

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
Data di iscrizione: 14/03/2015
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

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

RELAZIONE

08 - GALLERIE

F- FORCH

-

Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO 		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I B O U	1 B	E	Z Z	R H	G N 0 3 0 0	0 0 3	C

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	F.Amadini	20/12/2021	C. Iasiello	31/12/2022	D. Buttafoco (Dolomiti)	29/01/2022	IL PROGETTISTA P. Cucino
B	Emissione a seguito di indicazioni Committenza	F.Amadini	18/07/2022	C. Iasiello	19/07/2022	D. Buttafoco (Dolomiti)	20/07/2022	ING. PAOLO CUCINO ISCRIZIONE ALBO INGEGNERI 14/03/2015
C	Emissione a seguito di indicazioni Committenza	F.Amadini	09/03/2023	C. Iasiello	10/03/2023	D. Buttafoco (Dolomiti)	13/03/2023	

File: IB0U1BEZZRHGN0300003C.docx

n. Elab.: X

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 2 di 34

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	4
1.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO	6
3. PREVISIONI SUL COMPORTAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO	6
3.1 CLASSI DI COMPORTAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO.....	6
3.2 DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO	7
4. LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO PER LO SCAVO TRADIZIONALE	7
4.1 RILIEVI GEOLOGICO-GEOSTRUTTURALI DEL FRONTE.....	10
4.2 RILIEVO DELLE FASI ESECUTIVE	10
4.3 RISPOSTA DEFORMATIVA DEL FRONTE SCAVO.....	10
4.4 FASI ESECUTIVE E CADENZE DI AVANZAMENTO	11
4.5 PROCEDURA DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO E RELATIVE VARIABILITÀ.....	12
4.6 DISTRIBUZIONE DELLE SEZIONI DI SCAVO.....	15
4.7 ANALISI DI RISCHIO SULLA REALIZZAZIONE DELLE GALLERIE.....	15
4.8 DEFINIZIONE SOGLIE DI MONITORAGGIO.....	15
4.9 SOGLIE DI ATTENZIONE E DI ALLARME.....	16
4.10 TECNOLOGIE ALTERNATIVE DI PERFORAZIONE.....	17
4.11 TECNOLOGIE ALTERNATIVE PER L'ARMATURA DELLO SPRITZ BETON.....	17
4.12 ARMATURA DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO	18
4.13 DISTANZE DI GETTO DEI RIVESTIMENTI DEFINITIVI	18
4.14 CARATTERISTICHE MINIME DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO.....	19
4.15 TECNICHE DI CONSOLIDAMENTO DEI FRONTI DI SCAVO.....	19
5. LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO PER LO SCAVO IN MECCANIZZATO	20
6. CARATTERISTICHE DELLA MACCHINA TBM	20
7. SEZIONE TIPO TBM ED EVENTUALI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO.....	21
8. INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO ORDINARI.....	22
8.1 PRESSIONE AL FRONTE.....	22
8.2 AUMENTO DELLA PRESSIONE DI CODA.....	23
9. DRENAGGI.....	24

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 data-bbox="743 327 874 349">COMMESSA</th> <th data-bbox="882 327 975 349">LOTTO</th> <th data-bbox="983 327 1098 349">CODIFICA</th> <th data-bbox="1106 327 1246 349">DOCUMENTO</th> <th data-bbox="1254 327 1337 349">REV.</th> <th data-bbox="1345 327 1439 349">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="743 353 874 376">IBOU</td> <td data-bbox="882 353 975 376">1BEZZ</td> <td data-bbox="983 353 1098 376">RH</td> <td data-bbox="1106 353 1246 376">GN0300003</td> <td data-bbox="1254 353 1337 376">C</td> <td data-bbox="1345 353 1439 376">3 di 34</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	3 di 34													

9.1	CRITICITÀ	24
10.	CONCLUSIONI	24
11.	ALLEGATI	25
11.1	ALLEGATO 1: DATASHEET TBM	25

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			
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 4 di 34

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione sono le linee guida per le applicazioni delle sezioni tipo per la galleria naturale di Forch, facente parte del lotto 1 del quadruplicamento della linea alta velocità Monaco Verona, nella tratta Fortezza Ponte Gardena.

La finestra di Forch è una galleria costruttiva che si innesta in corrispondenza della canna dispari della Galleria Scaleres al km 3+446.96 circa, ed è propedeutica ai lavori di scavo della relativa galleria di linea. In esercizio verrà utilizzata come uscita di emergenza.

Le dimensioni della galleria naturale, quindi, dovranno rispondere ad esigenze logistiche e costruttive più che a quelle derivanti dalla propria sicurezza in galleria.

Il progetto esecutivo prevede l'impiego di una TBM EPB per poter scavare la finestra di Forch e così rendere lo scavo più sicuro e veloce.

Successivamente, si procederà all'esecuzione del camerone di manovra e dell'innesto della finestra sulle gallerie di linea; per fare ciò sarà necessaria la demolizione di alcuni conci nel tratto finale della TBM.

A completamento della finestra si prevede l'esecuzione di una galleria tecnologica, sede dei locali tecnologici e di controllo, collegata alla finestra mediante un bypass e alle gallerie di linea, con un bypass tecnologico.

La galleria naturale è prevista che attraversi le formazioni dei detriti nei primi 400 m per poi, dopo una zona di ammasso detensionato, attraversare le filladi quarzitiche. La copertura massima è dell'ordine dei 400 m circa, e verrà raggiunta in prossimità dell'innesto della galleria di Forch su quelle della linea, innesto sulla galleria Scaleres. Il comportamento deformativo dei terreni e delle rocce attraversate si può sintetizzare in:

- a) Comportamento dei detriti: si tratta di terreni generalmente granulari la cui stabilità richiede l'utilizzo di pressione al fronte, in particolare al di sotto delle interferenze già identificate in progetto definitivo (Strada statale SS12 del Brennero, A22 e linea ferroviaria esistente del Brennero)
- b) Filladi quarzitiche: si tratta di formazioni di elevata capacità resistente, almeno in questa zona, e non dovrebbero generare problemi durante lo scavo.

1.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per la completa comprensione della presente relazione si prega di fare riferimento alle seguenti relazioni:

- [1] IBOU1BEZZGEGN0000001 "08 - GALLERIE - B-GEOTECNICA - Relazione geotecnica Galleria Scaleres"
- [2] U.O. Gallerie, documento n° IBOU1BEZZRHGN0300001A "Relazione di rispondenza funzionale del PE e comparativa con PD";
- [1] IBOU1BEZZCLGN0300001 "08 - GALLERIE - H-FINESTRA FORCH - Relazione generale e di calcolo conci in calcestruzzo armato"
- [2] IBOU1BEZZCLGN0300002 "08 - GALLERIE - H-FINESTRA FORCH - Relazione generale e di calcolo conci in calcestruzzo fibro-rinforzato"
- [3] IBOU1BEZZCLGN0300004 "08 - GALLERIE - H-FINESTRA FORCH - Relazione di calcolo - Scavo Meccanizzato - Conci in calcestruzzo fibro-rinforzato"

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					
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 5 di 34

- [4] IBOU1BEZZCLGN0300005 "08 - GALLERIE - H-FINESTRA FORCH - Relazione di calcolo - scavo tradizionale"
- [5] IBOU1BEZZFZGN0300001 "08 - GALLERIE - B-GEOTECNICA - Profilo geotecnico"
- [6] IBOU1BEZZRHGN0300002 "08 - GALLERIE - H-FINESTRA FORCH - Relazione monitoraggio"
- [7] IBOU1BEZZRHGN0300004 "08 - GALLERIE - H-FINESTRA FORCH - Relazione sui parametri macchina"
- [8] IBOU1BEZZRHGB0000001 "08 - GALLERIE - G-INTERFERENZA CON A 22 - INTERFERENZA TRA LE INTERCONNESSIONI DI FUNES E FORCH E A22 - Finestra Forch - Relazione tecnica e di monitoraggio"
- [9] IBOU1BEZZRGMD0000002 "00 – ELABOTATI GENERALI – Relazione di sistema con integrazioni di cui al RdV IBOU-RV-00000002" approvato con commenti da parte di ITF

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					
08 - GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	6 di 34

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Per l'inquadramento geologico-geotecnico fare riferimento alla relazione geotecnica della galleria Scaleres.

3. PREVISIONI SUL COMPORTAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO

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

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

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

3.1 CLASSI DI COMPORTAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO

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

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

Categoria A: nucleo-fronte stabile

Tale categoria corrisponde alla condizione in cui lo stato tensionale nel terreno al fronte e al contorno della cavità non supera le caratteristiche di resistenza dell'ammasso; in tal caso le deformazioni sono prevalentemente elastiche, di piccola entità e tendono ad esaurirsi rapidamente con la distanza dal fronte. Il fronte di scavo e il cavo stabile sono stabili e quindi non si rendono necessari interventi preventivi di stabilizzazione, se non localizzati e in misura ridotta. Il rivestimento definitivo costituisce il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.

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					
08 - GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	IB0U	1BEZZ	RH	GN0300003	C	7 di 34

Categoria B: nucleo-fronte stabile a breve termine

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

Nel caso non si prevedano interventi, lo stato tensio-deformativo può evolvere verso situazioni di instabilità del cavo in fase di realizzazione. Il rivestimento definitivo costituisce il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.

Categoria C: nucleo-fronte instabile

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

Per la determinazione delle categorie di comportamento è stato utilizzato principalmente il metodo delle linee caratteristiche.

Tali valutazioni quantitative, unitamente a considerazioni in merito all'affidabilità e rappresentatività dei dati di ingresso, alle condizioni idrauliche al contorno, e alle variabilità attese lungo il tracciato, hanno condotto alla definizione della categoria di comportamento.

3.2 DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO

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

- il metodo delle linee caratteristiche (per le tratte a copertura non bassa);
- metodo basato sulla resistenza del materiale nei confronti delle sollecitazioni (Broms e Bennermark);
- metodo basato sul parametro di deconfinamento critico (Panet);

4. LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO PER LO SCAVO TRADIZIONALE

Come ampiamente illustrato nel Capitolo precedente, il progetto dello scavo tradizionale presente nella finestra di Forch, è stato sviluppato attraverso:

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						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo		IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	8 di 34

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

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

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

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

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

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

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					
08 - GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	9 di 34

- individuare una diversa sezione tipo, tra quelle previste in quella tratta o comunque previste in progetto nella stessa formazione, qualora le condizioni realmente riscontrate risultino difformi da quelle ipotizzate.

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

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

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

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

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

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

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			
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 10 di 34

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

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

Si sottolinea inoltre che la variabilità risulta anche legata alle misure delle sezioni di monitoraggio esterne e potranno portare ad una modifica degli interventi di consolidamento.

4.1 RILIEVI GEOLOGICO-GEOSTRUTTURALI DEL FRONTE

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

I rilievi geologico-geostrutturali del fronte, si prefiggono quindi l'obiettivo di definire le caratteristiche del terreno con particolare attenzione a quei fattori e parametri sensibili nei confronti di scenari di pericolo. I rilievi saranno svolti secondo le frequenze e le modalità previste nel capitolo del monitoraggio.

4.2 RILIEVO DELLE FASI ESECUTIVE

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

4.3 RISPOSTA DEFORMATIVA DEL FRONTE SCAVO

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

- tipologia ed intensità degli interventi di 1^a fase
- fasi esecutive e cadenze di avanzamento.

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

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

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					
08 - GALLERIE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	11 di 34

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

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

4.4 FASI ESECUTIVE E CADENZE DI AVANZAMENTO

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

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

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

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 12 di 34

4.5 PROCEDURA DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO E RELATIVE VARIABILITÀ

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

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

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

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

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

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

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

- caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno
- caratteristiche geomeccaniche/geotecniche e idrogeologiche del terreno;

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						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo		IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	13 di 34

- stato tensionale agente.

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

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

Per quanto riguarda lo scavo in tradizionale della Finestra di Forch è prevista una variabilità solo per le sezioni di scavo della Galleria Tecnologica, la quale risulta scavata interamente nelle Filladi con valori di GSI tra 50 e 60. Viene pertanto adottato il seguente criterio per la definizione della classe di scavo :

range GSI 55-60 : sezione di scavo Galleria Tecnologica A2

range GSI 50-55 : sezione di scavo Galleria Tecnologica B1*

Questo criterio di applicazione vale ad una distanza minima di 1 diametro degli innesti. In prossimità delle zone di innesti verrà adottata la sezione di scavo B1*.

Per le sezioni del camerone di Manovra e degli innesti con le Gallerie di Linea è prevista una sola sezione di scavo per valori di GSI compresi tra 55 e 60.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 14 di 34

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						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0300003	C	15 di 34

4.6 DISTRIBUZIONE DELLE SEZIONI DI SCAVO

In seguito alle analisi condotte e sulla base del profilo geotecnico sono state assegnate le seguenti sezioni di scavo, che potranno subire variazioni in seguito alle reali condizioni geologiche riscontrate.

Le descrizioni delle sezioni tipo sono realizzate nell'elaborato (IB0U1BEZZCLGN0300005 Rif. [4]).

4.7 ANALISI DI RISCHIO SULLA REALIZZAZIONE DELLE GALLERIE

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

- Presenza di trovanti/blocchi
- Presenza gas
- Presenza di cavità carsiche, masse rocciose carsificate
- Venute d'acqua/carico idraulico elevato
- Interferenza sorgenti
- Acque aggressive
- Instabilità del fronte scavo
- Comportamento rigonfiante argilla
- Fenomeni di subsidenza/interferenza con opere preesistenti.

La mappatura dei diversi rischi individuati nella fase conoscitiva e la relativa gestione definita nella fase di terapia sono illustrate in forma sintetica negli elaborati dei profili geotecnici.

4.8 DEFINIZIONE SOGLIE DI MONITORAGGIO

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

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

- A) Determinazione dei valori di soglia: tali valori risultano essere dei valori di riferimento rispetto alle ipotesi progettuali. I valori di soglia definiti in questa sede sono suffragati dall'esito delle modellazioni numeriche e dei modelli analitici (linee caratteristiche e discretizzazione alle differenze finite) utilizzati in fase di diagnosi e terapia. I valori scelti risultano rappresentativi delle deformazioni attese in condizioni di esercizio essendo l'intervallo individuato funzione degli stati tensionali (coperture) e della variabilità della parametrizzazione geotecnica individuata.

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 16 di 34

I valori di soglia riportati nei paragrafi seguenti potranno essere tarati sulla base dei risultati di "back analysis" a seguito delle misure di monitoraggio e delle evidenze strutturali, in quanto le deformazioni registrate in galleria risentono di vari fattori non completamente riproducibili per via analitica. Tale modifica avverrà eventualmente a valle della condivisione con la DL.

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

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

- "Relazione di calcolo dei by-pass";
- "Relazione tecnica delle opere in sotterraneo"
- " Profilo Geotecnico "

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

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

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

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

4.9 Soglie di attenzione e di allarme

Le soglie di attenzione ed allarme dei parametri acquisiti dal monitoraggio vengono definite in relazione ai modelli di calcolo e dimensionamento delle strutture e alla risposta attesa dall'interazione terreno-struttura.

Per le misure di convergenza le soglie sono state valutate utilizzando i risultati di calcolo numerico Plaxis. Al fine di tenere conto della tempistica di installazione della strumentazione di monitoraggio rispetto all'avanzamento dello scavo, le convergenze radiali di calcolo sono state decurtate della quota parte di spostamento che avviene prima dell'installazione delle mire ottiche.

I criteri di definizione delle soglie di attenzione e allarme sono presentati di seguito:

Convergenze radiali:

- soglia di attenzione = valore atteso: è assunto pari al 100% del valore dai calcolo numerico (depurato della convergenza persa prima dell'installazione delle mire ottiche)
- soglia di allarme = 150% del valore atteso

Tensione nell'acciaio (monitorata per mezzo delle barrette estensimetriche):

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			
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 17 di 34

- soglia di attenzione = valore massimo atteso, pari al 80% della tensione ideale di calcolo
- soglia di allarme = 100% del valore atteso

In merito ai valori di progetto, si riassumono nelle tabelle che seguono, per ogni galleria naturale monitorata, le sezioni tipo con i corrispondenti valori delle soglie di attenzione e allarme.

Soglie di attenzione (100% dei valori attesi)				80% f_{yd}
Sezione Tipo	Estrusione (mm)	Convergenza radiale (mm)		Tensione centine (MPa)
		Calotta	Piedritto	
A2	4	5	6	210
B1*	5.2	4	6	210

Tabella 4-1: sezione di scavo by-pass – Soglie di attenzione

Soglie di allarme (150% dei valori attesi)				100% f_{yd}
Sezione Tipo	Estrusione (mm)	Convergenza radiale (mm)		Tensione centine (MPa)
		Calotta	Piedritto	
A2	6	7.5	9	262
B1*	8	6	9	262

Tabella 4-2: sezione di scavo by-pass – Soglie di allarme

4.10 Tecnologia alternative di perforazione

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

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

4.11 Tecnologie alternative per l'armatura dello spritz beton

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

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

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			
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 18 di 34

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

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

4.12 Armatura del rivestimento definitivo

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

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

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

- In presenza di elementi indicanti formazioni o loro parti con basse caratteristiche geotecniche;
- Nel sottoattraversamento di preesistenze con basse coperture (inferiori a 25-30 m) o di altre zone con criticità singolari (in ammassi disturbati o in presenza di spinte dovute a movimenti di versante);
- Nelle zone soggette a rischio sismico (basse coperture, zone di contatto stratigrafico, zone di faglia);

4.13 Distanze di getto dei rivestimenti definitivi

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

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

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

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						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0300003	C	19 di 34

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

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

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

4.14 Caratteristiche minime di resistenza del calcestruzzo

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

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

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

4.15 Tecniche di consolidamento dei fronti di scavo

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

APPALTATORE:		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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 20 di 34

5. LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO PER LO SCAVO IN MECCANIZZATO

Come già anticipato, la maggior parte della galleria naturale di Forch verrà scavata con una TBM-EPB. Nella figura seguente si riporta la geometria dell'anello, costituito da 8 conci universali (configurazione 8+0) di spessore 40 cm e lunghezza media di 1.8 m. I conci prefabbricati sono previsti di calcestruzzo di classe C45/55. Per quanto riguarda l'armatura dei conci si prevede che gli anelli installati in terreno siano armati con armatura lenta (concio tipo 2), mentre gli anelli in roccia sono previsti con armatura in fibre metalliche (concio tipo 1). Le analisi su entrambe le configurazioni sono riportati nell'elaborato IBOU1BEZZCLGN0300004 Rif. [7].

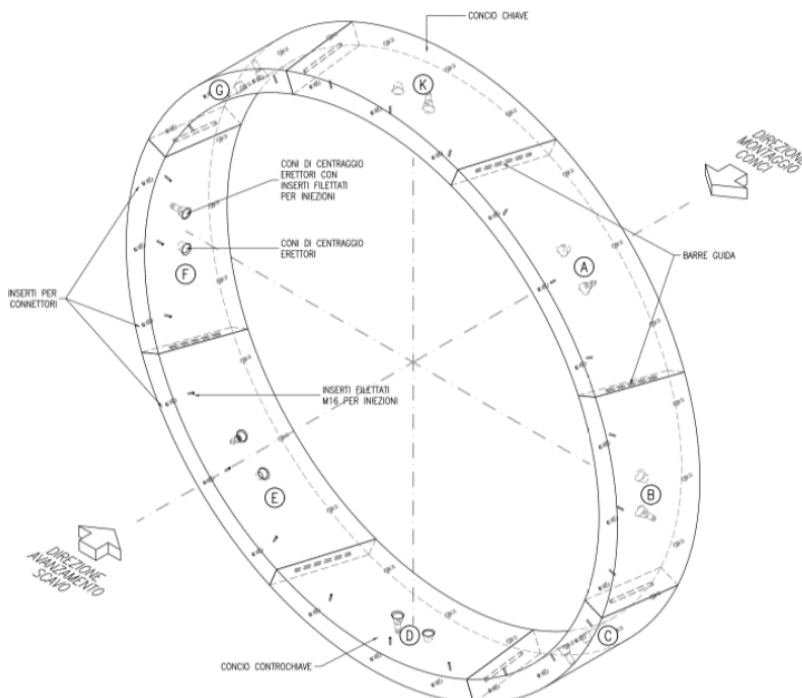


Figura 5-1: geometria dell' anello universale di Forch

6. CARATTERISTICHE DELLA MACCHINA TBM

Il datasheet provvisorio della TBM si riporta in allegato 1, e verrà revisionato in fase di progettazione esecutiva di dettaglio.

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				
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 21 di 34

7. SEZIONE TIPO TBM ED EVENTUALI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO

Per ragioni logistiche e di lunghezza della galleria naturale, è stata prevista solo una sezione tipo dell'anello di cls; come riportato nell'elaborato IB0U1BEZZCLGN0300005 Rif. [4] nella zona del camerone di manovra si prevede la demolizione dell'anello e successiva esecuzione dello scavo dell'innesto.

Forch	Formazione Geologica	Simbolo	GSI	Variabilità	Zona Tettonizzata	Tratta	Sezione Tipo da applicare
	Terreni alluvionali	BSS	-	-	-	-	pk 147 pk 650
Filladi a Granato	BSS	≥ 35	± 5	SI	SI	pk 650 pk 1430	Concio Tipo 1

La spinta massima utilizzata negli elaborati di calcolo è riportata nell'elaborato IB0U1BEZZRHGN0300004

Nel caso eccezionale in cui fosse necessaria una spinta prossima a quella massima della macchina, per evitare danneggiamenti all'anello durante le fasi di spinta si prevede l'inserimento di un profilato metallico HEB400 capace di ridistribuire le spinte su una superficie maggiore. Questa operazione potrà essere accompagnata da un intervento di lubrificazione con iniezioni di bentonite tra lo scudo e la roccia per ridurre gli attriti.

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			
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 22 di 34

8. INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO ORDINARI

I valori sopra riportati sono frutto di una schematizzazione del modello geologico utilizzato; in questo senso, il passaggio da ammasso roccioso a terreni potrebbe creare problemi durante lo scavo. La corretta interpretazione, quindi, del modello geologico anche attraverso i dati del monitoraggio e dei parametri della macchina, devono essere fondamentali per poter predisporre le contromisure in fase di scavo. Considerando il metodo di scavo proposto, si predispongono i seguenti tipi di interventi ordinari:

- pressione al fronte
- aumento della pressione di coda

8.1 PRESSIONE AL FRONTE

Nel caso in cui il fronte si presenti instabile vi è la possibilità di avanzare con la TBM in modalità EPB; questa configurazione sarà sistematica nella prima parte dello scavo della finestra, cioè dall'imbocco fino ad incontrare ammasso roccioso con GSI > 35. Il principio di funzionamento consiste nell'applicazione di una pressione di supporto al fronte attraverso il bilanciamento del materiale estratto, che avviene all'interno di una camera di scavo a tergo della testa fresante, con il materiale scavato condizionato con particolari additivi chimici (schiume e polimeri). Per garantire l'avanzamento, il materiale viene estratto dalla camera di scavo attraverso un sistema a coclea in grado di regolare la portata del materiale estratto e permettere il mantenimento di una certa pressione nella camera di scavo pur avendo il punto di scarico a pressione atmosferica. Uno schema di esempio è riportato nelle figure seguenti.

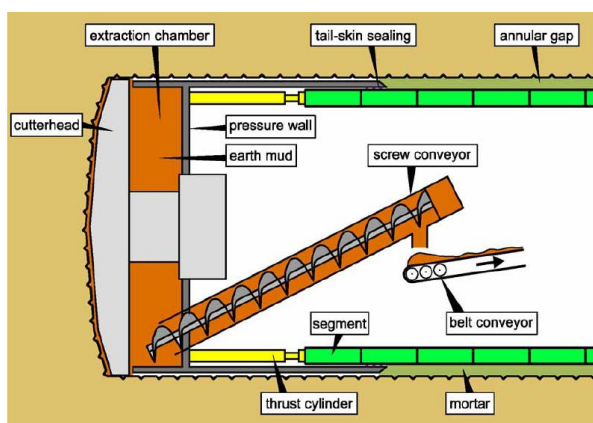


Fig. 8-1 TBM EPB – schema coclea

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			
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 23 di 34

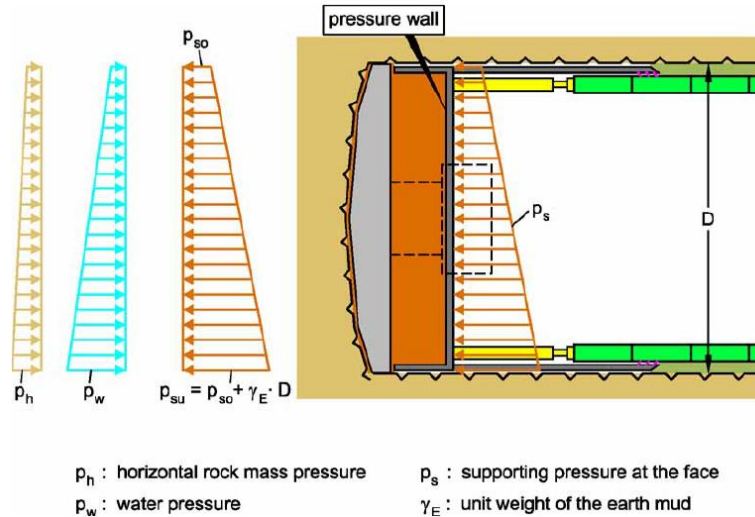


Fig. 8-2 Principio di funzionamento di una TBM EPB

La TBM-EPB esercita una duplice azione stabilizzante in fase di avanzamento: una dall'azione di sostegno della testa fresante, l'altra dall'azione di preconfinamento del fronte operata dalla pressione applicata in camera di scavo.

Per l'applicazione delle pressioni al fronte (valore di riferimento a quota calotta) si vedano il profilo geotecnico della finestra di Forch (IBOU1BEZZFZGN0300001 Rif. [5]) dove sono riportate le pressioni al fronte derivanti dalle analisi effettuate nell'elaborato IBOU1BEZZCLGN0300004 per le sezioni 1 e 2.

Per il calcolo della pressione al fronte relativamente alla zona di interferenza con la SS12 fare riferimento alla relazione IBOU1BEZZRHGA0300001 mentre per l'interferenza con la A22 fare riferimento al report IBOU1BEZZRHGB0000001.

8.2 AUMENTO DELLA PRESSIONE DI CODA

Per poter limitare le deformazioni, durante il passaggio della EPB, si può agire sulle entità delle pressioni sulla coda dello scudo oppure, si può agire anche sul materiale di iniezione della bicomponente prevedendo anche miscele a base argillosa che sono capaci di espandere e, quindi limitare le deformazioni derivanti dal processo. Questa procedura è particolarmente utile nei casi in cui il quadro deformativo ha un peso importante come nel caso dei sottoattraversamenti della finestra al di sotto dell'SS12 e dell'A22 dove, ci sono scenari particolarmente cautelativi che possono richiedere questo tipo di intervento. I riferimenti a questo trattamento, se necessario, sono reperibili nell'elaborato IBOU1BEZZRHGB0000001A Rif. [8].

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo		IB0U	1BEZZ	RH	GN0300003	C	24 di 34

9. DRENAGGI

Dalle analisi condotte non si prevedono venute d'acqua eccetto per la zona finale, in ammasso roccioso, dove il battente idraulico sarà di circa 100 m (si veda l'elaborato relativo al profilo geotecnico di Forch). Le analisi effettuate hanno dimostrato che non ci sarà bisogno di un drenaggio definitivo, mentre in fase provvisoria si possono prevedere degli interventi che andranno calibrati basandosi sulle permeabilità ricavate dalle prove in situ. In definitiva la disposizione dei drenaggi dovrà essere ricalibrata in fase di avanzamento in base alle reali venute d'acqua riscontrate come indicato nella nel profilo geotecnico di riferimento [5].

9.1 CRITICITÀ

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

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

10. CONCLUSIONI

Il presente elaborato riporta le linee guida di applicazione delle sezioni tipo per la galleria naturale di Forch. Le applicazioni di queste linee guida dovranno essere intese sempre considerando i dati del monitoraggio degli scavi.

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> <u>Mandanti:</u> SWS Engineering S.p.A. PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
08 - GALLERIE Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C	FOGLIO. 25 di 34

11. ALLEGATI

11.1 ALLEGATO 1: DATASHEET TBM

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			
08 - GALLERIE	Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GN0300003	REV. C FOGLIO. 26 di 34

CREG TBM Germany GmbH



EPB TBM Technical Parameter				
Rev. 01				
No.	Description	Specification	Unit	Remarks
1,00	Project			
1,01	Contract			
1,02	Drive length			
1,03	Main geological conditions			
1,04	Segment dimension (OD*ID-width*bolt angle)	10700/9900-2000/ 15°		
1,05	Minimum curve radius		m	
2,00	TBM General Overview			
2,01	Model	CTE11020E-4200		
2,02	Excavation diameter (new cutters)	Φ11050	mm	
2,03	Excavation diameter (used cutters)	Φ11030	mm	
2,04	Cutter head rotation speed	0 ~ 1,54 ~ 3,07	rpm	
2,05	Max. advance speed	80	mm/min	
2,06	Max. thrust	118752	kN	
2,07	Total length	Approx.85	m	
2,08	Shield length	12006	mm	
2,09	Total weight (TBM plus back-up)	Approx.2000	t	
2,10	Working pressure	5	bar	
2,11	Installed power	6597,9	kW	
2,12	Horizontal curve radius (correction)	250	m	
2,13	Vertical climbing ability	10	%	
2,14	Estimated heaviest transported component	≤150	t	
3,00	Cutter Head for Mixed Ground			
3,01	Cutter head spec, (diameter x length)	Φ11050×1730	mm	
3,02	Direction of rotation	CW/CCW		
3,03	Opening ratio	34	%	
3,04	Total weight of structure	Approx.207	t	
3,05	Structural steel quality	Q355B		
3,06	Number of foam port	12	pcs	
3,07	Number of bentonite port	4	pcs	
3,08	Number of active mixing bar	8	pcs	
3,09	Number of wear detector (hydraulic)	8	pcs	
3,10	CLAD wear protection hardness	HRC58-62		
4,00	Cutting Tools			
4,01	Central twin ripper			Rebuild
4,02	Number of central replaceable ripper	6	pcs	6
4,03	Height of central replaceable ripper	185	mm	187,7
4,04	Spacing	90	mm	90
4,05	Single disc cutter (18")			
4,06	Quantity	56	pcs	64
4,07	Height	185	mm	187,7
4,08	Spacing between cutting rings	90		85
4,09				
4,10	Scraper			
4,11	Quantity	90	pcs	124
4,12	Height	140	mm	157,7
4,13	Gauge scraper			
4,14	Quantity	16	pcs	16

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						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo		IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	27 di 34

CREG TBM Germany GmbH



4,15	Height	140	mm	157,7
4,16	Outer Ring Protection			
4,17	Type of outer ring protection	three ring alloy wear protection layer		three ring alloy wear protection layer
4,18	Copy Cutter			
4,19	Quantity	1	pcs	1
4,20	Over cutter	40	mm	40
5,00	Center Rotary Joint			
5,01	Qty of foam pipe	12	pcs	
5,02	Qty bentonite pipe	4	pcs	
5,03	Qty of hydraulic pipe	8	pcs	
5,04	Qty of encoder	1	pcs	
6,00	Main Drive			
6,01	Drive type	VFD		
6,02	Qty of drive motor	12	group	
6,03	Total power	4200	kW	
6,04	Range of rotation speed	0 ~ 1.54 ~ 3.07	rpm	
6,05	Rated torque	24767	kNm	
6,06	Torque at max. speed	12393	kNm	
6,07	Speed at rated torque	1,54	rpm	
6,08	Breakout torque	30959	kNm	
6,09	Main bearing diameter	Φ5616	mm	
6,10	Bearing manufacturer	Rothe Erde		
6,11	Main bearing service life	>10000	h	
6,12	Seal type	lip seal		
6,13	Inner seals	4	row	
6,14	Outer seals	4	row	
7,00	Shield Body			
7,01	Type	Active articulation		
7,02	Front shield (diameter x length)	Φ11020×2600	mm	
7,03	Weight of front shield	Approx.220	t	
7,04	Qty of passive mixing bar	4	pcs	
7,05	Qty of front shield lubrication injection hole	12	pcs	
7,06	Qty of EP sensors	10	pcs	
7,07	Qty of foam port on bulkhead	8	pcs	
7,08	Qty of bentonite port on bulkhead	8	pcs	
7,09	Pre-grouting port on the shield	12 (DN 100)	pcs	
7,10	Middle shield (diameter x length)	Φ11010×3191	mm	
7,11	Stabilizer	4	pcs	
7,12	Type of articulation seal	double lip seal	Polyurethane	
7,13	Qty of articulation seal	2	pcs	
7,14	Weight of middle shield	Approx.160	t	
7,15	Tailskin (diameter x length)	Φ11000×5335	mm	
7,16	Weight of tailskin	Approx.120	t	
7,17	Qty of tailskin lubrication injection hole	8	pcs	
7,18	Rows of tailskin seal brush	4	row	
7,19	Tailskin grout excluder	1	row	
7,20	Tailskin installation clearance	40	mm	
7,21	Qty of grouting pipe	8+(8 standby)	pcs	
7,22	Qty of grease pipe	3×12	pcs	
7,23	Material of shield structure	Q345B		

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						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo		IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	28 di 34

CREG TBM Germany GmbH



8,00	Man Lock		
8,01	Type	Double	
8,02	Capacity of chamber	3+3	pcs
8,03	Main chamber size	R1084×1980	mm
8,04	Auxiliary chamber size	R1084×1980	mm
8,05	Working pressure	5	bar
8,06	Design pressure	6	bar
8,07	Cutter transporting rail	1	pcs
8,08	Oxygen decompression system	1	pcs
9,00	Material Lock		
9,01	Model	Single chamber	
9,02	Size of material lock (width x height)	596×756	mm
9,03	Working pressure	5	bar
9,04	Design pressure	6	bar
9,05	Cutter transportation tool	1	pcs
10,00	Screw Conveyor		
10,01	Type	Shaft type	
10,02	Specification (diameter x length)	Φ1200/approx. 17600	mm
10,03	Pitch of screw	800	mm
10,04	Max. size of particle	Φ450×680	mm
10,05	Max. discharging capability	approx. 840 (Filling rate 75%)	
10,06	Pressure water tightness	6	bar
10,07	Driving type	Central drive (hydraulic)	
10,08	Driving power	400	kW
10,09	Max. torque	358	kNm
10,10	Range of rotation speed	0-22	r/min
10,11	Rotation direction	CCW-work/CW-maintain	
10,12	Bulkhead gate	1	pcs
10,13	Discharge gate	2	pcs
10,14	Rear gate emergency gate closing	YES	
10,15	Qty of injection port for muck conditioning	20	pcs
10,16	Qty of inspection window	8	pcs
10,17	Qty of EP sensor	3	pcs
10,18	Range of retraction	1100	mm
10,19	Total weight	Approx.70	t
11,00	Segment Erector		
11,01	Type	Central rotary	
11,02	Pick-up type	Vacuum	
11,03	Drive motor	4	pcs
11,04	Drive power	160	kW
11,05	Range speed	0~1.5	rpm
11,06	Axial travelling range	3300	mm
11,07	Degree of freedom	6	pcs
11,08	Rotation angle	±200	°
11,09	Lifting capacity	2×130	kN
11,10	Qty of rotary encoder	1	set
11,11	Total weight	Approx.140	t
11,12	Control method	wireless (with connection point for wired connection)	

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						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo		IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	29 di 34

CREG TBM Germany GmbH



12,00	Segment Conveyor			
12,01	Specification (length x width x height)	Approx. 24400x2500 x580	mm	
12,02	Qty of loading segment	8	pcs	
12,03	Loading capability	1300	kN	
12,04	Qty of axial traveling cylinder	2	piece	
12,05	Axial traveling range	2750	mm	
12,06	Qty of lifting cylinder	16	piece	
12,07	Cylinder spec.(Bore diameter/Rod diameter)	80/50	mm	
12,08	Lifting cylinder stroke	50	mm	
12,09	Control method	wired + wireless		
12,10	Total weight	Approx. 30	t	
13,00	Segment Hoist			
13,01	Type	Double Beam		
13,02	Drive type	Electrical drive		
13,03	Pick-up type	Vacuum		
13,04	Lifting capacity	4x5	t	
13,05	Lifting speed V1/V2	1/4	m/min	
13,06	Lifting height	4000	mm	
13,07	Horizontal travel speed	25/40	m/min	
13,08	Control method	wireless (with connection point for wired connection)		
14,00	Belt Conveyor			
14,01	Belt width	1200	mm	
14,02	Leading angle	10	°	
14,03	Belt speed	0-3	m/s	
14,04	Transfer capability	1600	m ³ /h	
14,05	Driving method	VFD		
14,06	Driving power	75	kW	
14,07	Belt length	approx. 100	m	
14,08	Muck cleaner	4	pcs	
14,09	Speed detection	1	set	
14,10	Muck weighing device	1	set	
14,11	Muck volume detection device	1	set	
14,12	Belt skidding detection device	1	pcs	
14,13	Pulling switch (both direction)	2	pcs	
14,14	Offset switch	6	pcs	
15,00	Back-up Gantry			
15,01	Gantry Qty	3 gantry + 1 connection bridge	pcs	
15,02	Clearance dimensions	2900x3800	mm	
15,03	Wheel arrangement	Steel wheel on rail		
15,04	Total weight of gantry	200	t	
15,05	Water curtain	1		
15,06	Manchester gate	1		
16,00	Thrust System			
16,01	Cylinder spec.(Bore diameter/Rod diameter-stroke)	Φ300/240	mm	
16,02	Cylinder stroke	2900	mm	
16,03	Max. thrust speed	80	mm/min	
16,04	Extension speed	1000	mm/min	speed for 3 pairs of cylinders
16,05	Retraction speed	3000	mm/min	speed for 3 pairs of cylinders
16,06	Total number of cylinder	48	pcs	
16,07	Qty of cylinder with stroke sensor	6	pcs	

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						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo		IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	30 di 34

CREG TBM Germany GmbH



16,08	Grouping type (up+down+upper left+lower left+upper right+lower right)	6+10+8+8+8+8		
16,09	Max. working pressure	350	bar	
16,10	Force	118752	kN	
17,00	Articulation System			
17,01	Cylinder spec. (Bore diameter / Rod diameter-stroke)	Φ420/300-350	mm	
17,02	Qty of cylinder	20	pcs	
17,03	Cylinder with stroke sensor	4	pcs	
17,04	Total thrust force	96981	kN	
17,05	Total retract force	47501	kN	
17,06	Max. working pressure	350	bar	
18,00	Stabilizer System			
18,01	Qty of stabilizer	4	pcs	
18,02	Cylinder spec. (Bore diameter / Rod diameter-stroke)	Φ220/170-120	mm	
18,03	Pad size (Length x width)	Φ320	mm	
19,00	Back-up Towing Cylinder			
19,01	Cylinder spec. (Bore diameter/Rod diameter-stroke)	Φ360/160-350	mm	
19,02	Quantity	2	pcs	
20,00	Hydraulic System			
20,01	Capacity of main hydraulic oil tank	approx. 10000	l	
20,02	Max. working pressure	350	bar	
20,03	Oil type	Condat D68		
21,00	Bi-component Grouting System			
21,01	Component-A injection pump type	Screw pump		
21,02	Qty of Component-A injection pump	8	pcs	
21,03	Power of Component-A injection pump	8×11	kW	
21,04	Component-A injection capacity	8×6	m ³ /h	
21,05	Max. pressure of Component-A injection pump outlet	24	bar	
21,06	Qty of Component-A grouting hole	8	pcs	
21,07	Component-A storage tank capacity	22	m ³	
21,08	Component-A tank agitator power	22	kW	
21,09	Hose length of extension device	20	m	
21,10	Component-B injection pump type	Screw pump		
21,11	Qty of Component-B pump	8	pcs	
21,12	Power of injection pump	8×3	kW	
21,13	Component-B injection capacity	8×1.5	m ³ /h	
21,14	Maximum pressure of Component-B injection pump outlet	24	bar	
21,15	Qty of Component-B grouting hole	8	pcs	
21,16	Storage tank capacity	6	m ³	
21,17	Component-B transfer pump	24	m ³ /h	
21,18	Power of transfer pump	N/A		
21,19	Hose length on reel for Component-B	N/A	m	
21,20	Qty of grouting cleaning pump	8	pcs	
21,21	Power of grouting cleaning pump	8×7.5	kW	
21,22	Capacity of cleaning pump	17	m ³ /h	
21,23	Working pressure of cleaning pump	8	bar	
21,24	Grouting washing tank	6	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:														
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO												
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
08 - GALLERIE		<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0300003</td> <td>C</td> <td>31 di 34</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	31 di 34
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	31 di 34									
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo														

CREG TBM Germany GmbH



22,00	Bentonite of Injection System		
22,01	Type of bentonite pump	Peristaltic	
22,02	Power of bentonite pump	4×18.5	kW
22,03	Injection capability	4 × 20	m ³ /h
22,04	Max. working pressure	16	bar
22,05	Volume of bentonite tank	Approx.20	m ³
22,06	Mixer power	5×4	kW
23,00	Foam Injection System		
23,01	Power of foam agent pump	1,5	kW
23,02	Number of foam agent pump	1	pcs
23,03	Output volume of foam agent pump	1500	l/h
23,04	Volume of foam agent tank	2	m ³
23,05	Power of foam mixing pump	12×1,5	kW
23,06	Number of foam mixing pump	12	pcs
23,07	Output flow of foam mixing pump	12×25	l/min
23,08	Power of foam mixer	3×0.75	kW
23,09	Number of foam generator	12	pcs
23,10	Capacity of foam mixing tank	4	m ³
23,11	FIR	20-60	%
23,12	FER	10-25	
23,13	Cf	1,5-5	%
24,00	Polymer System		
24,01	Polymer pump type	-	
24,02	Power of polymer system	-	kW
24,03	Capacity of pumps	-	l/h
24,04	Polymer tank capacity	-	m ³
25,00	Automatic Face Control (AFC) System		
25,01	Mode of control	-	
25,02	Volume of pressure tank	-	m ³
26,00	Industrial Compressed Air System		
26,01	Air compressor type	Screw air compressor	
26,02	Air compressor quantity	3	pcs two oil-free
26,03	Air compressor power	3×110	kW
26,04	Supply air pressure	10/8.6	bar
26,05	Air compressor capacity	17+2×17.2	m ³ /min
26,06	Air tank capacity	4+2	m ³
26,07	Filter	10	
27,00	Industrial Water Supply and Cooling System		
27,01	Water supply from site - required quantity	120+130	m ³ /h
27,02	Back-water pressure	6-30	bar
27,03	Water supply- rated temperature	25-28	°C
27,04	Pipe diameter	DN200	mm
27,05	Qty of water hose reel	2	pcs
27,06	Hose length on reel	25	m
27,07	Type of cooling system	Inner and outer circulation	
27,08	Circulating cooling water pump type	Centrifugal pump	
27,09	Circulating cooling water pump power	45	kW
27,10	Flow of water within cooling circuit.	130	m ³ /h
27,11	Pressurize water pump power	2×15	kW
27,12	Water tank	10	m ³
28,00	Gear Oil System		

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					
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo		IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C 32 di 34

CREG TBM Germany GmbH



28,01	Pump type	Screw pump		
28,02	Pump pressure	6-30	bar	
28,03	Pump power	2×11+5.5	kW	
28,04	Amount of gear oil	3000	l	
29,00	Tail Grease System			
29,01	Tail grease pump type	Pneumatic ram pump		
29,02	Tail grease pump capacity	3×7	l/min	
29,03	Tail grease pump pressure	336	bar	
29,04	Grease barrels size	200	l	
30,00	HBW Sealing System			
30,01	HBW grease pump type	Pneumatic ram pump		
30,02	Pump capacity	7	l/min	
30,03	Pump pressure	336	bar	
30,04	Grease barrels size	200	l	
31,00	EP2 Sealing System			
31,01	Type of grease system]	Multi - channel grease pump system		
31,02	EP2 grease pump type	Pneumatic piston pump		
31,03	Capacity of main drive grease system	7	l/min	
31,04	Pressure of main drive grease system	336	bar	
31,05	Grease barrels size	200	l	
32,00	Dewatering System			
32,01	Type of dewatering pump	Pneumatic diaphragm pump		
32,02	Qty of pump	2	pcs	
32,03	Flow of dewatering pump	2×48	m ³ /h	
32,04	Power of dewatering pump	30	kW	
32,05	Sewage tank	10	m ³	
32,06	Power of emergency dewatering pump	45	kW	
32,07	Capacity	180	m ³ /h	
32,08	Dewatering hose reel	1	pcs	
32,09	Drive of hoes reel	Electric		
32,10	Capacity of reel	25	m	
33,00	Air Balancing and Breathable Air System			
33,01	Type of pressure resisting system	air controlled		
33,02	Type of breath filtering system	activated carbon filter		
33,03	Air hose reel	N/A	pcs	
33,04	Capacity of the reel	N/A	m	
34,00	Ventilation System			
34,01	Diameter of main air duct	2400	mm	
34,02	Air duct cassettes - Qty supplied	2	pcs	
34,03	Duct storage capacity per cassette	150	m	
34,04	Power of air duct cassette hoist	4×3	kW	
34,05	Diameter of secondary air duct	Ø1200	mm	
34,06	Type of booster fan	Jet fan		
34,07	Axial flow of booster fan	2×26.5	m ³ /sec	
34,08	Power of booster fan	2×45	kW	
35,00	Ventilation Chiller System			
35,01	Qty of ventilation chiller	1	set	
35,02	Ventilation chiller power	315	kW	
35,03	Ventilation chiller capacity	800	kW	
35,04	Chiller water pump	15	kW	

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													
08 - GALLERIE		<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GN0300003</td> <td>C</td> <td>33 di 34</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	33 di 34
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	33 di 34									
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo														

CREG TBM Germany GmbH



36,00	Electrical System			
36,01	Primary voltage	22±5%	KV	
36,02	Secondary voltage	690/400	V	
36,03	Drive voltage	690/400	V	
36,04	Lighting voltage	220	V	
36,05	Valve control voltage	24	V	
36,06	Power factor correction	0,9		
36,07	Transformer	Dry-type		
36,08	Transformer capacity	2x2500+2000	KVA	
36,09	Number of transformer	3	pcs	
36,10	Frequency	50	HZ	
36,11	Qty of cable reel	1	pcs	
36,12	Capacity of cable reel	500	m	
36,13	High voltage cable cross-section	3x70+2x35/2+1x2x2.5	mm ²	
37,00	Emergency Generator			
37,01	Power	400	kVA	
37,02	Power consumers	Light, Dewatering pumps, segment hoist down, Erector down, lx air compressor, Man lock		
38,00	Guidance System			
38,01	Model	PPS		
38,02	Accuracy	2	sec	
38,03	Ring selection module	1	set	
38,04	Tailskin clearance measuring module	1	set	
39,00	CCTV System			
39,01	Qty of CCTV system	1	set	8 cameras & 6 colored screen
40,00	Communication System			
40,01	Qty of communication system Total 15 sets telephone (incl.4 sets audio powered telephone)	1	set	
41,00	Lighting System			
41,01	Lights Qty	120	pcs	Incl. emergency lamp
41,02	Emergency lighting specifications	2x9 W LED	hrs	
41,03	Qty of emergency lighting	40	pcs	
42,00	Probe Drill			
42,01	Type	PDF560L		
42,02	Impact frequency	60-70	Hz	
42,03	Shank lubrication air flow	200-300	1/min	
42,04	Flushing water flow	100-150	1/min	
42,05	Boring diameter	64	mm	
42,06	Type of drill boom	ZDP09M		
42,07	The length of thrust rod	3050	mm	
42,08	Total propulsive force	8-15	kN	
42,09	Total power	55	kW	
42,10	Water prevention device	1	pcs	
43,00	Fire Extinguishing System			
43,01	Auto extinguishing system	1	set	
43,02	Portable CO ₂ extinguisher	10	set	
43,03	Portable powder extinguisher	10	set	
44,00	Harmful Gas Monitoring System			
44,01	Number of fixed monitoring sensors	5	pcs	
44,02	Type of monitoring gas	H2S/CH4/CO/CO2/O2		
44,03	Number of portable monitoring sensor	1	pcs	
44,04	Type of monitoring gas	CO/O2/CO2/CH4/H2S		

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						
08 - GALLERIE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Linea guida per l'applicazione delle sezioni tipo		IBOU	1BEZZ	RH	GN0300003	C	34 di 34

CREG TBM Germany GmbH



45,00	Refuge Chamber				
45,01	Qty of refuge chamber	1		pcs	
45,02	Capacity of refuge chamber	20		pcs	
45,03	Duration of breathable air	24		h	
46,00	Segment Quick Unloading Device				
46,01	Segment capacity storage	1		ring	
47,00	Additional Facilities				
47,01	Office container	1		pcs	
47,02	Toilet	2		pcs	
47,03	Storage area	yes		pcs	
47,04	Workshop	1		pcs	
48,00	Installed Power	6597,9			
48,01	Cutter head drive	4200		kW	
48,02	Screw conveyor	400		kW	
48,03	Thrust ram	245		kW	
48,04	Erector	160		kW	
48,05	Erector emergency pump	11		kW	
48,06	Grease pump	0,55		kW	
48,07	Erector vacuum pump	5		kW	
48,08	Auxiliary pump	55		kW	
48,09	Filter pump of hydraulic oil tank	11		kW	
48,10	Pump for oil control	11		kW	
48,11	Pump for articulation	37		kW	
48,12	Copy cutter	7,5		kW	
48,13	Component-A injection pump	88		kW	
48,14	Component-B injection pump	24		kW	
48,15	Cleaning pump injection lines	60		kW	
48,16	Water pump	15		kW	
48,17	Component-A tank agitator power	22		kW	
48,18	Air compressor 1	110		kW	
48,19	Air compressor 2	110		kW	
48,20	Air compressor 3	110		kW	
48,21	Bentonite pump	74		kW	
48,22	Bentonite mixer power	20		kW	
48,23	Foam pump	1,5		kW	
48,24	Foam mixing pump	18		kW	
48,25	Foam mixing agitator	2,25		kW	
48,26	Internal circulation water pump	45		kW	
48,27	Sewage pump	30		kW	
48,28	Emergency dewatering pump	45		kW	
48,29	Gear oil pump	27,5		kW	
48,30	Ventilation chiller power	315		kW	
48,31	Air duct cassettes hoist	12		kW	
48,32	Booster fan	90		kW	
48,33	Water reel	9		kW	
48,34	Circulating water pump	90		kW	
48,35	Water pump for cutter head spray	15		kW	
48,36	Cooling circle water pump for chiller	15		kW	
48,37	Belt conveyor	75		kW	
48,38	Segment hoist	21,6		kW	
48,39	Auxiliary	10		kW	