno e al fronte.
15+686.14	15+697.44	δ	11.3	-	-	Imbocco Sud Concio d'attacco

Tabella 8-1. Sintesi delle ottimizzazioni delle percentuali di applicazione rispetto al PD

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				
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 69 di 80	

8.2 GALLERIA GARDENA

Di seguito sono riportati i campi di applicazione e gli scenari di rischio per ogni sezione tipo. La distribuzione proposta in PE è indicata nei profili geomeccanici [D22]-[D24].

SEZIONE TIPO	TRATTA DI APPLICAZIONE PRESUNTA [%]	CAMPO DI APPLICAZIONE E SCENARI DI RISCHIO POTENZIALI
A0bis	30–35%	Porfiroidi (unità p) struttura massiva, con buone proprietà geomeccaniche ed un GSI maggiore di 45. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} > 0.4$. Fronte e cavo stabile in assenza di sostegni, classe A secondo la classificazione ADECO-RS. Scenario di pericolo prevalente: caduta blocchi.
A1L	30–35%	Porfiroidi (unità p) maggiormente fratturati GSI 40 – 45. Fronte e cavo stabile / stabile in assenza di sostegni, classe A secondo la classificazione ADECO-RS. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.35 - 0.4$. Scenario di pericolo prevalente: caduta blocchi.
A1	18-20%	Porfiroidi (unità p) maggiormente fratturati GSI 35 – 40. Fronte e cavo stabile / stabile a breve termine in assenza di sostegni, classe A/B secondo la classificazione ADECO-RS. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.25 - 0.35$. Scenario di pericolo prevalente: caduta blocchi, squeezing basso.
B1L	6-7%	Porfiroidi (unità p) maggiormente fratturati GSI 30-35 e/o porfirodi fratturati con coperture <90m Fronte e cavo stabile a breve termine in assenza di sostegni, classe B secondo la classificazione ADECO-RS. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.20 - 0.25$. Rischi potenziali prevalenti: deformazioni, squeezing medio, spinte dissimetriche, venute d'acqua rischio medio.
B1	6-7%	Porfiroidi (unità p) maggiormente fratturati GSI 20-30 e/o porfirodi fratturati con coperture <90m Fronte e cavo stabile a breve termine in assenza di sostegni, classe B secondo la classificazione ADECO-RS. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.15 - 0.20$. Rischi potenziali prevalenti: deformazioni, squeezing medio, spinte dissimetriche, venute d'acqua rischio medio.

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B	70 di 80

Nel seguito viene riportato il confronto tra previsione di PD e previsione di PE, argomentando le proposte di ottimizzazione eseguite anche sulla base del ritorno di esperienza della limitrofa Galleria di base del Brennero e sulla base delle nuove verifiche riportate nella relazione di calcolo [D55]. L'analisi viene eseguita con riferimento alla canna binario dispari. Analoghe considerazioni sono valide anche per la canna pari.

da pk.	a pk.	Ammasso	L [m]	Sezioni tipo PD	Sezioni tipo PE	Commenti
15+981.83	15+988.83	p	7.0	Concio d'attacco	Concio d'attacco	-
15+988.83	16+094.30	p	106.0	A1 60% B1 40%	A1 40% A1L 30% B1L 25% B1 5%	Prima sotto-tratta di 26m, coperture < 30 m, GSI 30 - 40, σ_{ci} = 40-60 MPa, fronte stabile a breve termine, basse coperture, non evidenziati altri rischi. Seconda tratta di ca. 80m, coperture 30-90 m, GSI 40 - 45, σ_{ci} = 40-60 MPa, fronte stabile a breve termine, basse coperture, non evidenziati altri rischi. Ripartizione similare al PD, analoga al Rev A. Introduzione di una certa percentuale di profilo A1L che prevede bulloni e spritz visti i riscontri della Galleria di base del Brennero in contesti similari. E' stata inoltre introdotta la sezione B1L con caratteristiche similari alla sezione GL-T4 del Brennero Mules 2-3, impiegata con successo in condizioni analoghe con valori minimi dei parametri geomeccanici per questo settore
16+094.30	16+114,30	p	20.0	B1 100%	B1 100%	Zona di faglia GSI = 20, venute d'acqua, σ_{ci} = 50 MPa, fronte stabile a breve termine, copertura 95m. Medesima previsione del PD.
16+114.30	16+157.56	p	43,27	A1 45% A0 40% B1 15%	A0bis 50% A1L 40% A1 10 %	GSI 45 - 50, σ_{ci} = 40-60 MPa, fronte stabile prevalente eventuale stabile a breve termine, non evidenziati altri rischi, copertura 95m - 125m. Introduzione di una certa percentuale di profilo A1L che prevede bulloni e spritz visti i riscontri della Galleria di base del Brennero in contesti similari
16+157.56	16+177,437	p	17.9	-		Finestra Funes
16.177,437	16+375.52	p	198,09	A1 45% A0 40% B1 15%	A0bis 50% A1L 40% A1 10 %	GSI 45 - 50, σ_{ci} = 40-60 MPa, fronte stabile prevalente eventuale stabile a breve termine, non evidenziati altri rischi, copertura 125m - 150m. Introduzione di una certa percentuale di profilo A1L che prevede bulloni e spritz visti i riscontri della Galleria di base del Brennero in contesti similari

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	000011	B	71 di 80

9. CONFRONTO FRA SEZIONI PROPOSTE E GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Nelle seguenti tabelle vengono riepilogati i confronti tra le sezioni tipo proposte e le sezioni tipo impiegate per la Galleria di base del Brennero Lotti Mules 2-3 e Sotto-attraversamento Isarco.

Sezione tipo	PROGETTO	Sostegni							
		Area scavo [m ²]	Sfondo max [m]	Extrascavo [cm]	Spritz-beton	Ancoraggi radiali	Sostegno al contorno	Sostegno al fronte	Centine
A0L	RFI FORTEZZA	70.25	4.00	-	5+10 cm fibro	5/6 bulloni Swellex Pm16 L = 3m p long 1.8m x p trasv 1.5m	-	5 cm SB fibro	-
GL-T2	BBT MULES 2-3	65.69	4.50	5.0	5+10 cm fibro 30 kg/m ³	4/5 bulloni Swellex Pm16 , L = 3m p long 2.0m x p trasv 1.5m	-	-	-
A1	BBT ISARCO	104.54	3.0 - 4.5	-	5 cm fibro 30 kg/m ³ + rete + 5 cm non fibro	7/8 bulloni Swellex 200 kN L =4m 2.2 m x 2.2 m	-	-	-
A0bis	RFI FORTEZZA	78.06	3.00	-	5+15 cm fibro	9/10 bulloni Swellex Pm16 L = 4m p long 2.0m x p trasv 1.5m	-	5 cm SB fibro	-
GL-T3	BBT MULES 2-3	65.69	3.00	5.0	5+10 cm fibro 30 kg/m ³	5/6 bulloni Swellex Pm24 , L = 4.5m p long 1.8m x p trasv 1.5m	-	5 cm SB fibro 30 kg/m ³	-
A2	BBT ISARCO	107.20	2.2 - 4.4	-	5 cm fibro 30 kg/m ³ + rete + 10 cm non fibro	9/10 bulloni Swellex 200 kN L =4.5m 2.0 m x 1.5 m	-	-	-
A1L	RFI FORTEZZA	78.06	2.80	5.0	5+15 cm fibro	14/15 bulloni ϕ 24, L = 5m p long 1.4m x p trasv 1.2m	-	5 cm SB fibro	-
GL-T3	BBT MULES 2-3	65.69	3.00	5.0	5+10 cm fibro 30 kg/m ³	5/6 bulloni Swellex Pm24 , L = 4.5m p long 1.8m x p trasv 1.5m	-	5 cm SB fibro 30 kg/m ³	-

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	72 di 80

		Sostegni							
Sezione tipo	PROGETTO	Area scavo [m ²]	Sfondo max [m]	Extrascavo [cm]	Spritz-beton	Ancoraggi radiali	Sostegno al contorno	Sostegno al fronte	Centine
A1	RFI FORTEZZA	80,45	2.80	5.0	5+20 cm fibro	eventuali 14/15 bulloni $\phi 24$, L = 5m p long 1.4m x p trasv 1.2m	-	5 cm SB fibro	2 IPN 180, $\rho = 1.4m$
B0	BBT ISARCO	132.11	1.5 - 3.0	-	5 cm fibro 30 kg/m ³ + 2 reti + 20 cm non fibro	-	-	-	2 IPN 160, $\rho = 1.5m$
B1L	RFI FORTEZZA	86,01	2.4 campo avanzamento 9.6m	10.0	5+25 cm fibro	-	18 R51N L = 12m sovrapp. 4.80 m	24 R51N L =15 sovrapp. min 5.4m, 5 cm di SB fibro su ogni sfondo e 10 cm a fine campo	2 IPN 180, $\rho = 1.2m$
GL-T4	BBT MULES 2-3	78.92	1.50	10.0	5+25 cm fibro 30 kg/m ³	-	N° 14 barre autoperforanti tipo R51N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento $N_y \geq 630MPa$, lunghezza 12.00m, passo $p = 0.75m$ trasv x 3.00m	eventuale con N° 32 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento $N_y \geq 400MPa$, lunghezza 15.00m, sovrapposizione 6.00m e 5 cm di SB al fronte	2IPN180 in acciaio S355JR, interasse da 0.75 a 1.50m

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	73 di 80

		Sostegni							
Sezione tipo	PROGETTO	Area scavo [m ²]	Sfondo max [m]	Extrascavo [cm]	Spritz-beton	Ancoraggi radiali	Sostegno al contorno	Sostegno al fronte	Centine
C2L	RFI FORTEZZA	92.16	1.00 campo avanzamento 9m	10.0	5+25 cm fibro	-	20 R51N L = 12m Passo 3 m	36 R51N L =15 sovrapp. min 6m, 10 cm di SB fibro ogni sfondo e 15 cm a fine campo	2 IPN 180 con puntone, p = 1.0m
GL-T5	BBT MULES 2-3	84.42	1.50	10.0	5+25 cm fibro 30 kg/m ³	14 ancoraggi tipo Dywidag SNØ28, in acciaio ST670/800, con testa a espansione; resistenza allo snervamento Ny>413kN, resistenza testa Ny>200kN, lunghezza 5.50m, passo p = 1.50m trasv x 1.50m	Da n° 18 a n° 22 barre auto perforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento Ny≥630MPa, lunghezza 12.00m, passo p = 0.75m trasv x 3.00m long	da n° 34 a n° 56 barre auto perforanti tipo R51N, resistenza allo snervamento Ny≥630MPa, lunghezza 15.00m, sovrapposizione 6.00m, 5 cm di SB al fronte	Centine tipo 2IPN180 in acciaio S355JR, interasse da 0.75 a 1.50m

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 74 di 80

		Rivestimento definitivo				
Sezione tipo	PROGETTO	Distanza vincolata arco rovescio	Distanza vincolata volta	Arco rovescio	Murette	Volta
A0L	RFI FORTEZZA	no	no	50 cm non armato arco rovescio	50 cm non armato	40 cm non armato
GL-T2	BBT MULES 2-3	no	no	66 cm non armato platea piana		36 cm non armato
A1	BBT ISARCO	no	no	41 cm armata - platea piana		36 cm non armata
A0bis	RFI FORTEZZA	no	no	60 cm non armato	60 cm non armato	50 cm non armato
GL-T3	BBT MULES 2-3	no	no	66 cm non armato platea piana		36 cm non armato
A2	BBT ISARCO	no	no	46 cm armata platea piana		41 cm armata
A1L	RFI FORTEZZA	no	no	60 cm, armato 30 kg/m ³	70 cm, armato 30 kg/m ³	50 cm non armato
GL-T3	BBT MULES 2-3	no	no	66 cm non armato platea piana		36 cm non armato
A1	RFI FORTEZZA	no	no	60 cm, armato 30 kg/m ³	70 cm, armato 30 kg/m ³	60 cm non armato
B0	BBT ISARCO	no	no	46 cm armata platea piana		41 cm armata

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	75 di 80

		Rivestimento definitivo				
Sezione tipo	PROGETTO	Distanza vincolata arco rovescio	Distanza vincolata volta	Arco rovescio	Murette	Volta
B1L	RFI FORTEZZA	si (3 diametri)	si (5 diametri)	80 cm, armato 30 kg/m ³	80 cm, armato 30 kg/m ³	70 cm non armato
GL-T4	BBT MULES 2-3	no	no	76 cm armato 60 kg/m ³		66cm armato 45 kg/m ³
C2L	RFI FORTEZZA	si (3 diametri)	si (5 diametri)	90 cm, armato 45 kg/m ³	90 cm, armato 45 kg/m ³	90 cm, armato 35 kg/m ³
GL-T5	BBT MULES 2-3	no	no	76 cm armato 60 kg/m ³		66cm armato 45 kg/m ³

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 76 di 80

Nelle seguenti tabelle vengono riepilogati i confronti degli scenari geomeccanici e coperture tra le sezioni tipo proposte e le sezioni tipo impiegate per la Galleria di base del Brennero Lotti Mules 2-3 e Sotto-attraversamento Isarco.

Sezione tipo	PROGETTO	GSI	H [m]	Campo di applicazione e scenari di pericolo
A0L	RFI FORTEZZA	> 60	50 - 625	Granito di Bressanone (unità ybi) 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 $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} > 0.6$. Fronte e cavo stabile in assenza di sostegni, classe A secondo la classificazione ADECO-RS. Rischio potenziale prevalente: caduta blocchi.
GL-T2	BBT MULES 2-3	>55	80 - 1000	Ammassi rocciosi massivi comportamento spingente molto basso (convergenze radiali totali < 5 cm e indicativamente $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$), coperture < 1000 m e prevalenza di graniti, tonaliti, paragneiss, quarziti, anfiboliti. Scenario di rischio prevalente caduta blocchi.
A1	BBT ISARCO	65 - 75	50 - 100	Graniti e granodioriti, rischio prevalente distacco di blocchi.
A0bis	RFI FORTEZZA	45 - 60	30 - 625	Complessi del Granito di Bressanone unità ybi (GSI 45-60), Cornubianiti unità MPC (55-65) e Filladi a granato unità BSS (GSI≥65), Porfiroidi (unità p) struttura massiva, con buone proprietà geomeccaniche ed un GSI maggiore di 45, struttura massiva, con buone proprietà geomeccaniche. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.4 - 0.6$. Fronte e cavo stabile in assenza di sostegni, classe A secondo la classificazione ADECO-RS. Rischi potenziali prevalenti: caduta blocchi.
GL-T3	BBT MULES 2-3	35 - 55	80 - 1000	Ammassi con comportamento poco spingente (convergenze radiali totali < 5 cm e indicativamente $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,28-0.45$) e prevalenza di graniti, tonaliti, paragneiss, quarziti, anfiboliti, parascisti e ortogneiss. Scenario di rischio prevalente caduta blocchi.
A2	BBT ISARCO	55 - 65	50 - 100	Graniti e granodioriti, rischio prevalente distacco di blocchi.
A1L	RFI FORTEZZA	35 - 45	30 - 600	Granito di Bressanone (unità ybi), porfiroidi (unità p) maggiormente fratturati GSI 40 - 45 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 $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.3 - 0.4$. Fronte e cavo 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.
GL-T3	BBT MULES 2-3	35 - 55	80 - 1000	Ammassi con comportamento poco spingente (convergenze radiali totali < 5 cm e indicativamente $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,28-0.45$) e prevalenza di graniti, tonaliti, paragneiss, quarziti, anfiboliti, parascisti e ortogneiss, filladi di buona qualità. Scenario di rischio prevalente caduta blocchi.
A1	RFI FORTEZZA	30-45	30 - 520	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 inferiori a 5 cm, squeezing medio-basso, differenti litologie.

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					
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	77 di 80

Sezione tipo	PROGETTO	GSI	H [m]	Campo di applicazione e scenari di pericolo
B0	BBT ISARCO	35-40	50-100	Graniti e granodioriti fratturati . Scenari di rischio prevalente: instabilità del cavo, instabilità al fronte.
B1L	RFI FORTEZZA	35-45	20 - 520	Zone di faglia/zona altamente fratturata all'interno delle Filladi Cornubianitiche (MPC) con coperture inferiori a 550 m e nella zona con copertura di ca. 30 m nei Graniti di Bressanone (y), Porfiroidi (unità p) maggiormente fratturati GSI 30-35 e/o porfirodi fratturati GSI da 35 a 45. Indicativamente il rapporto tra la resistenza a compressione dell'ammasso e la tensione in sito è pari a $\sigma_{cmk} / \sigma_{0max} = 0.15 - 0.25$. Fronte e cavo 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.
GL-T4	BBT MULES 2-3	30 - 45	300 - 1200	Comportamento mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,28$) e prevalenza di scisti, paragneiss tettonizzati e tonaliti milonizzate, filladi tettonizzate. Scenari di rischio prevalente: instabilità al fronte, instabilità del cavo, deformazioni plastiche.
C2L	RFI FORTEZZA	35	490	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
GL-T5	BBT MULES 2-3	30 - 40	400 - 1200	Ammassi con comportamento spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,15$) e prevalenza di Scisti, Cataclasiti, Cachiriti, filladi altamente tettonizzate, zone di faglia. Scenari di rischio prevalente: instabilità al fronte, instabilità del cavo, 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" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IBOU</td> <td style="text-align: center;">1AEZZ</td> <td style="text-align: center;">RHGN</td> <td style="text-align: center;">0000011</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">78 di 80</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	78 di 80
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1AEZZ	RHGN	0000011	B	78 di 80													
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea																		

Si può dunque concludere che per condizioni geologico-geotecniche analoghe per i cantieri di BBT e Fortezza Ponte-Gardena vengono adottati sostegni di prima fase e rivestimenti definitivi di caratteristiche confrontabili a fronte delle ottimizzazioni previste.

Segnaliamo inoltre che:

- Le faglie nei graniti del lotto Sotto-Attraversamento Isarco e Mules 2-3 sono state attraversate prettamente con sezione A2 (Sottopattraversamento Isarco) GL T3 (Mules 2-3) con soli spritz e ancoraggi e platea piana. Queste sezioni sono confrontabili alle sezioni tipo A1L del presente progetto.
- Solo faglie con condizioni più critiche o faglie importanti con coperture più elevate per rapporto a quanto previsto nel presente progetto siano state affrontate con sezioni T4 e T5. Dette sezioni sono paragonabili alla B1L e C2L dell'oggetto qui trattato. Le sezioni B1L e C2L, rispetto alle sezioni tronco-coniche B1 e 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.
- In nessun caso per i lotti BBT era previsto a progetto ed è stata necessaria in fase esecutiva la messa in opera dei rivestimenti definitivi a deformazioni ancora in corso ovvero in prossimità del fronte di scavo.

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						
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 79 di 80

10. ULTERIORI POSSIBILI OTTIMIZZAZIONI

Oltre a quanto riportato nel presente documento si possono considerare le seguenti ulteriori ottimizzazioni da considerare in PE o PED:

- Bombatura paramenti sezioni tipo A0L, A0bis, A1L e A1 in analogia a sezioni tipo B e C.
- Ottimizzazione sezione As e verifica relativa lunghezza di applicazione.
- Abbassamento dei drenaggi dell'impermeabilizzazione e dei relativi collettori al di sotto del piano del ferro.
- Introduzione di analoghe modifiche anche per analoghe WBS.

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			
Proposta di ottimizzazione delle sezioni tipo Galleria di linea	COMMESSA IBOU	LOTTO 1AEZZ	CODIFICA RHGN	DOCUMENTO 0000011	REV. B	FOGLIO. 80 di 80

11. CONCLUSIONI

Il presente documento propone una serie di ottimizzazioni alle sezioni tipo previste nel progetto definitivo sulla base delle seguenti considerazioni descritte in precedenza nel dettaglio:

- Approfondimenti sulle condizioni geologico-geotecniche e geomeccaniche e sui relativi scenari di rischio potenziali.
- Ritorno di esperienza derivante da altri progetti analoghi, in particolare BBT Sottoattraversamento Isarco e Mules 2-3 per i quali l'Appaltatore può vantare in modo completo a livello di progetto ed esecuzione. Ciò evidenzia in particolare che:
 - Con range di coperture variabili, ma anche elevate e GSI con intervalli da 35 a 80 sono state adottate sezioni analoghe, ma più leggere delle sezioni proposte nel presente documento quali le AOL, A1 e A1L.
 - Le faglie nei graniti del lotto Sotto-Attraversamento Isarco e Mules 2-3 sono state attraversate prettamente con sezione A2 (Sottoattraversamento Isarco) GL T3 (Mules 2-3) con soli spritz e ancoraggi e platea piana. Queste sezioni sono confrontabili alle sezioni tipo A1L del presente progetto.
 - In nessun caso per i lotti BBT, anche con coperture importanti e faglie rilevanti, era previsto a progetto ed è stata necessaria in fase esecutiva la messa in opera dei rivestimenti definitivi a deformazioni ancora in corso ovvero in prossimità del fronte di scavo.
 - A parità di condizioni geomeccaniche le sezioni tipo proposte per rapporto a BBT, ad esempio AOL vs. GL-T2, sono comunque maggiormente conservative.
- Dai risultati del monitoraggio, si possono trarre in conclusione le seguenti informazioni utili per le tratte dell'opera in esame scavate all'interno del granito dei Bressanone:
 - il prerivestimento è sostanzialmente scarico e le convergenze in galleria hanno raggiunto generalmente valori molto contenuti e al limite della precisione strumentale di misurazione con valore massimo di circa 0,5cm.
 - i risultati dei martinetti piatti, realizzati sul rivestimento definitivo di scavi di oltre 100m² vista la sezione a doppio binario, confermano che anche nel rivestimento definitivo non si registrano pressioni monitorabili.
 - Ne consegue che avendo l'evidenza di sollecitazioni e deformazioni nel prerivestimento e nel rivestimento definitivo molto più bassi rispetto a quanto calcolato con le analisi numeriche riportate nel documento [D54], è possibile affermare che il comportamento all'interno dei graniti di Bressanone è decisamente migliore rispetto alle precedenti ipotesi progettuali.
- Altri temi derivanti da approfondimenti progettuali (dimensionamenti, ecc.) in fase di progetto esecutivo.

Sulla scorta di quanto riportato si propone di adottare le sezioni tipo rappresentate nel documento presente per l'ulteriore sviluppo di PE e PED.