



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben


Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee







Ausbau Eisenbahnachse München-Verona  
**BRENNER BASISTUNNEL**  
Ausführungsplanung


Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona  
**GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO**  
Progettazione esecutiva

<b>D0700: Baulos Mauls 2-3</b>	<b>D0700: Lotto Mules 2-3</b>
<b>Projekteinheit</b> Gesamtbauwerke Teil 2	<b>WBS</b> Opere generali Parte 2
<b>Dokumentenart</b> Technischer Bericht	<b>Tipo Documento</b> Relazione tecnica
<b>Titel</b> Leitfaden für die Wahl des Ausbruchsicherungstyp	<b>Titolo</b> Linee guida per l'applicazione delle sezioni di scavo

 <b>Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P</b> <small>olo Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sanmarini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026787911, Fax: +39 0287152612</small>	Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche Ing. Enrico Maria Pizzarotti Ord. Ingg. Milano N° A 29470
---	--

<b>Mandataria</b>  Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	<b>Mandante</b> 	<b>Mandante</b> 	<b>Mandante</b>  ENGINEERING s.r.l./G.m.b.H.
		Fachplaner / il progettista specialista Ing. Davide Merlini Ord. Ingg. Como N° 2354 A	9

	<b>Datum / Data</b>	<b>Name / Nome</b>	<b>Gesellschaft / Società</b>
<b>Bearbeitet / Elaborato</b>	30.01.2015	M. Falanesca	Pini Swiss
<b>Geprüft / Verificato</b>	30.01.2015	D. Merlini	Pini Swiss

 <b>Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE</b>	<b>Name / Nome</b> R. Zurlo	<b>Name / Nome</b> K. Bergmeister
--	--------------------------------	--------------------------------------

<b>Projekt-kilometer / Chilometro progetto</b>	von / da 32.0+88 bis / a 54.0+15 bei / al	<b>Projekt-kilometer / Chilometro opera</b>	von / da bis / a bei / al	<b>Status Dokument / Stato documento</b>		<b>Massstab / Scala</b>	-
--	---	---	---------------------------------	--	--	-------------------------	---

<b>Staat</b> Stato	<b>Los</b> Lotto	<b>Einheit</b> Unità	<b>Nummer</b> Numero	<b>Dokumentenart</b> Tipo Documento	<b>Vertrag</b> Contratto	<b>Nummer</b> Codice	<b>Revision</b> Revisione
02	H61	GD	040	KTB	D0700	22900	21

## Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
00	Erstversion / Prima Versione	M. Falanesca	22.05.2014
10	Endabgabe / Consegna Definitiva	M. Falanesca	31.07.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	M. Falanesca	09.10.2014
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	M. Falanesca	04.12.2014
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per Appalto	M. Falanesca	30.01.2015

<b>1</b>	<b>EINTEILUNG</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>BESCHREIBUNG DER BAUWERKE</b>	
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE</b> .....	<b>9</b>
2.1	DEFINITION DER BAUWERKE DES BAULOSES MAULS 2-3	
2.1	DEFINIZIONE DELLE OPERE DEL LOTTO DI COSTRUZIONE MULES 2-3 .....	10
2.2	UNTERTEILUNG DES BAULOS MAULS 2-3	
2.2	SUDDIVISIONE IN PARTI DEL LOTTO MULES 2-3 .....	12
<b>3</b>	<b>GEOLOGISCH-GEOMECHANISCHE EINSTUFUNG</b>	
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMECCANICO</b> .....	<b>15</b>
3.1	EINLEITUNG	
3.1	INTRODUZIONE .....	15
3.2	STÖRUNGSSYSTEME	
3.2	SISTEMI DI FAGLIA .....	17
3.3	HYDROGEOLOGIE	
3.3	IDROGEOLOGIA.....	18
3.3.1	Haupttunnels	
3.3.1	Gallerie di Linea .....	18
3.3.2	Bereich Nothaltestelle	
3.3.2	Settore Fermata di Emergenza .....	18
3.3.3	Zugangstunnel und Mittelstollen Trens	
3.3.3	Galleria di Accesso e Cunicolo centrale Trens .....	19
3.3.4	Logistikknotten	
3.3.4	Nodo logistico.....	20
3.3.5	Kumulative vorübergehende Schüttungen	
3.3.5	Portate cumulate transitorie.....	20
<b>4</b>	<b>FESTLEGUNG DES GEBIRGSVERHALTENS BEIM VORTRIEB</b>	
<b>4</b>	<b>DEFINIZIONE DEL COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO ALLO SCAVO</b> .....	<b>21</b>
4.1	EINLEITUNG	
4.1	INTRODUZIONE .....	21
4.2	TEIL I	
4.2	MACRO SETTORE I .....	21
4.3	TEIL II	
4.3	MACRO SETTORE II .....	22
4.4	TEIL III	
4.4	MACRO SETTORE III .....	22
4.5	TEIL IV	
4.5	MACRO SETTORE IV .....	23
4.6	TEIL V	
4.6	MACRO SETTORE V .....	23
<b>5</b>	<b>ANWENDUNGSBEREICHE DER AUSBRUCHSQUERSCHNITTE</b>	
<b>5</b>	<b>TRATTE DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO</b> .....	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>LEITFADEN FÜR DIE WAHL DER AUSBRUCHSQUERSCHNITTE</b>	
<b>6</b>	<b>LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO</b> .....	<b>32</b>
6.1	BESTIMMUNG DER VORTRIEBSKLASSE	
6.1	DEFINIZIONE DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO.....	32
6.1.1	Eingleisiger Haupttunnel, konventioneller Vortrieb	
6.1.1	Gallerie di Linea, scavo in tradizionale, binario singolo .....	32

6.1.1.1	Vortriebsklasse GL-T2	
6.1.1.1	Sezione di scavo GL-T2 .....	32
6.1.1.2	Vortriebsklasse GL-T3	
6.1.1.2	Sezione di scavo GL-T3 .....	33
6.1.1.3	Vortriebsklasse GL-T4	
6.1.1.3	Sezione di scavo GL-T4 .....	33
6.1.1.4	Vortriebsklasse GL-T5	
6.1.1.4	Sezione di scavo GL-T5 .....	34
6.1.1.5	Vortriebsklasse GL-T6	
6.1.1.5	Sezione di scavo GL-T6 .....	35
6.1.1.6	Vortriebsklasse GL-TRb	
6.1.1.6	Sezione di scavo GL-TRb.....	35
6.1.2	Haupttunnel Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb	
6.1.2	Gallerie di Linea nella Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale, binario singolo .....	36
6.1.2.1	Vortriebsklasse FdE-GL-T2	
6.1.2.1	Sezione di scavo FdE-GL-T2 .....	36
6.1.2.2	Vortriebsklasse FdE-GL-T3	
6.1.2.2	Sezione di scavo FdE-GL-T3 .....	36
6.1.2.3	Vortriebsklasse FdE-GL-T4	
6.1.2.3	Sezione di scavo FdE-GL-T4 .....	37
6.1.2.4	Vortriebsklasse FdE-GL-T5	
6.1.2.4	Sezione di scavo FdE-GL-T5 .....	38
6.1.2.5	Vortriebsklasse FdE-GL-T6	
6.1.2.5	Sezione di scavo FdE-GL-T6 .....	38
6.1.3	Montagekaverne, konventioneller Vortrieb	
6.1.3	Camerone di montaggio, scavo in tradizionale .....	39
6.1.3.1	Vortriebsklasse CM-T1	
6.1.3.1	Sezione di scavo CM-T1 .....	39
6.1.3.2	Vortriebsklasse CM-T2	
6.1.3.2	Sezione di scavo CM-T2 .....	40
6.1.3.3	Vortriebsklasse CM-T3	
6.1.3.3	Sezione di scavo CM-T3 .....	41
6.1.4	Logistikknotten, konventioneller Vortrieb	
6.1.4	Nodo logistico, scavo in tradizionale .....	42
6.1.4.1	Vortriebsklasse NL-C-T2	
6.1.4.1	Sezione di scavo NL-C-T2.....	42
6.1.4.2	Vortriebsklasse NL-MM-T3	
6.1.4.2	Sezione di scavo NL-MM-T3 .....	43
6.1.4.3	Vortriebsklasse NL-BYP-T3	
6.1.4.3	Sezione di scavo NL-BYP-T3 .....	43
6.1.4.4	Vortriebsklasse NL-BYP-T4	
6.1.4.4	Sezione di scavo NL-BYP-T4 .....	43
6.1.5	Zugangstunnel Trens - konventioneller Vortrieb	
6.1.5	Galleria di accesso, scavo in tradizionale.....	44
6.1.5.1	Vortriebsklasse GA-T2	
6.1.5.1	Sezione di scavo GA-T2.....	44
6.1.5.2	Vortriebsklasse GA-T3	
6.1.5.2	Sezione di scavo GA-T3.....	45
6.1.5.3	Vortriebsklasse GA-T4	
6.1.5.3	Sezione di scavo GA-T4.....	45

6.1.5.4	Vortriebsklasse GA-T5	
6.1.5.4	Sezione di scavo GA-T5.....	46
6.1.5.5	Vortriebsklasse GA-TRb	
6.1.5.5	Sezione di scavo GA-TRb .....	47
6.1.6	Mittelstollen Trens - Standardquerschnitt - konventioneller Vortrieb	
6.1.6	Cunicolo centrale di Trens, sezione standard, scavo in tradizionale .....	47
6.1.6.1	Vortriebsklasse FdE-CcT-T2	
6.1.6.1	Sezione di scavo FdE-CcT T2.....	47
6.1.6.2	Vortriebsklasse FdE-CcT-T3	
6.1.6.2	Sezione di scavo FdE-CcT T3.....	48
6.1.6.3	Vortriebsklasse FdE-CcT-T4	
6.1.6.3	Sezione di scavo FdE-CcT T4.....	48
6.1.6.4	Vortriebsklasse FdE-CcT-T5	
6.1.6.4	Sezione di scavo FdE-CcT T5.....	49
6.1.6.5	Vortriebsklasse FdE-CcT-T6	
6.1.6.5	Sezione di scavo FdE-CcT T6.....	50
6.1.7	Mittelstollen Trens, vergrößerter Querschnitt, konventioneller Vortrieb	
6.1.7	Cunicolo centrale di Trens, sezione allargata, scavo in tradizionale .....	50
6.1.7.1	Vortriebsklasse FdE-CcTa-T2	
6.1.7.1	Sezione di scavo FdE-CcTa T2.....	50
6.1.7.2	Vortriebsklasse FdE-CcTa-T3	
6.1.7.2	Sezione di scavo FdE-CcTa-T3.....	51
6.1.8	Querschlag Typ 5, Querkaverne Trens, konventioneller Vortrieb	
6.1.8	Cunicolo trasversale tipo 5, Camerone di Trens, scavo in tradizionale .....	52
6.1.8.1	Vortriebsklasse CT5-T2	
6.1.8.1	Sezione di scavo CT5 T2 .....	52
6.1.8.2	Vortriebsklasse CT5 T3	
6.1.8.2	Sezione di scavo CT5 T3 .....	53
6.1.9	Verbindungsstollen Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb	
6.1.9	Cunicolo trasversale all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale.....	54
6.1.9.1	Vortriebsklasse FdE-C(01-06) T2	
6.1.9.1	Sezione di scavo FdE-C(01-06) T2 .....	54
6.1.9.2	Vortriebsklasse FdE-C(01-06) T3	
6.1.9.2	Sezione di scavo FdE-C(01-06) T3 .....	54
6.1.9.3	Vortriebsklasse FdE-C(01-06) T4	
6.1.9.3	Sezione di scavo FdE-C(01-06) T4 .....	55
6.1.10	Entlastungsstollen Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb	
6.1.10	Cunicolo di scarico all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale.....	57
6.1.10.1	Vortriebsklasse FdE-CS T3	
6.1.10.1	Sezione di scavo FdE-CS T3 .....	57
6.1.10.2	Vortriebsklasse FdE-CS T4	
6.1.10.2	Sezione di scavo FdE-CS T4 .....	57
6.1.10.3	Vortriebsklasse FdE-CS T5	
6.1.10.3	Sezione di scavo FdE-CS T5 .....	58
6.1.11	Abluftquerstollen Nothaltestelle - Standardquerschnitt, konventioneller Vortrieb	
6.1.11	Cunicolo di ventilazione all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale .....	59
6.1.11.1	Vortriebsklasse FdE-V T1	
6.1.11.1	Sezione di scavo FdE-V T1 .....	59
6.1.11.2	Vortriebsklasse FdE-V T3	
6.1.11.2	Sezione di scavo FdE-V T3.....	59

6.1.11.3 Vortriebsklasse FdE-V T4	
6.1.11.3 Sezione di scavo FdE-V T4 .....	59
6.1.12 Abluftquerstollen Nothaltestelle - vergrößerter Querschnitt, konventioneller Vortrieb	
6.1.12 Cunicolo di ventilazione sezione allargata all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale .....	60
6.1.12.1 . Vortriebsklasse FdE-V T2a	
6.1.12.1 Sezione di scavo FdE-V T2a .....	60
6.1.12.2 Vortriebsklasse FdE-V T3a	
6.1.12.2 Sezione di scavo FdE-V T3a .....	61
6.1.12.3 Vortriebsklasse FdE-V T4a	
6.1.12.3 Sezione di scavo FdE-V T4a .....	61
6.1.13 Wendekaverne Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb	
6.1.13 Cunicolo di manovra all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale .....	62
6.1.13.1 Vortriebsklasse FdE-MM T4	
6.1.13.1 Sezione di scavo FdE-MM T4 .....	62
6.1.14 Querschlag Typ 1, konventioneller Vortrieb	
6.1.14 Cunicolo di scavo tipo 1 CT1, scavo in tradizionale .....	63
6.1.14.1 Vortriebsklasse CT1 T2	
6.1.14.1 Sezione di scavo CT1 T2 .....	63
6.1.14.2 Vortriebsklasse CT1 T3	
6.1.14.2 Sezione di scavo CT1 T3 .....	63
6.1.14.3 Vortriebsklasse CT1 T4	
6.1.14.3 Sezione di scavo CT1 T4 .....	64
6.1.15 Querschlag Typ 3, konventioneller Vortrieb	
6.1.15 Cunicolo di scavo tipo 3 CT3, scavo in tradizionale .....	65
6.1.15.1 Vortriebsklasse CT3 T2	
6.1.15.1 Sezione di scavo CT3 T2 .....	65
6.1.15.2 Vortriebsklasse CT3 T3	
6.1.15.2 Sezione di scavo CT3 T3 .....	65
6.2 BEZUGSDATEN	
6.2 DATI DI RIFERIMENTO .....	66
6.3 BESONDERE HINWEISE	
6.3 NOTE PARTICOLARI.....	68
<b>7 RICHTLINIEN ZUR ANWENDUNG DER DRENAGESYSTEME</b>	
<b>7 LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO .....</b>	<b>69</b>
<b>8 VERZEICHNISSE</b>	
<b>8 ELENCHI.....</b>	<b>70</b>
8.1 TABELLENVERZEICHNIS	
8.1 ELENCO DELLE TABELLE.....	70
8.2 REFERENZDOKUMENTE	
8.2 DOCUMENTO DI RIFERIMENTO.....	71
8.2.1 Eingangsdokumente	
8.2.1 Documenti in ingresso.....	71
8.2.1.1 Ausführungsprojekt Baulos Muls 2-3	
8.2.1.1 Progetto Esecutivo Lotto Muls 2-3.....	71
8.2.2 Ausbruchsquerschnitt	
8.2.2 Sezioni di scavo .....	73
8.2.2.1 Einleisiger Haupttunnel - konventioneller Vortrieb	
8.2.2.1 Gallerie di Linea, scavo in tradizionale, binario singolo .....	73

8.2.2.2	Haupttunnel Nothaltestelle - konventioneller Vortrieb	
8.2.2.2	Gallerie di Linea nella Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale .....	73
8.2.2.3	Montagekaverne - konventioneller Vortrieb	
8.2.2.3	Camerone di montaggio, scavo in tradizionale.....	74
8.2.2.4	Logistikkaverne (Zweiter Logistikknoten)	
8.2.2.4	Nodo logistico, scavo in tradizionale .....	74
8.2.2.5	Zugangstunnel Trens - konventioneller Vortrieb	
8.2.2.5	Galleria di accesso, scavo in tradizionale.....	75
8.2.2.6	Mittelstollen Trens - konventioneller Vortrieb	
8.2.2.6	Cunicolo centrale di Trens, scavo in tradizionale .....	75
8.2.2.7	Querschlag Typ 5 - konventioneller Vortrieb	
8.2.2.7	Cunicolo trasversale tipo 5, scavo in tradizionale.....	76
8.2.2.8	Verbindungsstollen Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb	
8.2.2.8	Cunicoli trasversali all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale.....	76
8.2.2.9	Entlastungsstollen Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb	
8.2.2.9	Cunicolo di scarico all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale.....	77
8.2.2.10	Abluftquerstollen Nothaltestelle - Standardquerschnitt, konventioneller Vortrieb	
8.2.2.10	Cunicolo di ventilazione all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale .....	77
8.2.2.11	Wendekaverne Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb	
8.2.2.11	Caverna di manovra all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale.....	78
8.2.2.12	Querschlag Typ 1, konventioneller Vortrieb	
8.2.2.12	Cunicolo trasversale tipo 1 CT1, scavo in tradizionale .....	78
8.2.2.13	Querschlag Typ 3, konventioneller Vortrieb	
8.2.2.13	Cunicolo trasversale tipo 3 CT3, scavo in tradizionale .....	78
8.2.3	Schalung	
8.2.3	Carpenterie.....	79
8.2.3.1	Eingleisiger Haupttunnel - konventioneller Vortrieb	
8.2.3.1	Gallerie di Linea, scavo in tradizionale, binario singolo .....	79
8.2.3.2	Haupttunnel Nothaltestelle - konventioneller Vortrieb	
8.2.3.2	Gallerie di Linea nella Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale .....	79
8.2.3.3	Montagekaverne - konventioneller Vortrieb	
8.2.3.3	Camerone di montaggio, scavo in tradizionale.....	80
8.2.3.4	Logistikkaverne (Zweiter Logistikknoten)	
8.2.3.4	Nodo logistico, scavo in tradizionale .....	80
8.2.3.5	Zugangstunnel Trens - konventioneller Vortrieb	
8.2.3.5	Galleria di accesso, scavo in tradizionale.....	80
8.2.3.6	Mittelstollen Trens - konventioneller Vortrieb	
8.2.3.6	Cunicolo centrale di Trens, scavo in tradizionale .....	80
8.2.3.7	Wendekaverne Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb	
8.2.3.7	Caverna di manovra all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale.....	81
8.2.3.8	Querschlag Typ 5 - konventioneller Vortrieb	
8.2.3.8	Cunicolo trasversale tipo 5, scavo in tradizionale.....	82
8.2.3.9	Verbindungsstollen Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb	
8.2.3.9	Cunicoli trasversali all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale.....	82
8.2.3.10	Entlastungsstollen Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb	
8.2.3.10	Cunicolo di scarico all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale.....	83
8.2.3.11	Abluftquerstollen Nothaltestelle - Standardquerschnitt, konventioneller Vortrieb	
8.2.3.11	Cunicolo di ventilazione all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale .....	83
8.2.3.12	Querschlag Typ 1, konventioneller Vortrieb	
8.2.3.12	Cunicolo trasversale tipo 1 CT1, scavo in tradizionale .....	84

8.2.3.13 Querschlag Typ 3, konventioneller Vortrieb	
8.2.3.13 Cunicolo trasversale tipo 3 CT3, scavo in tradizionale .....	84
8.2.4 Bibliografie	
8.2.4 Bibliografia.....	84



## 1 EINTEILUNG

Der Brenner Basistunnel ist mit einer Länge von knapp über 55 km das Kernelement des Eisenbahnkorridors München-Verona.

Das Baulos Muls 2-3 ist auf italienischer Seite der Hauptteil der BBT Streckenführung; insbesondere erstreckt es sich von der Staatsgrenze im Norden (km 32.0+88 Oströhre) und bis zum angrenzenden Baulos "Eisack Unterführung" im Süden (km 54.1+00 Oströhre).

Nach einer kurzen Beschreibung des gesamten Baulos Muls 2-3 des Brenner Basis Tunnels, wird dieser Bericht insbesondere über Teil 2 handeln, wie im Kapitel 2.1. beschrieben.

Der vorliegende Bericht enthält die in der Ausführungsphase zu beachtenden Richtlinien für die Wahl der für die jeweiligen Teilabschnitte mit vermutlich homogenem Verhalten bestgeeigneten Ausbruchquerschnitte unter den im Projekt schon vorgesehenen Querschnitten.

## 2 BESCHREIBUNG DER BAUWERKE

Der Brenner Basistunnel umfasst ein System mit zwei eingleisigen Tunneln, welche auf einem Großteil der Strecke parallel zueinander bei einem konstanten Achsabstand von 70 m verlaufen. Zwischen km 48.2 und km 50.6 ca. (Oströhre) nähern sich die zwei Tunnel bis auf einen Mindestabstand von 40 m einander an, den sie dann bis zum Ende des Baulos Muls 2-3 (km 54.0) beibehalten.

Zwischen den zwei Tunneln liegen alle 333 m Verbindungsquerstellen.

Das System wird durch einen Pilotstollen ergänzt, der tiefer als die Hauptröhren liegt, um nicht mit den Verbindungsquerstellen zu interferieren. Laut Lageplan liegt der Servicestollen generell zwischen den zwei Hauptröhren; Bei km 51.6 (Oströhre) entfernt sich der Stollen von seiner zentralen Lage zwischen den zwei Röhren und verläuft bis zum Portal in Aicha außerhalb der Achse der Haupttunnels.

Die Trassenführung im Baulos Muls 2-3 weist einen meist gradlinigen Verlauf in Lage und Höhe auf, die sich ab dem Nordende des Baulos durch eine 5 km lange gerade Strecke, eine kurze Linkskurve mit weitem Radius ( $R=10'000$  m) und eine nachfolgende Gerade von ca. 10 km auszeichnet; Dieser folgt eine weitere engere Linkskurve mit größerer Ausdehnung, welche hauptsächlich das bestehende Baulos Muls 1 betrifft. Die Streckenführung beginnt erneut mit einer geraden Strecke

## 1 INTRODUZIONE

La Galleria di base del Brennero (BBT) si sviluppa per una lunghezza poco superiore ai 55 Km e costituisce la parte centrale del corridoio ferroviario Monaco di Baviera-Verona.

Il lotto costruttivo Muls 2 - 3 costituisce la principale parte del tracciato BBT sul versante italiano; in particolare è compreso tra il confine di Stato, a nord (km 32.0+88 canna est) e il lotto adiacente "Sottoattraversamento dell'Isarco", a sud (km 54.1+00 canna est).

La presente relazione, dopo una breve descrizione dell'intero Lotto Muls 2-3 della Galleria di Base del Brennero, tratterà delle linee guida per l'attribuzione delle sezioni di scavo (T1-T6) per la Parte 2, così definita al capitolo 2.1.

Il documento ha l'obiettivo di fornire gli indirizzi da seguire in corso d'opera per la scelta della sezione tipo di scavo più adeguata, tra quelle già previste nel progetto, per le diverse tratte aventi un comportamento omogeneo.

## 2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

La Galleria di Base del Brennero prevede un sistema con due gallerie a binario semplice che corrono parallele per la maggior parte del tracciato con interasse costante di 70 m. Tra il km 48.2 e il km 50.6 circa (canna est), le due gallerie tendono ad avvicinarsi fino a ridurre l'interasse a 40m, mantenendo tale distanza fino all'estremità sud del Lotto Muls 2-3 (km 54.0).

Tra le due gallerie sono posizionati ogni 333 m cunicoli trasversali di collegamento.

Integra il sistema un cunicolo "pilota" collocato ad una quota inferiore rispetto alle canne principali per non interferire con i cunicoli trasversali di collegamento. Planimetricamente il cunicolo di servizio è collocato generalmente in posizione intermedia alle due canne principali; in corrispondenza del km 51.6 (canna est) il cunicolo si allontana dalla sua posizione centrale tra le due canne e si mantiene fuori dall'asse delle Gallerie di Linea fino all'imbocco ad Aica.

Il tracciato ferroviario nel Lotto Muls 2-3 si presenta con andamento planimetrico principalmente in rettilineo caratterizzato, a partire dall'estremo nord del lotto, da un tratto rettilineo di circa 5 km, da una breve curva sinistrorsa di ampio raggio ( $R=10'000$  m) e da un successivo rettilineo di circa 10 km cui segue un'ulteriore curva sinistrorsa più stretta e di maggiore estensione che interessa principalmente il lotto esistente Muls 1. Il tracciato riprende con un tratto in rettilineo (circa 1 km) cui segue una curva destrorsa ( $R=6'000$

(ca. 1 km), der eine Rechtskurve (R=6'000 m) folgt, um im Bereich der Gleisverdoppelung, wo sich die Verbundstrecken anbinden, mit einer Geraden von ca. 1.500 m zu enden. Die Details zum Verlauf in Lage und Höhe sind in den Plänen [1] [2] erfasst.

In Bezug auf den Höhenverlauf weist die Oströhre eine Steigungsstrecke mit entgegengesetzten Neigungen, -3.907‰ und +7.399‰ auf, deren höchster Punkt bei km 49.6+35 bzw. deren niedrigster Punkt bei km 49.5+90 liegt. Um die Steigungsstrecke mit der Streckenführung des bereits erstellten Bauloses Mauls 1 zu verbinden, mussten für die Weströhre zahlreiche geringfügige Neigungsänderungen eingeführt werden, welche jedenfalls auf die Enden des Bauloses Mauls 1 begrenzt sind. Die Details zum Höhenverlauf sind in den Plänen [4] [5] erfasst.

## 2.1 DEFINITION DER BAUWERKE DES BAULOSES MAULS 2-3

Die in der Ausführungsplanung des Bauloses Mauls 2-3 geplanten und auf dem Bauwerkslageplan [3], dargestellten Bauwerke sind folgende: (NB: die Kilometrierungen des Erkundungsstollens steigen nach Norden, die der Haupttunnel und des Zugangsstollens nach Süden an.)

### **Bauwerke nördlich der Einbindung des Fensterstollens Mauls mit den Haupttunneln**

- 1) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) "Ende Baulos Mauls 1 – Staatsgrenze", ca. von km 47.2+59 bis ca. km 32.0+88 (Vortrieb und Innenschale);
- 2) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) „Tunnelausbau Baulos Mauls 1“: Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, die im Abschnitt des Bauloses Mauls 1 von km 47.2+59 ca. bis zu den TBM-Montagekavernen (km 48.9+02 ca.) vorgetrieben wird sowie Endgestaltung der TBM-Montagekavernen, die sich an der Kreuzung mit dem Fensterstollen Mauls befinden (von km 48.9+02 bis 49.0+83 ca.)
- 3) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „Ende Baulos Mauls 1 – Staatsgrenze“, von km 47.2+22 ca. bis km 32.0+47 ca. (entspricht km 32.0+87 der Regelplanung) (Vortrieb und Innenschale)
- 4) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „Tunnelausbau Baulos Mauls 1“: Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, die im Bereich des Bauloses Mauls 1, von km 47.2+22 ca. bis zu den TBM-Montagekavernen (km 48.8+73 ca.) vorgetrieben wird sowie Endgestaltung der TBM-Montagekavernen, die sich am Schnittpunkt mit

m), per terminare, nella zona di sdoppiamento dei binari in cui si innestano i rami di interconnessione, con un tratto in rettilineo di circa 1'500 m. I dettagli dell'andamento planimetrico sono rilevabili dalle tavole di progetto [1] [2].

Altimetricamente si distingue per la canna est una livelletta con due pendenze opposte, -3.907‰ e +7.399‰, il cui vertice risulta ubicato al km 49.6+35 e il punto di minimo altimetrico del tracciato al km 49.5+90. Per la canna ovest, invece, la necessità di raccordare la livelletta con il tracciato del Lotto Mules 1 già realizzato, ha comportato l'introduzione di numerosi cambi di pendenza della livelletta limitati, in ogni caso, agli estremi del lotto Mules 1. I dettagli dell'andamento altimetrico sono rilevabili dalle tavole di progetto [4] [5].

## 2.1 DEFINIZIONE DELLE OPERE DEL LOTTO DI COSTRUZIONE MULES 2-3

Le opere previste nel Progetto Esecutivo del lotto Mules 2 – 3, rappresentate sulla Planimetria delle opere [3], sono le seguenti: (N.B.: le progressive del Cunicolo Esplorativo sono crescenti verso nord; quelle delle Gallerie di Linea e della Galleria di Accesso, verso sud).

### **Opere situate a nord del punto d'innesto della Finestra di Mules con le gallerie principali**

- 1) Galleria di Linea (GL) est (dispari) "fine lotto Mules 1 – Confine di stato": da km 47.2+59 circa a km 32.0+88 circa (scavo e rivestimento definitivo);
- 2) Galleria di Linea (GL) est (dispari) "rivestimenti lotto Mules 1": rivestimento definitivo della tratta della Galleria di Linea esistente, scavata nell'ambito del lotto Mules 1, compresa tra km 47.2+59 circa e cameroni di Montaggio TBM (km 48.9+02 circa) e sistemazione definitiva dei cameroni di montaggio TBM posti in corrispondenza dell'intersezione con la Finestra di Mules (tra km 48.9+02 e 49.0+83 circa)
- 3) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) "fine lotto Mules 1 – confine di stato": da km 47.2+22 circa a km 32.0+47 circa (corrispondente alla 32.0+87 della Progettazione di Sistema) (scavo e rivestimento definitivo)
- 4) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) "rivestimenti lotto Mules 1": rivestimento definitivo della tratta della Galleria di linea esistente, scavata nell'ambito del lotto Mules 1, compresa tra km 47.2+22 circa e cameroni di Montaggio TBM (km 48.8+73 circa) sistemazione definitiva dei cameroni di montaggio TBM posti in corrispondenza dell'intersezione con la

dem Fensterstollen Mauls befinden (von km 48.8+73 bis 49.0+57 ca.)

- 5) Fensterstollen Mauls (M): Innenschale des Tunnels und alle dazugehörigen schon bestehenden Bauwerke, bestehend aus: „Zweig A“, „Zweig B“ Logistikkaverne und dazugehörigem Verbindungstunnel, Lüftungszentralkaverne mit entsprechenden Verbindungstunneln und Absaugschacht;
- 6) Nothaltestelle (FdE) „Trens“ – System von Tunneln, Kavernen, Stollen, usw., dessen Projektion auf die Oströhre der Haupttunnels von km 44.5+15 bis km 45.0+25 (Vortrieb und Innenschale) liegt;
- 7) Zugangstunnel (GA) zur Nothaltestelle Trens, die sich zwischen dem Fensterstollen Mauls und dem Mittelstollen Trens befindet (Vortrieb und Innenschale)
- 8) Neuer Logistikknoten (NL): Er befindet sich seitlich der Trasse des Zugangstollens und besteht aus einer Logistikkaverne, drei Verbindungstunneln mit dem Zugangstunnel, einem logistischen Bypass zwischen dem Zugangstunnel (GA) und den beiden Hauptröhren sowie einem Verbindungsschacht zum Erkundungsstollen [6].
- 9) Erkundungsstollen (CE) „Ende Baulos Mauls 1 – Staatsgrenze“, von km 12.4+59 ca. bis km 27.2+17 (Vortrieb und Innenschale).
- 10) Es ist außerdem die Rohbauausrüstung für den Erkundungsstollen geplant, die hauptsächlich aus der Beleuchtungsanlage, der MS/NS-Verteilung, der Löschwasserversorgung, dem GSM-Fernmeldenetz sowie den selektiven Wasserdrainageanlagen bestehen.
- 11) Erkundungsstollen: „Stollenausbau der vorhergehenden Baulose“: Innenschale der bestehenden Erkundungsstollenstrecke, die im Rahmen der vorhergehenden Baulose, von km 10.4+19 ca. bis zu km 12.4+60 ca. vorgetrieben wurden; Endgestaltung des Verbindungstunnels zwischen der Weströhre und dem Erkundungsstollen.

#### **Bauwerke südlich des Anbindungspunktes des Fensterstollens Mauls mit den Haupttunneln**

- 12) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) „TBM-Montagekaverne Mauls – Eisack-Unterquerung“, von km 49.0+83 ca. bis km 54.0+15 ca. (Vortrieb

Finestra di Mules (tra km 48.8+73 e 49.0+57 circa)

- 5) Finestra di Mules (M): rivestimento definitivo della galleria e di tutte le opere afferenti alla stessa già realizzate e costituite da: “Ramo A”, “Ramo B” Camerone logistico e connessa Galleria di Collegamento, Caverna Centrale di Ventilazione con relative Gallerie di Collegamento e Pozzo di Aspirazione;
- 6) Fermata di Emergenza (FdE) Trens – sistema di gallerie, caverne, cunicoli, ecc. la cui proiezione sulla Galleria principale est è compresa dal km 44.5+15 alla km 45.0+25 (scavo e rivestimento definitivo);
- 7) Galleria di Accesso (GA) alla Fermata di Emergenza Trens, compresa tra la Finestra di Mules e il cunicolo centrale di Trens (scavo e rivestimento definitivo)
- 8) Nuovo Nodo Logistico (NL): ubicato lateralmente al tracciato della Galleria di Accesso e costituito da un camerone logistico, tre gallerie di collegamento con la GA, un by-pass logistico di collegamento tra la GA e le Gallerie di Linea e un pozzo di collegamento con il Cunicolo Esplorativo [6].
- 9) Cunicolo Esplorativo (CE) " fine lotto Mules 1 – Confine di stato": da km 12.4+59 circa a km 27.2+17 (scavo e rivestimento definitivo).
- 10) Sono inoltre previste le dotazioni impiantistiche a servizio del Cunicolo Esplorativo, costituite essenzialmente dall'impianto di illuminazione, distribuzione MT/BT, dalla rete idrica antincendio, dalla rete di telecomunicazione GSM e dagli impianti di drenaggio selettivo delle acque.
- 11) Cunicolo Esplorativo “rivestimenti lotti precedenti”: rivestimento definitivo della tratta del Cunicolo Esplorativo esistente, scavato nell'ambito dei lotti precedenti, compresa tra km 10.4+19 circa e km 12.4+60 circa; sistemazione definitiva della galleria di collegamento tra la canna ovest e il Cunicolo Esplorativo.

#### **Opere situate a sud del punto d'innesto della Finestra di Mules con le gallerie principali**

- 12) Galleria di Linea (GL) est (dispari) “camerone montaggio TBM Mules – Sottoattraversamento Isarco”: da km 49.0+83 circa a km 54.0+15 circa

und Innenschale);

- 13) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „TBM Montagekavernen Mauls 1 – Eisack-Unterquerung“, von km 49.0+57 ca. bis km 54.0+02 ca. (entspricht 54.0+42 ca. der Regelplanung) (Vortrieb und Innenschale).
- 14) Im nachfolgend aufgeführten Abschnitt verlaufen die Haupttunnel bis zur Südgrenze des Bauloses Mauls 2-3 zweigleisig: ab km 52.6+29 ca. bis ca. 54.0+15 in der Oströhre und von km 52.8+66 ca. bis km 54.0+02. ca. in der Weströhre.

Die Baulosgrenzen gehen aus den Plänen [3] hervor, auf die verwiesen wird.

## 2.2 UNTERTEILUNG DES BAULOS MAULS 2-3

Aufgrund der baulichen Eigenschaften der zuvor ermittelten Bauwerke ist das Baulos Mauls 2-3 wie folgt in drei Teile gegliedert worden:

### **Teil 1 - Haupttunnel von km 46+769 bis km 54+015 Oströhre und Innenschalen der vorhergehenden Baulose, konventioneller Vortrieb des Erkundungstollens:**

- Haupttunnel (GL), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 47.2+59 ca. bis km 46.7+69 - Oströhre;
  - von km 47.2+22 ca. bis km 46.7+32 - Weströhre.
- Haupttunnel (GL), Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, welche im Rahmen des Bauloses Mauls 1 ausgebrochen wurde:
  - von km 47.2+59 ca. bis km 48.9+02 ca. (Anfang TBM Montagekaverne) - Oströhre;
  - von km 47.2+22 ca. bis km 48.8+73 ca. (Anfang TBM Montagekaverne) - Weströhre.
- Haupttunnel (GL), Innenschale der Strecke auf Höhe der bestehenden TBM-Montagekavernen, welche im Rahmen des Bauloses Mauls 1 ausgebrochen wurden:
  - von km 48.9+02 ca. bis km 49.0+83 ca. - Oströhre;
  - von km 48.8+73 ca. bis km 49.0+57 ca. - Weströhre.
- Fensterstollen Mauls (M) und dazugehörige Bauwerke, Innenschale und Endgestaltung der bereits in den vorhergehenden Baulosen errichteten Bauwerke, bestehend aus:
  - Fensterstollen Mauls (M), 1'607 m ca. lang;
  - Zweig A (M-A), ca. 172 m lang;
  - Zweig B (M-B), ca. 176 m lang;
  - Logistikkaverne, 40 m ca, und dazugehöriger

(scavo e rivestimento interno);

- 13) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) “camerone montaggio TBM – Sottoattraversamento Isarco”: da km 49.0+57 circa a km 54.0+02 circa (corrispondente alla 54.0+42 circa della Progettazione di Sistema) (scavo e rivestimento definitivo).
- 14) In questa tratta le gallerie principali est ed ovest a partire dalla km 52.6+29 circa, per la galleria est, e dalla km 52.8+66 circa, per la galleria ovest, fino al limite sud del lotto Mules 2-3 (km 54.0+15 per la canna est, km 54.0+02 circa per la canna ovest), si presentano a doppio binario.

I limiti del lotto di costruzione sono rilevabili nelle tavole [3] alle quali si rimanda.

## 2.2 SUDDIVISIONE IN PARTI DEL LOTTO MULES 2-3

In funzione delle caratteristiche costruttive delle opere individuate precedentemente, il lotto Mules 2 - 3 è stato suddiviso in tre parti così definite:

### **Parte 1 -Gallerie di Linea dal km 46+769 al km 54+015 canna est e rivestimenti definitivi lotti precedenti, Cunicolo Esplorativo in tradizionale:**

- Gallerie di Linea (GL), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - da km 47.2+59 circa al km 46.7+69 - canna est;
  - da km 47.2+22 circa a km 46.7+32 - canna ovest.
- Galleria di Linea (GL), rivestimento definitivo della tratta della Galleria di Linea esistente, scavata nell'ambito del lotto Mules 1:
  - da km 47.2+59 circa a km 48.9+02 circa (inizio camerone di montaggio TBM) - canna est;
  - da km 47.2+22 circa a km 48.8+73 circa (inizio camerone di montaggio TBM) - canna ovest.
- Galleria di Linea (GL), rivestimento definitivo della tratta in corrispondenza dei camerone di montaggio TBM esistenti, scavati nell'ambito del lotto Mules 1:
  - da km 48.9+02 circa a km 49.0+83 circa - canna est;
  - da km 48.8+73 circa a km 49.0+57 circa - canna ovest.
- Finestra di Mules (M) e opere annesse, rivestimento e sistemazione definitiva delle opere già realizzate in lotti precedenti e costituite da:
  - Finestra di Mules (M), lunghezza di 1'607 m circa;
  - Ramo A (M-A), lunghezza di 172 m circa;
  - Ramo B (M-B), lunghezza di 176 m circa;
  - Camerone logistico, 40 m circa, e relativa galleria di collegamento, lunghezza di 142 m circa;
  - Caverna Centrale di Ventilazione, 67 m, rami di

- Verbindungstunnel, ca. 142m lang;
  - Zentrale Lüftungskaverne, 67 m, Verbindungszweige zum Fensterstollen Mauls (212 m ca.) und Absaugschacht ca. 47 m hoch.
- Erkundungsstollen (CE), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - Verbreiteter Querschnitt (CL) von km 12.4+59,5 bis km 13.2+30
  - Logistische Ausweichstellen (PL), an km 12.6+42,5 und km 12.9+42,5
  - TBM-Montagekaverne Richtung Norden (CMC), ca. 60m lang, von km 13.2+30 bis km 13.2+90
- Erkundungsstollen (CE): Innenschale der bereits in den vorhergehenden Baulosen errichteten Erkundungsstollenabschnitte, die Folgendes umfassen:
  - Demontagekaverne der aus Aicha kommenden TBM (MCSS), ca. 40 m lang, von km 10.4+19 bis km 10.4+54.
  - Verbreiteter Querschnitt (CL) von km 10.4+54 bis km 10.9+16;
  - Regelquerschnitt (CE) von km 10.9+16 bis km 12.4+59,5
  - Bestehende logistische Ausweichstellen (PL-E), an km 11.1+97,5; km 11.4+93,5; km 11.7+19,5; km 12.0+15; km 12.3+42,5
- Verbindungstunnel (GC): Endgestaltung des bereits im Baulos Mauls 1 errichteten Bauwerks, zwischen der Weströhre und dem Erkundungsstollen auf einer Länge von ca. 420 m.
- Haupttunnel (GL) südlich des Fensterstollens; hauptsächlich mit offener TBM aufgefahrener Abschnitt (Vortrieb und Innenschale):
  - von km 49.0+83 ca. (Ende TBM-Montagekaverne, welche im Rahmen des Bauloses Mauls 1 ausgeführt wurde) bis km 52.6+22 ca. - Oströhre;
  - von km 49.0+57 ca. (Ende TBM Montagekaverne, welche im Rahmen des Bauloses Mauls 1 ausgeführt wurde) bis km 52.8+44 ca.
- In diesem Abschnitt erfolgt der Vortrieb der Oströhre von km 49.0+83 ca. bis km 49.1+18 und der Weströhre von km 49.0+57 ca bis km 49.2+41 jeweils auf einer Länge von 35 m und 184 m, im konventionellen Vortrieb mit einem verbreiterten Querschnitt, der die Durchfahrt der TBM ermöglicht.
- Doppelgleisige Haupttunnel (GL -D), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 52.6+29 ca. bis km 54.0+15 - Oströhre;
  - von km 52.8+66 ca. bis km 54.0+02 ca. - Weströhre (entspricht ca. km 54.0+42 der Regelplanung).
- collegamento alla Finestra di Mules (212 m circa) e pozzo di Aspirazione di altezza 47 m circa.
- Cunicolo Esplorativo (CE), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - Sezione corrente (CE) tra km 12.4+59,5 e km 13.2+30
  - Piazzole logistiche (PL), ubicate al km 12.6+42,5 e km 12.9+42,5
  - Camerone di montaggio della TBM verso nord (CMC), della lunghezza di circa 60m tra km 13.2+30 e km 13.2+90
- Cunicolo Esplorativo (CE): rivestimento definitivo del tratto di cunicolo già realizzato in lotti precedenti e costituito da:
  - Camerone di smontaggio della TBM proveniente da Aica (MCSS), della lunghezza di 40 m circa, tra km 10.4+19 e km 10.4+54.
  - Sezione allargata (CL) tra km 10.4+54 e km 10.9+16;
  - Sezione corrente (CE) tra km 10.9+16 e km 12.4+59,5
  - Piazzole logistiche esistenti (PL-E), ubicate al km 11.1+97,5; km 11.4+93,5; km 11.7+19,5; km 12.0+15; km 12.3+42,5
- Galleria di collegamento (GC): sistemazione definitiva dell'opera già realizzata nel lotto Mules 1, compresa tra la Galleria di Linea, canna ovest, e il Cunicolo Esplorativo, per una lunghezza di 420 m circa.
- Galleria di Linea (GL) a sud dalla Finestra di Mules, tratta realizzata prevalentemente con TBM aperta (scavo e rivestimento definitivo):
  - da km 49.0+83 circa (fine camerone di montaggio TBM realizzato nell'ambito del Lotto Mules 1) a km 52.6+22 circa - canna est;
  - da km 49.0+57 circa (fine camerone di montaggio TBM realizzato nell'ambito del Lotto Mules 1) a km 52.8+44 circa
- In questa tratta le gallerie principali est ed ovest a partire dalla km 49.0+83 circa, per la galleria est, e dalla km 49.0+57 circa, per la galleria ovest, fino alla km 49.1+18 est e 49.2+41 ovest, rispettivamente per una lunghezza di 35m e 184m, vengono scavate con metodi tradizionali con una sezione allargata che permette il passaggio della TBM.
- Gallerie di Linea a doppio binario (GL-D), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - da km 52.6+29 circa al km 54.0+15 - canna est;
  - da km 52.8+66 circa a km 54.0+02 circa - canna ovest (corrispondente alla 54.0+42 circa della Progettazione di Sistema).

## Teil 2 - Nothaltestelle, Zugangstunnel und dazugehörige Bauwerke von km 46+769 bis km 44+191:

- Haupttunnel (GL), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 46.7+69 ca. bis km 45.0+25 (Anfang NHS) und von km 44.5+55 (Ende NHS) bis km 44.3+51 (TBM-Montagekaverne) - Oströhre;
  - von km 46.7+32 ca. bis km 44.9+88 (Anfang NHS) und von km 44.5+18 (Ende NHS) bis km 44.3+15 (TBM-Montagekaverne) - Weströhre.
- TBM-Montagekavernen entlang der Haupttunnel (GL-CM), konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 44.3+52 ca. bis km 44.1+92- Oströhre;
  - von km 44.3+15 ca. bis km 44.1+55 - Weströhre.
- Nothaltestelle (FdE) und entsprechende Verbindungsstollen, konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 45.0+25 ca. bis km 44.5+55 – FdE Oströhre;
  - von km 44.9+88 ca. bis km 44.5+18 – FdE Weströhre;
  - Verbindungsstollen für die Nothaltestelle FdE-C01 ÷ FdE-C06,
  - Querkaverne Trens: Querschlag Typ 5 (km 45.3+75 Oströhre).
- Mittelstollen Trens und Abluftquerstollen, konventioneller Vortrieb und Innenschale:
  - von km 0.0+00 bis km 0.6+90, entsprechend den Kilometrierungen der Oströhre km 44.5+15 und km 45.1+92;
  - Abluftquerstollen FdE-V-01 ÷ FdE-V06 und Entlastungsstollen (km 44.5+35 Oströhre)
- Zugangstunnel (GA) zur Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb und Innenschale: der 3.805 m lange Tunnel beginnt an eine Abzweigung bei km 1.4+79 ca. des Fensterstollen Maults.
- Neuer Logistikknoten (NL), konventioneller Vortrieb und Endgestaltung; befindet sich seitlich der Trasse des Zugangstunnels (zwischen km 0.5+00 und 0.8+60 ca. des GA) und besteht aus:
  - einer 110 m langen Logistikkaverne;
  - drei Verbindungstunnel zum Zugangstunnel (38 m, 91 m und 179 m ca.);
  - Logistik Bypass zwischen dem Zugangstunnel und der Weströhre (148m ca.) und zwischen der Weströhre und der Oströhre (137 m ca.)
  - Verbindungsschacht zum Erkundungsstollen bei km 00.0+71.6 mit Bezug auf die Bauwerkskilometrierung.

## Teil 3 - Erkundungsstollen von km 13+290 (betr. Oströhre 46+013) bis km 27+217 (betr. Oströhre

## Parte 2- Fermata di Emergenza, Galleria di Accesso e Opere connesse dal km 46+769 al km 44+191:

- Gallerie di Linea (GL), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - da km 46.7+69 circa a km 45.0+25 (inizio FdE) e da km 44.5+55 (fine FdE) al km 44.3+51 (camerone di montaggio TBM) - canna est;
  - da km 46.7+32 circa a km 44.9+88 (inizio FdE) e da km 44.5+18 (fine FdE) al km 44.3+15 (camerone di montaggio TBM) - canna ovest.
- Cameroni di montaggio TBM lungo le Gallerie di Linea (GL-CM), scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - da km 44.3+52 circa a km 44.1+92- canna est;
  - da km 44.3+15 circa al km 44.1+55 - canna ovest.
- Fermata di Emergenza (FdE) e i relativi cunicoli trasversali di collegamento, scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - da km 45.0+25 circa a km 44.5+55 - FdE canna est;
  - da km 44.9+88 circa a km 44.5+18 - FdE canna ovest;
  - cunicoli di collegamento a servizio della Fermata di Emergenza FdE-C01 ÷ FdE-C06,
  - caverna di Trens: cunicolo trasversale di collegamento tipo 5 (km 45.3+75 canna est).
- Cunicolo centrale di Trens e cunicoli trasversali di aspirazione d'aria, scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo:
  - da km 0.0+00 a km 0.6+90, corrispondenti rispettivamente alle progressive della canna est km 44.5+15 e km 45.1+92;
  - cunicoli di ventilazione FdE-V-01 ÷ FdE-V06 e cunicolo di scarico (km 44.5+35 canna est)
- Galleria di Accesso (GA) alla Fermata di Emergenza di Trens, scavo con metodi tradizionali e rivestimento definitivo: la galleria, della lunghezza di 3'805 m circa, ha origine, mediante diramazione, dalla progressiva km 1.4+79 circa della finestra di Mules.
- Nuovo Nodo Logistico (NL), scavo con metodi tradizionali e sistemazione definitiva; situato lateralmente al tracciato della Galleria di Accesso (posizionato tra km 0.5+00 e 0.8+60 circa della GA), risulta costituito da:
  - camerone logistico della lunghezza di 110 m;
  - tre gallerie di collegamento con la GA (38 m, 91 m e 179 m circa);
  - by-pass logistico di collegamento tra la GA e la GL ovest (148m circa) e tra la GL ovest e la GL est (137 m circa)
  - pozzo di collegamento con il Cunicolo Esplorativo, ubicato al km 00.0+71.6 con riferimento delle progressive dell'opera.

## Parte 3 - Cunicolo Esplorativo dal km 13+290 (rif. canna est 46+013) al km 27+217 (rif. canna est 32+088) e Gallerie

## 32+088) und Haupttunnels von km 32+088 bis km 44+192:

- Haupttunnel (GL), TBM-Vortrieb und Innenschale:
  - von km 44.1+92 ca. (Ende TBM-Montagekaverne) bis km 32.0+88 - Oströhre;
  - von km 44.1+55 ca. (Ende TBM-Montagekaverne) bis km 32.0+47 ca. (entsprechend dem km 32.0+87 der Regelplanung) - Weströhre.
- Erkundungsstollen (CE), TBM-Vortrieb und Innenschale:
  - von km 13.2+90 ca. (TBM-Montagekaverne) bis km 27.2+17 (Staatsgrenze).
  - In diesem Abschnitt sind außerdem im Abstand von jeweils 2 km sieben Ausweichstellen geplant.

Dieser Bericht konzentriert sich auf die Strecken des Teils 2.1.

### 3 GEOLOGISCH-GEOMECHANISCHE EINSTUFUNG

#### 3.1 EINLEITUNG

Wie bereits vorher erläutert, ist der Teil 2 des Bauloses Mault 2-3 aus folgenden Bauwerken zusammengesetzt:

- Haupttunnel 46.7+69 circa von km 45.0+25 (Beginn FdE) und von km 44.5+55 (Ende FdE) am km 44.3+51 (Montagekavernen TBM) - Oströhre
- Montagekavernen TBM entlang des Haupttunnels (GL-CM), von km 44.3+52 circa bis km 44.1+92;
- Bauwerke der Nothaltestelle:
  - Haupttunnel (FdE-GL) von km 45.0+25 circa bis km 44.5+55 - FdE Oströhre;
  - Verbindungsstollen FdE-C01 ÷ FdE-C06;
  - Mittelstollen Trens, von km 0.0+00 bis km 0.6+90, entsprechend den Kilometrierungen der Oströhre km 44.5+15 und km 45.1+92;
  - Abluftquerstollen FdE-V-01 ÷ FdE-V06 und Entlastungsstollen (km 44.5+35 Oströhre)
- Querkaverne Trens: Querschlag Typ 5 (km 45.3+75 Oströhre).
- Zugangstunnel (GA) zur Nothaltestelle Trens, ab km 1.4+79 circa Fensterstollen Maults.
- Neuer Logistikknoten (NL), ist neben dem Zugangstunnel situiert (zwischen km 0.5+00 und 0.8+60 circa des GA), bestehend aus:
  - Logistikkaverne, Länge = 110 m;
  - Drei Verbindungsstollen mit dem GA (38 m, 91 m und 179 m circa);
  - Logistik-by-pass und Verbindungsby-pass

## di Linea dal km 32+088 al km 44+192:

- Gallerie di Linea (GL), scavo meccanizzato e rivestimento definitivo:
  - da km 44.1+92 circa (fine camerone di montaggio TBM) a km 32.0+88 - canna est;
  - da km 44.1+55 circa (fine camerone di montaggio TBM) a km 32.0+47 circa (corrispondente al km 32.0+87 della Progettazione di Sistema) - canna ovest.
- Cunicolo Esplorativo (CE), scavo meccanizzato e rivestimento definitivo:
  - da km 13.2+90 circa (camerone di montaggio TBM) a km 27.2+17 (confine di stato).
  - nella presente tratta inoltre è prevista la realizzazione di sette piazzole logistiche distribuite lungo tale tratta, posizionate ad un interasse costante di 2km.

La presente relazione si concentra sulle tratte appartenenti alla Parte 2.1.

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMECCANICO

#### 3.1 INTRODUZIONE

Come già definito in precedenza, la Parte 2 del Lotto Mault 2-3 è costituita principalmente dalle seguenti opere:

- Gallerie di Linea 46.7+69 circa a km 45.0+25 (inizio FdE) e da km 44.5+55 (fine FdE) al km 44.3+51 (camerone di montaggio TBM) - canna est.
- Cameroni di montaggio TBM lungo le Gallerie di linea (GL-CM), da km 44.3+52 circa a km 44.1+92;
- Opere inerenti la Fermata di Emergenza:
  - Galleria di Linea (FdE-GL) da km 45.0+25 circa a km 44.5+55 - FdE canna est;
  - Cunicoli di collegamento FdE-C01 ÷ FdE-C06;
  - Cunicolo centrale Trens, da km 0.0+00 a km 0.6+90, corrispondenti rispettivamente alle progressive della canna est km 44.5+15 e km 45.1+92;
  - Cunicoli di ventilazione FdE-V-01 ÷ FdE-V06 e cunicolo di scarico (km 44.5+35 canna est)
- Caverna di Trens: cunicolo trasversale di collegamento tipo 5 (km 45.3+75 canna est).
- Galleria di Accesso (GA) alla Fermata di Emergenza di Trens, dalla progressiva km 1.4+79 circa della finestra di Maults.
- Nuovo Nodo Logistico (NL), situato lateralmente al tracciato della Galleria di Accesso (posizionato tra km 0.5+00 e 0.8+60 circa della GA), risulta costituito da:

- zwischen GA und GL West (148m circa) und zwischen GL West und GL Ost (137 m circa)
- Verbindungsschacht mit Erkundungsstollen, bei km 00.0+71 zunehmend auf die Kilometrierung des Bauwerks.

- camerone logistico della lunghezza di 110 m;
- tre gallerie di collegamento con la GA (38 m, 91 m e 179 m circa);
- by-pass logistico di collegamento tra la GA e la GL ovest (148m circa) e tra la GL ovest e la GL est (137 m circa)
- pozzo di collegamento con il Cunicolo Esplorativo, ubicato al km 00.0+71.6 con riferimento delle progressive dell'opera.

Aus geologischer Sicht können für den Teil 2, 5 Makrosektoren definiert werden. Von Süden nach Norden (Kilometrierung Oströhre) ergibt sich:

- Makrobereich I zwischen dem Beginn des Zugangsstollens (km 48+909) und der Pustertalstörung (ca. km 48+16).

Dieser Bereich ist von einer einzigen lithologischer Einheit (Brixner Granit) gekennzeichnet, die wiederum in 11 geomechanische Homogenbereiche unterteilt wird (wobei 3 die DZ Süd und die CZ der Pustertalstörung).

In diesen Abschnitt fallen ein Teil des Zugangsstollens und die Verzweigungskaverne mit dem Fensterstollen Mauls.

- Makrobereich II zwischen der Pustertalstörung (ca. km 48+161) und der Südgrenze der Maulser Störung (km 47+575).

Auch hier kommt nur eine einzige Lithologie vor, die Maulser Tonalite, die wiederum in 3 geomechanische Homogenbereiche unterteilt werden (eine Zone betrifft die DZ nördlich der Pusterstörung und eine die DZ südlich der Maulsertalstörung).

Hier befindet sich ein Abschnitt des Zugangsstollens [14]-[16].

- Makrobereich III zwischen der Maulsertalstörung und der Südgrenze des kristallinen Ostalpinen Grundgebirges (zwischen km 47+575 und 46+013).

Dieser Bereich ist durch das Vorkommen zahlreicher lithologische Einheiten charakterisiert, welche aus geomechanischem Gesichtspunkt in 4 homogene Sektoren gruppiert sind, von denen 3 der Maulsertal Störung und 1 dem Austroalpinen Grundgebirge zugehören.

In diesen Macrobereich fällt ein Teil des Zugangsstollens und der Haupttunnel [14]-[16].

- Makrobereich IV zwischen der Südgrenze des kristallinen Grundgebirges des Ostalpins und dem Tauernfenster (Pennidikum und Subpennidikum)

Dal punto di vista geologico si individuano 5 macro settori (progressive canna Est). Partendo da sud verso nord si hanno:

- Macro settore I compreso tra l'inizio della Galleria di accesso (km 48+909) e la Faglia della Pusteria (km 48+161 circa).

Questo macro settore è caratterizzato da una sola unità litologica (Granito di Bressanone), suddivisa in 11 zone geomeccaniche omogenee (di cui 3 inerenti la DZ sud e la CZ della Faglia della Pusteria).

Ricadono in questo macro settore una porzione della Galleria di accesso e il camerone di biforcazione con la finestra di Mules.

- Macro settore II compreso tra la Faglia della Pusteria (km 48+161 circa) e il limite sud della Faglia della Val di Mules (km 47+575).

Anche questo macro settore è caratterizzato da una sola unità litologica, le Tonaliti di Mules, suddivisa in 3 zone geomeccaniche omogenee (tra le quali una zona riguardante la DZ nord della Faglia della Pusteria e una zona riguardante la DZ sud della Faglia della Val di Mules).

Ricade in questo macro settore una porzione della galleria di accesso [14]-[16].

- Macro settore III compreso tra la la Faglia della Val di Mules e l'estremità sud del Basamento Cristallino Austroalpino (tra km 47+575 e 46+013).

Questo macro settore è caratterizzato dalla presenza di molteplici unità litologiche, raggruppate dal punto di vista geomeccanico in 4 settori omogenei, dei quali 3 appartengono alla Faglia della Val di Mules e 1 al Basamento Cristallino Austroalpino.

Ricade in questo macro settore una porzione delle galleria di accesso e delle gallerie di linea [14]-[16].

- Macro settore IV compreso tra l'estremità sud del Basamento Cristallino Australpino e l'Unità della Finestra dei Tauri (Pennidico e Subpennidico) (tra



(zwischen km 46+769 und 45+115).

Dieser Makrobereich ist durch 2 lithostratigraphische Einheiten geprägt: die Paragneis-Einheit (Paraschiefer, Amphibolite, Orthogneis, unreiner Marmor) und die Amphibolit-Einheit (Amphibolite, Paragneis und Quarzite).

Hier befinden sich ein Teil des Zugangstollens, ein Teil der Haupttunnel und ein Teil des Mittelstollens Trens, die Querschläge CT1, CT3 und CT5 sowie die Bauwerke des neuen Logistikknotens [14], [15] e [16].

- Makrobereich V, der das Tauern Fenster (Pennidikum und Subpennidikum) zwischen km 45+115 und km 44+191 (entspricht dem Ende der Bauwerke des Teils 2) umfasst.

Diese Einheit besteht hauptsächlich aus gering mächtigen Wechsellagerungen von Bündner Schiefer, kalkreichen Quarziten und Phylliten und manchmal aus Wechsellagerungen mit einem höheren Phyllitanteil. Es werden geringere Vorkommen von Prasiniten, Amphiboliten, Dolomit, Anhydrit, Gips und Rauwacken erwartet.

Hier befinden sich die Nothaltestelle mit den dazugehörigen Bauwerken, ein Abschnitt des Haupttunnels, ein Abschnitt des Mittelstollens Trens und die Montagekavernen [14], [15] e [16].

Für weitere Details wird auf die geomechanischen Dokumente des Teils 2, im Besonderen auf den geomechanischen Detailbericht [13] und auf die geomechanischen Prognoseprofile [14]-[16] verwiesen.

### 3.2 STÖRUNGSSYSTEME

Zusammenfassend kann man auf der Trasse dieses Projekts regionale Bruchsysteme festlegen. Um einen bestimmten Bruch zu einem festgelegten System zuzuordnen, ist erstens die Bruchrichtung maßgebend und zweitens, wenn festlegbar, die Kinematik. Demnach ergibt sich, dass die Konfiguration eines Bruchs innerhalb eines Systems je nach Alter und Tiefe der Formation, sowie des umliegenden Gesteins, variieren kann.

Für die oben genannte Trasse werden die nachfolgend aufgeführten Verwerfungssysteme definiert:

- **Bruchsystem von Afens (SZ-AV):** Subvertikale Brüche nach Nord/Nordosten-Süd/Südwesten orientiert, linker Verschiebung und direkte stark nach Westen/Nordwesten und Osten/Südosten geneigte Brüche (querlaufend) im ganzen Gebiet

km 46+013 e 45+115).

Questo macro settore è caratterizzato dalla presenza di 2 unità litostratigrafiche. L'unità degli Paragneiss (Parascisti, Anfiboliti, Ortogneiss, Marmo impuro) e l'unità delle Anfiboliti (Anfiboliti, Paragneiss e Quarziti).

Ricade in questo macro settore una porzione delle galleria di accesso, una porzione di galleria di linea, una porzione di Cunicolo centrale di Trens, i cunicoli trasversali CT1, CT3 e CT5 e le opere connesse al nuovo nodo logistico [14], [15] e [16].

- Macro settore V che comprende l'Unità della Finestra dei Tauri (Pennidico e Subpennidico) tra km 45+115 e km 44+191 (corrispondente al termine delle opere connesse alla parte II).

Questa unità è composta prevalentemente da alternanze poco spesse di calcescisti, quarziti calcitici e filladi e talvolta da alternanze con aliquote di fillade più elevata. Con percentuali più basse si attende la presenza di prasiniti, anfiboliti, dolomie, anidriti, gessi e carniole.

Ricade in questa tratta la Fermata di Emergenza con le opere connesse, una porzione della galleria di linea, una porzione di Cunicolo centrale di Trens e i cameroni di montaggio [14], [15] e [16].

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati geomeccanici della Parte 2, in particolare alla Relazione geomeccanica di dettaglio [13] e ai profili geomeccanici e progettuali di previsione delle diverse opere [14]-[16].

### 3.2 SISTEMI DI FAGLIA

In sintesi possono essere definiti dei sistemi di faglia regionali per il tratto oggetto di progettazione. Risulta determinante per l'assegnazione di una certa faglia a un sistema definito, in prima linea, l'orientamento della faglia e, in secondo luogo e se determinabile, la cinematica. Da ciò risulta che la configurazione della faglia può variare all'interno di un sistema a seconda dell'età e della profondità della formazione nonché delle rocce circostanti.

Per il tratto oggetto di progettazione vengono definiti i sistemi di faglia di seguito indicati:

- **Sistema di Faglia di Avenes (SZ-AV):** Faglie subverticali con direzione NNE-SSW, trascorrenza sinistra e faglie dirette (trasversali) molto inclinate immergenti verso WNW e ESE in tutta l'area di

des Projekts.

- **Bruchsystem der Südgrenze der Tauern (SZ-TWS):** Umgekehrter Bruch nach Süden orientiert in Nähe der Südgrenze des Tauernfensters. Dieses System ist auf das von der Südgrenze des Tauernfensters direkt interessierte Gebiet begrenzt, und voraussichtlich auf jenes Gebiet das von den Grundwasserspiegeln direkt interessiert ist.
- **Bruchsystem des Maulstals (SZ-SVM):** Aus linker transpressive Verschiebung die mit hoher Neigung von Nordosten nach Nord/Nordosten versenken, mit direkten Brüchen (querlaufend) nach Süden und Südwesten orientiert auf der Höhe des Maulstal – Sengestal.
- **Bruchsystem des Pustertals (SZ-PS):** Subvertikale Brüche auf der Höhe des Maulstal – Sengestal nach Ost-Westen orientiert.
- **Subvertikale Systeme, von NE-SW nach N/NW – S/SW orientiert im Brixener Granit.**

### 3.3 HYDROGEOLOGIE

Für detailliertere Informationen wird auf den Bericht [8] verwiesen. Nachstehend werden die hydrogeologischen Informationen zu den zu untersuchenden Abschnitten aufgeführt.

#### 3.3.1 Haupttunnels

Was die Haupttunnel im Sektor Mauls-Brenner betrifft, sieht man aufgrund des Drainageeffekts des Erkundungsstollens geringere vorübergehende Schüttungen vor, im Besonderen:

- Bündnerschiefer: wahrscheinlich Wasserzutritte weniger als 0.16l/s/10m, mit Spitzen von 2l/s/10m.
- Stark kalkhaltigen Bündnerschiefern: wahrscheinlich Wasserzutritte weniger als 0.16-0.4l/s/10m, mit Spitzen von 2l/s/10m.
- Störzonen: wahrscheinlich Wasserzutritte von 2-10l/s/10 m.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass unterschiedliche Schüttungen in den beiden Haupttunneln vorgesehen werden, da die Oströhre als erste ausgebrochen wird. In der Projektphase, da noch nicht die Ausbruchgröße der Tunnel bekannt ist, wurden vorsichtshalber für beide Röhren die Höchstwerte angenommen.

#### 3.3.2 Bereich Nothaltestelle

Für den Ausbruch der Haupttunnel im Abschnitt Mauls-Trens und im Abschnitt der ex-Überleitstelle und der Nothaltestelle werden für jeden Tunnel vorübergehende Höchstschüttungen von gleich oder leicht mehr als

progetto.

- **Sistema di Faglia del limite meridionale dei Tauri (SZ-TWS):** Faglia inversa S-vergente presso il limite meridionale della Finestra dei Tauri . Questo sistema si limita all'area direttamente interessata dal limite meridionale della Finestra dei Tauri e, presumibilmente, alla zona direttamente interessata dal limite delle falde.
- **Sistema di Faglia della Val di Mules (SZ-SVM):** da trascorrenze sinistre transpressive, che si immergono con pendenza elevata da NE a NNE, a faglie (trasversali) dirette S e SW vergenti in corrispondenza della Val di Mules - Val di Senges.
- **Sistema di Faglia della Val Pusteria (SZ-PS):** Faglie subverticali con direzione E-W in corrispondenza della Val di Mules - Val di Senges.
- **Sistemi subverticali, con direzione da NE-SW a NNW-SSW nel Granito di Bressanone.**

### 3.3 IDROGEOLOGIA

Rimandando alla relazione [8] per maggiori dettagli, nel seguito vengono riassunti le informazioni idrogeologiche per le tratte in esame.

#### 3.3.1 Gallerie di Linea

Per quanto riguarda le Gallerie di Linea nel settore Mules Brennero, visto l'effetto drenante del Cunicolo Esplorativo si prevedono portate inferiori in fase transitoria, in particolare:

- Calcescisti: probabili venute d'acqua inferiori a 0.16l/s/10m, con punte massime di 2l/s/10m.
- Calcescisti molto calcarei: probabili venute d'acqua inferiori a 0.16-0.4l/s/10m, con punte massime di 2l/s/10m.
- Faglie: probabili venute d'acqua di 2-10l/s/10 m.

Si evidenzia che sono previste portate differenti nelle due Gallerie di Linea, in base all'ipotesi che la Canna Est venga scavata per prima. In fase di progettazione, non conoscendo a priori l'ordine di scavo delle gallerie, si sono considerati cautelativamente i valori massimi per entrambe le canne.

#### 3.3.2 Settore Fermata di Emergenza

Per lo scavo delle Gallerie di Linea nella tratta Mules-Trens e nella tratta dell'ex-Posto di Comunicazione e della Fermata di Emergenza sono previste portate massime transitorie pari o di poco superiori, per ogni galleria, a 0.16l/s/10m; solo in

0.16l/s/10m vorgesehen. Nur im Endbereich der Maulsertalstörung (ca. km 47+050 - 47+000 Oströhre), bei der Störung S19 (ca. km 45+500 Oströhre) und bei der Störung S30 (ca. km 44+800 Oströhre) können Höchstschüttungen von bis zu 0.4-2l/s/10m auftreten.

### 3.3.3 Zugangstunnel und Mittelstollen Trens

Der Vortrieb des Zugangstollens (GA) und des Mittelstollens Trens (CcT) durchquert von Süden nach Norden, hydrogeologische Homogenbereiche, die von folgenden vorübergehenden Schüttungen gekennzeichnet sind:

- Brixner Granit (km 3+800 - 3+150 ca.GA): Wasserzutritte weniger als 0.4l/s/10m.
- Pustertalstörung (km 3+150 - 2+950 ca.GA): Wasserzutritte weniger als 0.4-2l/s/10m.
- Maulser Tonalit (km 2+950 - 2+350 ca.GA): Wasserzutritte weniger als 0.4l/s/10m.
- Maulsertalstörung, Süd (km 2+350 - 1+900 ca.GA): Wasserzutritte weniger als 0.16l/s/10m.
- Maulsertalstörung, Norden (km 1+900 - 1+780 ca.GA): Wasserzutritte weniger als 2l/s/10m.
- Paraschiefer und Amphibolit von Oberostalpinen Basament (km 1+780 - 0+200 ca.GA), außer Störung S19: Wasserzutritte weniger als 0.16l/s/10m.
- Störung S19 (km 0+500 GA): Wasserzutritte weniger als 0.4l/s/10m.
- Bündnerschiefer und Amphibolit von Obere Schieferhülle (km 0+200 circa GA - km 0 CcT), außer Störung S30: Wasserzutritte weniger als 0.16l/s/10m.
- Störung S30 (km 0+350 circa CcT): Wasserzutritte weniger als 0.4l/s/10m.

corrispondenza della tratta terminale della Faglia della Val di Mules (km 47+050 - 47+000 circa Canna Est), della faglia S19 (km 45+500 circa Canna Est) e della faglia S30 (km 44+800 circa Canna Est) sono possibili picchi di portata fino a un massimo di 0.4-2l/s/10m..

### 3.3.3 Galleria di Accesso e Cunicolo centrale Trens

Lo scavo della Galleria di Accesso (GA) e del Cunicolo centrale Trens (CcT) attraversa, da sud verso nord, settori idrologicamente omogenei caratterizzati dalle seguenti portate transitorie previste:

- Granito di Bressanone (km 3+800 - 3+150 circa GA): portate inferiori a 0.4l/s/10m.
- Faglia della Pusteria (km 3+150 - 2+950 circa GA): portate inferiori a 0.4-2l/s/10m.
- Tonaliti di Mules (km 2+950 - 2+350 circa GA): portate inferiori a 0.4l/s/10m.
- Faglia della Val di Mules, sud (km 2+350 - 1+900 circa GA): portate inferiori a 0.16l/s/10m.
- Faglia della Val di Mules, nord (km 1+900 - 1+780 circa GA): portate inferiori a 2l/s/10m.
- Parascisti e anfiboliti del Basamento Cristallino Austroalpino (km 1+780 - 0+200 circa GA), esclusa la faglia S19: portate inferiori a 0.16l/s/10m.
- Faglia S19 (km 0+500 GA): portate inferiori a 0.4l/s/10m.
- Calcescisti e anfiboliti del Schieferhülle Superiore (km 0+200 circa GA - km 0 CcT), esclusa la faglia S30: portate inferiori a 0.16l/s/10m.
- Faglia S30 (km 0+350 circa CcT): portate inferiori a 0.4l/s/10m.

### 3.3.4 Logistikknoten

In den allgemeinen hydrogeologischen Berichten werden die die Schüttungen des Logistikknotens (km 46+038 - 45+416 Oströhre) nicht behandelt. Für Bauwerke des Logistikknotens werden aus diesem Grund die Schüttungen des Zugangstollens im selben Abschnitt (km 0+860 - 0+235 GA) berücksichtigt:

- Paraschiefer und Amphibolit von Oberostalpinen Basament (km 0+860 - 0+235 ca.GA), außer Störung S19: Wasserzutritte weniger als 0.16l/s/10m.
- Störung S19 (km 0+500 GA): Wasserzutritte weniger als 0.4l/s/10m.

### 3.3.5 Kumulative vorübergehende Schüttungen

Aufgrund der geringen vorhergesehenen Schüttungen, wird angenommen, dass die vorübergehenden kumulativen Schüttungen gleich den stabilisierten Schüttung sind (siehe [8]):

- Haupttunnel: 6l/s ca.
- Zugangstunnel und Mittelstollen Trens: 10l/s ca.
- Logistikknoten: 1l/s ca.

### 3.3.4 Nodo logistico

Negli elaborati idrogeologici di base non sono analizzate le portate drenate dal nodo logistico (km 46+038 - 45+416 canna Est). Per queste opere si considerano quindi le portate previste per la Galleria di Accesso nella stessa tratta (km 0+860 - 0+235 GA):

- Parascisti e anfiboliti del Basamento Cristallino Austroalpino (km 0+860 - 0+235 circa GA), esclusa la faglia S19: portate inferiori a 0.16l/s/10m.
- Faglia S19 (km 0+500 GA): portate inferiori a 0.4l/s/10m.

### 3.3.5 Portate cumulate transitorie

Data l'esiguità delle venute previste, in via cautelativa si assumono portate transitorie cumulate pari a quelle stabilizzate (si veda [8]):

- Gallerie di Linea: circa 6l/s.
- Galleria di Accesso e Cunicolo centrale di Trens: circa 10l/s.
- Nodo logistico: circa 1l/s.

Per le venute idriche in fase di esercizio si rimanda al documento [8].

## 4 FESTLEGUNG DES GEBIRGSVERHALTENS BEIM VORTRIEB

### 4.1 EINLEITUNG

Die Gebirgsreaktion beim Vortrieb ist von einer Reihe von Faktoren – mit Ausnahme des Ausbruchausmaßes – beeinflusst, insbesondere von:

- Geomechanische Eigenschaften des Gebirges.
- Wasservorkommen.
- Ausgangsspannungsverhältnis.

All diese Faktoren sind das Ergebnis beruhen auf Überlegungen und Auslegungen fachspezifischer Studien. Aus diesem Grund liegen in der Vortriebsphase nicht zu unterschätzenden Unsicherheiten hinsichtlich der Gebirgsreaktion während des Vortriebs vor. Das Gebirgsverhalten ist deshalb ständig zu überwachen, um in der Ausführungsphase nicht nur die Stütz- und Sicherungsmaßnahmen sondern auch die zugrundeliegenden Hypothesen anzupassen [10].

Im diesem spezifischen Fall sind auf Basis der geologischen und geomechanischen Daten sowie der beim vorherigen Ausbruch gesammelten Erfahrung folgende Szenarien hinsichtlich der Gebirgsverhaltenstendenz beim Vortrieb erarbeitet worden.

### 4.2 TEIL I

Außerhalb der Störzonen wird das Verhalten des Brixner Granits eher elastisch sein; d.h. es ist mit sehr geringen Konvergenzen und ebenso geringen plastischen Zonen im Ausbruchbereich zu rechnen.

in den Störzonen wird das vermutliche Verhalten elastisch-plastisch sein; d.h. bedeutenden Konvergenzen könnten in den mächtigen plastischen Gebirgszonen im Ausbruchbereich eintreten.

Die mit den zwei möglichen Gebirgsverhaltenstendenzen verbundenen Problemfelder können wie folgt zusammengefasst werden:

- Außerhalb der Störzonen verläuft die Trasse in einem Gebirge mit Vor-Ort-Spannungen, die im Vergleich zu den Gebirgseigenschaften ziemlich hoch sind. Diese Situation führt an bestimmten Stellen am Hohlraumrand zur Bildung einer vortriebsbedingten Höchstspannung, die potentiell die Gebirgs-festigkeitswerte erreichen und plötzliche Energie-abgaben verursachen kann, die ihrerseits mehr oder weniger plötzliche Ablösungen von Steinteilen bewirken können (rock burst).

## 4 DEFINIZIONE DEL COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO ALLO SCAVO

### 4.1 INTRODUZIONE

La reazione dell'ammasso allo scavo è condizionata, oltre che dalle dimensioni dello scavo, da una serie di fattori, tra i quali spiccano:

- Caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso.
- Presenza d'acqua.
- Stato tensionale iniziale.

Tutti questi fattori derivano da considerazioni ed interpretazioni basate sugli studi specialistici specifici sull'argomento. In fase di scavo risultano quindi ancora presenti delle incognite non trascurabili sulle risposte dell'ammasso roccioso allo scavo. Queste ultime quindi vanno costantemente monitorate con l'obiettivo di adattare in corso d'opera non solo gli interventi di sostegno e consolidamento ma anche le ipotesi che hanno portato alla loro definizione [10].

Nel caso specifico l'analisi dei dati di natura geologica e geomeccanica, nonché l'esperienza maturata nel corso degli scavi precedenti, ha portato a formulare le seguenti ipotesi di tendenza al comportamento dell'ammasso allo scavo.

### 4.2 MACRO SETTORE I

Nel Granito di Bressanone al di fuori delle zone in faglia ci si attende un comportamento pressoché elastico, con modestissime convergenze e altrettanto modeste zone plastiche attorno allo scavo.

Nelle zone in faglia il comportamento sarà presumibilmente di tipo elasto-plastico; potrebbero verificarsi convergenze significative associate ad importanti spessori di zone di ammasso plasticizzate intorno allo scavo.

Le problematiche derivanti dalle due presumibili tendenze al comportamento dell'ammasso possono essere così sintetizzate:

- Al di fuori delle zone in faglia ci si trova all'interno di un ammasso caratterizzato da uno stato tensionale in sito piuttosto elevato se rapportato alle caratteristiche dell'ammasso. Questa configurazione comporta la nascita di concentrazioni puntuali di sforzi, indotte dallo scavo, che potenzialmente possono raggiungere i valori di resistenza dell'ammasso e dare luogo al rilascio repentino di energia, che si tramuta in fenomeni di rigetto più o meno violento di porzioni lapidee (rock

- In den Störzonen sind dagegen bedeutende Konvergenzen zu erwarten. In diesem Fall wird man im allgemeinen eben mit dem Problem konfrontiert sein, die Konvergenzen zu kontrollieren.

#### 4.3 TEIL II

Auch hier kommt nur eine einzige Lithologie vor, die Maulser Tonalite, die wiederum in 3 geomechanische Homogenbereiche unterteilt werden (eine Zone betrifft die DZ nördlich der Pusterstälstörung und eine die DZ südlich der Malsertalstörung).

Außerhalb der Störzonen rechnet man damit elastischem Gebirgsverhalten, mit sehr geringen Konvergenzen und ebenso geringen plastischen Zonen am Ausbruchsrund. Im Vergleich zum Teil I herrschen geringere Überdeckungen vor, wodurch weniger plötzlichen Ablösungen von Steinteilen (rock burst) erwartet werden.

In den Störzonen wird das gebirgsverhalten elasto-plastisch sein mit bedeutenden Konvergenzen und beachtlichen plastischen Zonen um den Ausbruchsrund. In diesem Fall ist im Allgemeinen eine Überwachung der Konvergenzen vorzusehen.

#### 4.4 TEIL III

Im Bereich des Störssystem Maulser Tal können 2 Zonen unterschieden werden:

- Im Abschnitt, der schon vom Erkundungsstollen durchquert worden ist, sind erhebliche Verformungen der Gebirgszone festgestellt worden.

Desweiteren erweist sich das Gebirgsverhalten als stark anisotrop, mit einem Verhältnis 1:10 zwischen den maximalen radialen Konvergenzen (im cm Bereich) und den maximalen Extrusionen (im cm Bereich).

Dieser Abschnitt kann erweitert werden bis circa zur Hälfte der Bohrung S20 [9], das heisst bis circa zum km 12+535 des Erkundungsstollen (circa km 47+769 der Oströhre). Diese Bohrung hat auf seiner kompletten Länge von circa 150m die Präsenz von ähnlichem Material, wie bereits im voraus durchquert, bewiesen.

- die noch nicht ausgehobene Strecke.

Wie ausführlich innerhalb des Berichtes [7] beschrieben, haben circa die letzten 10m der Bohrung S20 die Präsenz von resistenterem

burst).-

- Nelle zone in faglia viceversa sono attese delle convergenze più importanti. In questo caso, in termini generali la problematica da affrontare sarà proprio il controllo delle convergenze.

#### 4.3 MACRO SETTORE II

Questo macro settore è caratterizzato da una sola unità litologica, le Tonaliti di Mules, suddivisa in 3 zone geomeccaniche omogenee (tra i quali un settore riguardante la DZ nord della Faglia della Pusteria e uno riguardante la DZ sud della Faglia della Val di Mules).

Al di fuori delle zone in faglia ci si attende un comportamento pressoché elastico, con modestissime convergenze e altrettanto modeste zone plastiche attorno allo scavo. Viste le coperture più basse rispetto al settore 1, si possono attendere limitati fenomeni di rock burst.

Nelle zone in faglia il comportamento sarà presumibilmente di tipo elasto-plastico con convergenze significative associate ad importanti spessori di zone di ammasso plasticizzate intorno allo scavo. In questo caso, in termini generali, la problematica da affrontare sarà il controllo delle convergenze.

#### 4.4 MACRO SETTORE III

Per quanto riguarda la tratta interessata dalla Faglia della Val di Mules, si possono distinguere due zone:

- La tratta già attraversata dal Cunicolo Esplorativo, dove si sono riscontrate significative deformazioni dell'ammasso.

Inoltre il comportamento dell'ammasso risulta fortemente anisotropo, con un rapporto di 1:10 tra le convergenze radiali massime (dell'ordine del cm) e le estrusioni massime (dell'ordine del dm).

Questa tratta può essere estesa all'incirca fino alla fine del sondaggio S20 [9], vale a dire fino alla progressiva km 12+535 circa del Cunicolo Esplorativo (km 47+769 circa canna Est). Questo sondaggio ha infatti mostrato per tutta la sua lunghezza, pari a circa 150m, la presenza di materiali simili a quelli attraversati in precedenza.

- La tratta non ancora scavata.

Come dettagliato all'interno della relazione [7], gli ultimi 10m circa del sondaggio S20 hanno mostrato la presenza di un materiale più resistente; tuttavia,

Material aufgewiesen. Dennoch, den mehr oder weniger tektonisch Materialwechsel berücksichtigend, bereits während dem Vortrieb des Bauloses Maules 1 angetroffen, hat man vorsichtig die Störstrecke erweitert bis zum km 12+600 des Erkundungsstollen (km 46+703 Oströhre).

Nördlich dieses Kilometers hat man wiederum das Vorhandensein von Gebirge, zugehörig zum kristallinen Grundgebirge des Ostalpins, wie bereits in den geologischen Dokumente erwähnt wurden, berücksichtigt.

Aufgrund der geringen Abdeckungen dieser Strecke, hält man mögliche heftige Bergschlagphänomene für unwahrscheinlich. Die anzugehende Problematik wird daher die der Konvergenzen Kontrolle in den Verwerfungszonen sein, wo bedeutende Konvergenzen möglich sind.

#### 4.5 TEIL IV

Im Bereich des kristallinen Grundgebirges des Ostalpins, wird ein ähnliches Gebirgsverhalten, wie es bereits für den Brixner Granit beschrieben wurde, erwartet.

- Außerhalb der Störzonen: eher elastisch Verhalten des; d.h. es ist mit sehr geringen Konvergenzen und ebenso geringen plastischen Zonen im Ausbruchbereich zu rechnen.
- In den Störzonen: vermutliche elastisch-plastisch Verhalten; d.h. bedeutenden Konvergenzen könnten in den mächtigen plastischen Gebirgszonen im Ausbruchbereich eintreten.

In den Abschnitten mit Überdeckungen grösser 1000 m sind plötzliche Ablösungen (rock burst) möglich.

Die Problematik in den Störzonen, in welchen erhebliche Konvergenzen möglich sein können, wird die Kontrolle der Konvergenzen sein.

#### 4.6 TEIL V

Der Makrobereich V umfasst das Tauernfenster (Pennidikum und Subpennidikum). Diese Einheit besteht hauptsächlich aus gering mächtigen Wechsellagerungen von Bündner Schiefer, kalkreichen Quarziten und Phylliten und manchmal aus Wechsellagerungen mit einem höheren Phyllitanteil. Es

vista l'alternanza di materiali più e meno tettonizzati già riscontrata nel corso dell'avanzamento del Lotto Mules 1, si è cautelativamente estesa la tratta in faglia fino al km 12+600 del Cunicolo Esplorativo (km 46+703 canna Est). A nord di questa progressiva si è invece considerata la presenza degli ammassi appartenenti al Basamento Cristallino Austroalpino, come indicato nei documenti geologici di base [8].

Viste le ridotte coperture della tratta in oggetto, si ritengono poco probabili i fenomeni di rigetto violento (rock burst). La problematica da affrontare sarà quindi il controllo delle convergenze nelle zone in faglia, dove sono possibili delle convergenze significative.

#### 4.5 MACRO SETTORE IV

Per quanto riguarda la zona del Basamento Cristallino Austroalpino, ci si attende un comportamento simile a quello già descritto per il Granito di Bressanone, vale a dire:

- Al di fuori delle zone in faglia: comportamento pressoché elastico, con modestissime convergenze e altrettanto modeste zone plastiche attorno allo scavo.
- Zone in faglia: comportamento presumibilmente di tipo elasto-plastico; potrebbero verificarsi convergenze significative associate ad importanti spessori di zone di ammasso plasticizzate intorno allo scavo.

Nella tratta in cui si hanno coperture oltre i 1000 m sono potenzialmente possibili fenomeni di rigetto violento (rock burst).

La problematica da affrontare nelle zone di faglia sarà il controllo delle convergenze, dove sono possibili delle convergenze significative.

#### 4.6 MACRO SETTORE V

Il macro settore V comprende l'Unità della Finestra dei Tauri (Pennidico e Subpennidico). Questa unità è composta prevalentemente da alternanze poco spesse di calcescisti, quarziti calcitici e filladi e talvolta da alternanze con aliquote di fillade più elevata. Con percentuali più basse si attende la

werden geringere Vorkommen von Prasiniten, Amphiboliten, Dolomit, Anhydrit, Gips und Rauwacken erwartet.

Im Bereich der gering mächtigen Wechsellagerungen von Bündner Schiefer, kalkreichen Quarziten (Gebirge GA-BST-KS-8f [13]) ist mit elasto-plastischem und „mittelquellendem“ Verhalten zu rechnen, das wegen einer durch Überschreitung des Scherwiderstands entlang den Trennflächen verursachten Gebirgsauflockerung verursacht ist.

Bezugnehmend auf das Dokument [13], könnten sich in den Gebirgsabschnitten GA-BST-KPH-8f, GA-T-R-8f und im Bereich der Störzonen (SZ-TWS1 e SZ-AV-1-S30) bedeutende Konvergenzen ergeben, welche aus der Bildung von massiven plastischen Zonen am Ausbruchsrund resultieren.

Aufgrund des eventuellen Vorkommnisse von Anhydrit und Gips, muss das Gebirgsverhalten unter Berücksichtigung des Quellverhaltens untersucht werden.

presenza di prasiniti, anfiboliti, dolomie, anidriti, gessi e carnirole.

Il comportamento del cavo atteso, in presenza prevalentemente delle alternanze poco spesse di calcescisti e quarziti calcitici (ammasso GA-BST-KS-8f [13]) è di tipo elasto-plastico con comportamento mediamente spingente e allentamenti in corrispondenza della cavità attraverso rotture a taglio lungo le discontinuità dovuto all'alto stato tensionale.

Facendo riferimento al documento [13], nelle formazioni GA-BST-KPH-8f (calcescisti poveri in carbonato e filladi), e nella formazione GA-T-R-8f (carniole, siltite, clayouge, sabbia di dolomia, fillade) e nelle zone di faglia (SZ-TWS1 e SZ-AV-1-S30) potrebbero verificarsi convergenze significative associate ad importanti spessori di zone di ammasso plasticizzate intorno allo scavo.

Per la possibile presenza di anidriti e gesso, dovrà essere valutato il comportamento dell'ammasso secondo lo scenario di rischio rigonfiamento.



## 5 ANWENDUNGSBEREICHE DER AUSBRUCHSQUERSCHNITTE

In den nachfolgenden Tabellen sind die Anwendungsbereiche der Ausbruchsquerschnitt, welche anhand der vorherigen Betrachtungen definiert wurden, aufgeführt.

Die angewendeten Abkürzungen haben die in Tabelle 1 aufgeführte Bedeutung.

Alle geplanten Querschnittanwendungen, die in folgenden Tabelle und in den Geotechnischen Profile angeführt sind, müssen anhand der Ergebnisse der vorausseilenden Vermessungen bestätigt sowie notfalls auf der Basis der im Kapitel 6.2 festgelegten Indikatoren anpasst werden.

Die Ausbruchsquerschnitte der Stollen mit einem Durchmesser kleiner 6m sind durch folgende Abkürzungen charakterisiert:

- T2: Ausbruchsquerschnitte der Klassen I und II; Als Ausbruchssicherung sind radiale Anker und Spritzbetonschale vorgesehen.
- T3: Ausbruchsquerschnitte der Klassen III mit geringfügig drückendem Gebirge (radiale Konvergenzen < 5 cm und etwa  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} \geq 0,28$  [128]); es sind radiale Anker und Spritzbetonschale vorgesehen.
- T4: Ausbruchsquerschnitte der Klassen III e IV im druckhaftem Gebirge (etwa  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,28$  [128]); es sind radiale Anker und eventuell Anker in Vortriebsrichtung, eventuelle Ortsbrustsicherung, Spritzbetonschale und starre Stahlbögen, Vortrieb mit Sohlgewölbe.

Die Ausbruchsquerschnitte der Stollen und Tunnel mit einem Durchmesser zwischen 6 und 12m sind durch folgende Abkürzungen charakterisiert:

- T2: Ausbruchsquerschnitte der Klassen I und II; Als Ausbruchssicherung sind radiale Anker und Spritzbetonschale vorgesehen.
- T3: Ausbruchsquerschnitte der Klassen III mit geringfügig druckhaftem Gebirge (radiale Konvergenzen < 5 cm und etwa  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} \geq 0,28$  [128]); es sind radiale Anker und Spritzbetonschale vorgesehen.
- T4: Ausbruchsquerschnitte der Klassen III e IV im „mittelquellendem“ Gebirge (totale radiale Konvergenzen < 10 cm und etwa  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,20 - 0,28$  [128]); es sind radiale Anker und/oder

## 5 TRATTE DI APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO

Nelle seguenti tabelle si riportano le tratte di applicazione delle sezioni di scavo, definite sulla base delle considerazioni descritte al capitolo precedente.

Le sigle utilizzate hanno i significati di seguito specificati (Tabella 1).

Si specifica che tutte le previsioni di applicazioni delle sezioni di scavo, riassunte nelle tabelle seguenti e riportate nei profili geomeccanici di progetto, andranno confermate ed eventualmente adattate in base alle risultanze delle indagini in avanzamento e degli indicatori definiti nel capitolo 6.2.

Le sezioni tipo per scavo di cunicoli con diametro minori di 6 m sono caratterizzate dai seguenti suffissi:

- T2: sezioni di scavo per classi I e II; si prevedono chiodature radiali e un anello di betoncino proiettato.
- T3: sezioni di scavo per classe III con ammassi poco spingenti (convergenze radiali totali < 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} \geq 0,28$  [128]); si prevedono chiodature radiali e un anello di betoncino proiettato.
- T4: sezioni di scavo per classi III e IV con ammassi con comportamento spingente (indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,28$  [128]); si prevedono chiodature radiali, eventuali chiodature in avanzamento, eventuale consolidamento del fronte di scavo, anello di betoncino proiettato e centine rigide, scavo dell'arco rovescio.

Le sezioni tipo per scavo di cunicoli e galleria in tradizionale con diametro tra 6 e 12 m sono caratterizzate dai seguenti suffissi:

- T2: sezioni di scavo per classi I e II; si prevedono chiodature radiali e un anello di betoncino proiettato.
- T3: sezioni di scavo per classe III con ammassi poco spingenti (convergenze radiali totali < 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} \geq 0,28$  [128]); si prevedono chiodature radiali e un anello di betoncino proiettato.
- T4: sezioni di scavo per classe III e IV con ammassi con comportamento mediamente spingente (convergenze radiali totali < 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} 0,20 - 0,28$  [128]); si

eventuell Anker in Vortriebsrichtung, eventuelle Ortsbrustsicherung, Spritzbetonschale und starre Stahlbögen, Vortrieb mit Sohlgewölbe.

- T5: Ausbruchsquerschnitte der Klassen III e IV im druckhaften Gebirge (totale radiale Konvergenzen < 10/15 cm und etwa  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,20 - 0,15$  [128]); es sind radiale Anker und/oder eventuell Anker in Vortriebsrichtung oder Rohrschirm, Ortsbrustsicherung, Spritzbetonschale und starre Stahlbögen, Vortrieb mit Sohlgewölbe.
- T6: Ausbruchsquerschnitte der Klassen IV/V im stark druckhaften Gebirge (totale radiale Konvergenzen > 15 cm und etwa  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,15$  [128]); es sind radiale Anker und Anker in Vortriebsrichtung oder Rohrschirm vorgesehen, Ortsbrustsicherung, Spritzbetonschale mit verformbaren Stahlbögen, Querschnittsgeometrie nahezu kreisrund.
- TRb: Ausbruchsquerschnitte der Klassen I und II (Überdeckungen über 1000m) mit Gefahr von plötzlichen Ablösungen (rock burst); Als Ausbruchsicherung sind radiale Anker und Spritzbetonschale vorgesehen.

Die Ausbruchsquerschnitte der Kavernen (Durchmesser > 12m) sind durch folgende Abkürzungen charakterisiert:

- T1: Ausbruchsquerschnitte der Klassen I und II; Als Ausbruchsicherung sind radiale Anker und Spritzbetonschale vorgesehen, Vortrieb in 2 Teilquerschnitten (Kalotte und Strosse)
- T2: Ausbruchsquerschnitte der Klassen III mit geringfügig druckhaftem Gebirge (totale radiale Konvergenzen < 5/10 cm und etwa  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} \geq 0,28$  [128]); es sind radiale Anker und Spritzbetonschale vorgesehen, eventuelle Ortsbrustsicherung, Vortrieb in 2 Teilquerschnitten (Kalotte und Strosse).
- T3: Ausbruchsquerschnitte der Klassen III e IV im druckhaften Gebirge (etwa  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,28$  [128]); es sind radiale Anker und Anker in Vortriebsrichtung oder Rohrschirm, eventuelle Ortsbrustsicherung, Spritzbetonschale und starre Stahlbögen, Vortrieb in 3 Teilquerschnitten (Kalotte, Strosse und Sohlgewölbe).

prevedono chiodature radiali e/o in avanzamento, eventuale consolidamento del fronte di scavo, anello di betoncino proiettato e centine rigide, scavo dell'arco rovescio.

- T5: sezioni di scavo per classe III e IV con ammassi con comportamento spingente (convergenze radiali totali < 10/15 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} 0,20 - 0,15$  [128]); si prevedono chiodature radiali e in avanzamento o infilaggi, consolidamento del fronte di scavo, anello di betoncino proiettato e centine rigide, scavo dell'arco rovescio.
- T6: sezioni di scavo per classi IV/V con ammassi con comportamento estremamente spingente (convergenze radiali totali > 15 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,15$  [128]); si prevedono chiodature radiali e in avanzamento o infilaggi, consolidamento del fronte di scavo, anello di betoncino proiettato e centine deformabili, forma pseudo-circolare dello scavo.
- TRb: sezioni di scavo per classi I e II (coperture indicativamente superiori a 1000 m) con rischio di fenomeni di rigetto violento (rock burst); si prevedono delle chiodature radiali e un anello di betoncino proiettato.

Le sezioni tipo per lo scavo di caverne e cameroni (diametro dello scavo > 12 m) sono caratterizzate dai seguenti suffissi:

- T1: sezioni di scavo per classi I e II; si prevedono chiodature radiali e un anello di betoncino proiettato, scavo con sezioni parzializzate in 2 fasi (calotta e ribasso).
- T2: sezioni di scavo per classe III con comportamento dell'ammasso poco spingente (convergenze radiali totali < 5/10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} \geq 0,28$  [128]); si prevedono chiodature radiali, eventuale consolidamento del fronte di scavo, un anello di betoncino proiettato, scavo con sezioni parzializzate in 2 fasi (calotta e ribasso).
- T3: sezioni di scavo per classe III e IV con comportamento dell'ammasso spingente (indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,28$  [128]); si prevedono chiodature radiali e in avanzamento o infilaggi, consolidamento del fronte di scavo, anello di betoncino proiettato e centine rigide, scavo con sezioni parzializzate in 3 fasi (calotta, ribasso e arco rovescio).

<b>Sigla/ Abkürzung</b>	<b>Opera / Bauteile</b>		<b>Canna Est (da - a) / Oströhre (von - bis)</b>	
CM	Camerone montaggio	Montagekaverne	km 44351.750	- 44191.750
CT1	Cunicolo trasversale tipo 1	Querschlag Typ 1	km 46667.000	- 46667.000
			km 46333.000	- 46333.000
			km 46000.000	- 46000.000
			km 45667.000	- 45667.000
			km 44333.000	- 44333.000
CT3	Cunicolo trasversale tipo 3	Querschlag Typ 3	km 45333.000	- 45333.000
CT5	Camera trasversale tipo 5	Querschlag Typ 5	km 45375.000	- 45375.000
Fde-C	Cunicolo di collegamento nella Fermata di Emergenza	Verbindungsstollen Nothaltestelle	km 45015.000	- 45015.000
			km 44925.000	- 44925.000
			km 44835.000	- 44835.000
			km 44745.000	- 44745.000
			km 44655.000	- 44655.000
Fde-CcT	Cunicolo centrale di Trens	Mittelstollen Trens	km 45192.420	- 44515.000
FdE-CS	Cunicolo di scarico	Entlastungsstollen	km 44535.000	- 44535.000
Fde-GL	Galleria di Linea Fermata di Emergenza	Haupttunnel Nothaltestelle	km 45025.000	- 44555.000
FdE-MM	Camerone di manovra	Wendekaverne	km 45056.500	- 45056.500
Fde-V	Cunicolo aspirazione aria Fermata di emergenza	Abluftquerstollen Nothaltestelle	km 45040.000	- 45040.000
			km 44970.000	- 44970.000
			km 44880.00	- 44880.00
			km 44790.000	- 44790.000
			km 44700.000	- 44700.000
GA	Galleria di accesso Trens	Zugangstunnel Trens	km 45192.420	- 48880.648
GA-CB	Camerone di biforcazione - galleria di accesso Trens – Finestra di Mules	Anschlussbereich Zugangstunnel Trens- Fensterstollen Mauls	km 48880.648	- 48880.648
GL	Galleria di linea	Eingleisiger Haupttunnel	km 46768.690	- 45025.000
			km 44555.000	- 44351.750
NL-BYP	Bypass (2° nodo logistico)	Querstollen (Zweiter Logistikknoten)	km 45415.938	- 45850.650
NL-C	Camerone logistico (2° nodo logistico)	Logistikkaverne (Zweiter Logistikknoten)	km 45960.650	- 45850.650
NL-MM	Cunicolo di collegamento (2° nodo logistico) - Nord	Logistikknoten (Zweiter Logistikknoten) - Nord	km 45905.650	- 45905.650
	Cunicolo di collegamento (2° nodo logistico) - Sud	Logistikknoten (Zweiter Logistikknoten) - Süd	km 45960.650	- 46038.433

Tabelle 1: Abkürzungen für Querschnittsbezeichnungen.

Tabella 1: Abbreviazioni per i nomi delle parti d'opera.

CM	Oströhre / canna est		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Von / da [km]	Bis / a [km]		[-]	[%]	[m]
	44351.750	44191.750	160	CM_T1	5%	8.0
				CM_T2	35%	56.0
CM_T3				60%	96.0	
	Weströhre / canna ovest		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Inizio [km]	Fine [km]		[-]	[%]	[m]
	44314.568	44154.568	160	CM_T1	5%	8.0
				CM_T2	35%	56.0
CM_T3				60%	96.0	

Tabelle 2: Anwendungsbereiche der Querschnitte CM

Tabella 2: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il CM

CT1	Verbindung Oströhre [km] / Innesto canna est [km]	Verbindung Weströhre [km] / Innesto canna ovest [km]	L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
				[-]	[%]	[m]
(46/3)	46667.000	46629.819	62.3	CT1_T2	10%	5.3
				CT1_T3	90%	48.0
				CT1-IN-GL_T3	100%	9.0
(46/2)	46333.000	46295.819	62.3	CT1_T2	10%	5.3
				CT1_T3	90%	48.0
				CT1-IN-GL_T3	100%	9.0
(46/1)	46000.000	45962.819	62.3	CT1_T2	10%	5.3
				CT1_T3	90%	48.0
				CT1-IN-GL_T3	100%	9.0
(45/3)	45667.000	45629.819	62.3	CT1_T2	10%	5.3
				CT1_T3	90%	48.0
				CT1-IN-GL_T3	100%	9.0
(44/2)	44333.000	44295.819	48.0	CT1 (BP44/2)_T3	30%	11.7
				CT1 (BP44/2)_T4	70%	27.3
				CT1-T4-IN-CM-GL-T3	100%	9.0

Tabelle 3: Anwendungsbereiche der Querschnitte CT1

Tabella 3: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il CT1

CT3	Verbindung Oströhre [km] / Innesto canna est [km]	Verbindung Weströhre [km] / Innesto canna ovest [km]	L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
				[-]	[%]	[m]
	45333.000	45295.819	62.3	CT3_T2	85%	45.3
				CT3_T3	15%	8.0
				CT3-IN-GL-T3	100%	9.0

Tabelle 4: Anwendungsbereiche der Querschnitte CT3

Tabella 4: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il CT3

CT5	Verbindung Oströhre [km] / Innesto canna est [km]	Verbindung Weströhre [km] / Innesto canna ovest [km]	L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
				[-]	[%]	[m]
	45375.000	45337.819	88.3	CT5_T2	85%	75.06
				CT5_T3	15%	13.25
			22.4	CT5-IN-GA	100%	17.48

Tabelle 5: Anwendungsbereiche der Querschnitte CT5

Tabella 5: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il CT5

	Verbindung Oströhre [km] / Innesto canna est [km]	Verbindung Weströhre [km] / Innesto canna ovest [km]	L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
				[-]	[%]	[m]
Fde-C01	45015.000	44977.819	53.3	FdE-C(01-06)_T3	40%	14.1
				FdE-C(01-06)_T4	60%	21.2
				Fde_C01-IN-GL_T5	100%	9.0
				Fde_C01-IN-FdE-CcT_T5	100%	9.0
Fde-C02	44925.000	44887.819	51.7	FdE-C(01-06)_T3	40%	14.1
				FdE-C(01-06)_T4	60%	21.2
				Fde_C02-IN-FdE-GL_T5	100%	7.4
				Fde_C02-IN-FdE-CcT_T5	100%	9.0
Fde-C03	44835.000	44797.819	51.7	FdE-C(01-06)_T3	5%	1.8
				FdE-C(01-06)_T4	95%	33.5
				Fde_C03-IN-FdE-GL_T5	100%	7.4
				Fde_C03-IN-FdE-CcT_T5	100%	9.0
Fde-C04	44745.000	44707.819	51.7	FdE-C(01-06)_T3	5%	1.8
				FdE-C(01-06)_T4	95%	33.5
				Fde_C04-IN-FdE-GL_T5	100%	7.4
				Fde_C04-IN-FdE-CcT_T5	100%	9.0
Fde-C05	44655.000	44617.819	51.7	FdE-C(01-06)_T3	40%	14.1
				FdE-C(01-06)_T4	60%	21.2
				Fde_C05-IN-FdE-GL_T5	100%	7.4
				Fde_C05-IN-FdE-CcT_T5	100%	9.0
Fde-C06	44565.000	44527.819	51.7	FdE-C(01-06)_T3	40%	14.1
				FdE-C(01-06)_T4	60%	21.2
				Fde_C06-IN-FdE-GL_T5	100%	7.4
				Fde_C06-IN-FdE-CcT_T5	100%	9.0

Tabelle 6: Anwendungsbereiche der Querschnitte FdE-C

Tabella 6: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il FdE-C

	Pk (FdE-CcT)		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Von / da [km]	Bis / a [km]		[-]	[%]	[m]
FdE-CcT	0.000	690.064	567	FdE-CcT_T2	2%	12.0
				FdE-CcT_T3	5%	30.0
				FdE-CcT_T4	32%	184.0
				FdE-CcT_T5	37%	212.5
				FdE-CcT_T6	23%	128.5
			123	FdE-CcTa_T2	31%	38.5
				FdE-CcTa_T3	69%	84.5

Tabelle 7: Anwendungsbereiche der Querschnitte FdE-CcT

Tabella 7: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il FdE-CcT

	Verbindung Oströhre [km] / Innesto canna est [km]	Verbindung Weströhre [km] / Innesto canna ovest [km]	L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
				[-]	[%]	[m]
FdE-CS	44535.000	44497.819	54.6	FdE-CS_T3	5%	2.0
				FdE-CS_T4	35%	14.2
				FdE-CS_T5	60%	24.4
				FdE-CS-IN-GL-T5	100%	9.5
				FdE-CS-IN-CcT-T5	100%	4.5

Tabelle 8: Anwendungsbereiche der Querschnitte FdE-CS

Tabella 8: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il FdE-CS

Fde-GL	Oströhre / canna est		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Von / da [km]	Bis / a [km]		[-]	[%]	[m]
45025.000	44555.000	470	FdE-GL_T2	-	-	
			FdE-GL_T3	4%	20.0	
			FdE-GL_T4	28%	131.0	
			FdE-GL_T5	45%	211.0	
			FdE-GL_T6	23%	108.0	
Fde-GL	Weströhre / canna ovest		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Inizio [km]	Fine [km]		[-]	[%]	[m]
44987.819	44517.819	470	FdE-GL_T2	-	-	
			FdE-GL_T3	4%	20.00	
			FdE-GL_T4	28%	131.00	
			FdE-GL_T5	45%	211.00	
			FdE-GL_T6	23%	108.00	

Tabelle 9: Anwendungsbereiche der Querschnitte FdE-GL

Tabella 9: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per la FdE-GL

FdE-MM	Oströhre / canna est		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Von / da [km]	Bis / a [km]		[-]	[%]	[m]
45056.500	45056.500	10	FdE-MM_T4	100%	10.00	

Tabelle 10: Anwendungsbereiche der Querschnitte FdE-MM

Tabella 10: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il FdE-MM

Fde-V01	Verbindung Oströhre [km] / Innesto canna est [km]	Verbindung Weströhre [km] / Innesto canna ovest [km]	L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
				[-]	[%]	[m]
45040.000	45002.773	58.0	FdE-V_T3	20%	7.4	
			FdE-V_T4	80%	29.7	
			FdE_V01-IN-CcTa_T3	100%	8.8	
			FdE_V01-IN-GL_T5	100%	12.1	
44970.000	44932.819	58.0	FdE-V_T3	40%	15.6	
			FdE-V_T4	60%	23.3	
			FdE_V02-IN-CcTa_T3	100%	8.8	
			FdE_V02-IN-FdE-GL_T5	100%	10.4	
44880.000	44842.819	58.0	FdE-V_T3	5%	1.9	
			FdE-V_T4	95%	37.0	
			FdE_V03-IN-CcTa_T3	100%	8.8	
			FdE_V03-IN-FdE-GL_T5	100%	10.4	
44790.000	44752.814	58.0	FdE-V_T3	40%	15.6	
			FdE-V_T4	60%	23.3	
			FdE_V04-IN-CcTa_T3	100%	8.8	
			FdE_V04-IN-FdE-GL_T5	100%	10.4	
44700.000	44662.819	58.0	FdE-V_T3	5%	1.9	
			FdE-V_T4	95%	37.0	
			FdE_V05-IN-CcTa_T3	100%	8.8	
			FdE_V05-IN-FdE-GL_T5	100%	10.4	
44610.000	44572.819	58.0	FdE-V_T3	40%	15.6	
			FdE-V_T4	60%	23.3	
			FdE_V06-IN-CcTa_T3	100%	8.8	
			FdE_V06-IN-FdE-GL_T5	100%	10.4	

Tabelle 11: Anwendungsbereiche der Querschnitte FdE-V

Tabella 11: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il FdE-V

GA	Pk (GA)		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Von / da [km]	Bis / a [km]		[-]	[%]	[m]
0.000	3767.672	3767.672	GA_TRb	14%	532.0	
			GA_T2	16%	589.0	
			GA_T3	40%	1503.7	
			GA_T4	11%	409.0	
			GA_T5	19%	734.0	

Tabelle 12: Anwendungsbereiche der Querschnitte GA

Tabella 12: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per la GA

CB-GA	Pk (GA)		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Von / da [km]	Bis / a [km]		[-]	[%]	[m]
	3767.672	3767.672	18	CB-GA_TRb	100%	18.00

Tabelle 13: Anwendungsbereiche der Querschnitte CB-GA

Tabella 13: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per la CB-GA

GL	Oströhre / canna est		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Von / da [km]	Bis / a [km]		[-]	[%]	[m]
	46769.000	45025.000	1948	GL_TRb	21%	409.00
44555.000	44351.750	GL_T2		3%	50.00	
		GL_T3		54%	1054.00	
		GL_T4		7%	142.00	
		GL_T5		11%	213.00	
		GL_T6		4%	80.00	
	Weströhre / canna ovest		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Von / da [km]	Bis / a [km]		[-]	[%]	[m]
	46731.819	44987.819	1948	GL_TRb	20%	390.00
44517.819	44314.569	GL_T2		3%	50.00	
		GL_T3		53%	1037.00	
		GL_T4		9%	178.00	
		GL_T5		11%	213.00	
		GL_T6		4%	80.00	

Tabelle 14: Anwendungsbereiche der Querschnitte GL

Tabella 14: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per la GL

NL-BYP	Oströhre / canna est		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Von / da [km]	Bis / a [km]		[-]	[%]	[m]
	45415.938	45850	477.9	NL-BYP_T3	87%	417.90
			NL-BYP_T4	13%	60.00	

Tabelle 15: Anwendungsbereiche der Querschnitte NL-BYP

Tabella 15: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il NL-BYP

NL-C	Oströhre / canna est		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Von / da [km]	Bis / a [km]		[-]	[%]	[m]
	45960.650	45959.650	110.000	NL-C_T2	100%	110.00

Tabelle 16: Anwendungsbereiche der Querschnitte NL-C

Tabella 16: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il NL-C

NL-MM SUD	Oströhre / canna est		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Von / da [km]	Bis / a [km]		[-]	[%]	[m]
	45960.65	46038.433	99.27	NL-MM-T3	100%	99.27
NL-MM NORD	Oströhre / canna est		L [m]	Wahrscheinlich Anwendung / probabile applicazione		
	Von / da [km]	Bis / a [km]		[-]	[%]	[m]
	45905.65	45905.65	38.76	NL-MM-T3	100%	38.76

Tabelle 17: Anwendungsbereiche der Querschnitte NL-MM

Tabella 17: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il NL-MM

## 6 LEITFADEN FÜR DIE WAHL DER AUSBRUCHSQUERSCHNITTE

Bei der Wahl der beim Vortrieb anzuwendenden Ausbruchquerschnitte sind zwei Hauptfaktoren zu beachten:

- Die Gebirgsklasse (d.h. die Gebirgsqualität) gemäß der Bieniawski-Klassifizierung.
- Die Ergebnisse des Überwachungssystems [10].

Durch die Kombination dieser beiden Faktoren konnten die Querschnitte festgelegt werden. Im Besonderen für die Abschnitte, welche zur Aushebung im Baulos Muls 2-3 liegen, sind die Ausbruchquerschnitte vorgesehen, welche kurz im Kapitel 6.1 beschrieben sind.

Im Kapitel 6.2 sind die Gebirgsparameter (RMR), die Bezugsparameter und die Überwachungsparameter für die einzelnen Querschnitte zusammengefasst.

Zuletzt sind im Kapitel 6.3 einige zusätzliche Hinweise, in Bezug auf das Risiko von heftigen Bergschlagphänomenen (rock burst) und den Ausbruch bei besonders schwierigen Abschnitten, wiedergebracht.

### 6.1 BESTIMMUNG DER VORTRIEBSKLASSE

In der Folge sind die in der behandelten Strecke angewendeten Ausbruchquerschnitte beschrieben (Baulos Muls 2-3, Teil 2).

Die detaillierte Darstellung der vorgesehenen Maßnahmen erfolgt in den entsprechenden Plänen.

#### 6.1.1 Einleisiger Haupttunnel, konventioneller Vortrieb

##### 6.1.1.1 Vortriebsklasse GL-T2

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse I oder II (RMR>60), Deformationspotential nachbrüchig (Gesamt radiale Konvergenz < 5 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]), Überlagerung < 1000 m und mit Prävalenz von Paragneis, Quarzit, Amphibolit, und Orthogneis.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 4.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrand (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 4/5 SuperSwellex-Anker Typ Pm16 mit

## 6 LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO

I fattori principali per la scelta delle sezioni tipo da applicare nel corso dell'avanzamento sono 2:

- La classe (ovvero la qualità) di ammasso in accordo alla classificazione di Bieniawski.
- Le evidenze del sistema di monitoraggio [10].

L'insieme di questi due fattori ha portato a definire delle sezioni tipo di scavo. In particolare per le tratte da scavare nella porzione del lotto Muls 2-3 sono state previste le sezioni di scavo brevemente descritte nel capitolo 6.1.

Nel capitolo 6.2 si riassumono per ogni Sezione di Scavo i valori di riferimento dei parametri di ammasso (RMR) e dei dati di monitoraggio.

Infine, nel capitolo 6.3 sono riportate alcune indicazioni aggiuntive con riferimento al rischio di fenomeni di rigetto violento (rock burst) e allo scavo in tratte particolarmente difficili.

### 6.1 DEFINIZIONE DELLE SEZIONI TIPO DI SCAVO

Nei paragrafi seguenti si riporta una breve descrizione delle sezioni di scavo adottate nelle diverse opere della tratta oggetto della presente (Lotto Muls 2-3, Parte 2).

Il dettaglio degli interventi previsti è mostrato nei corrispondenti elaborati grafici.

#### 6.1.1 Gallerie di Linea, scavo in tradizionale, binario singolo

##### 6.1.1.1 Sezione di scavo GL-T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II (RMR>60) con comportamento spingente molto basso (convergenze radiali totali < 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]), coperture < 1000 m e prevalenza di paragneis, quarziti, anfiboliti, parascisti e ortogneis.
- 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



Streckgrenze  $N_y > 140 \text{ kN}$ , Länge 3.00m, Abstand  $p = 1.80 \text{ m}$  quer x 1.50m längs.

- Bezugsdokumente: [19], [77].

resistenza allo snervamento  $N_y > 140 \text{ kN}$ , lunghezza 3.00m, passo  $p = 1.80 \text{ m}$  trasv x 1.50m long.

- Documenti di riferimento: [19], [77]

#### 6.1.1.2 Vortriebsklasse GL-T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III ( $41 \leq \text{RMR} \leq 60$ ), Deformationspotential leicht druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{\text{cm,k}} / \sigma_{\text{max}} = 0,28-0,45$  [128]), Überlagerung  $< 1000 \text{ m}$  und mit Prävalenz von Paragneis, Quarzit, Amphibolit, Paraschiefer und Orthogneis.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 5/6 SuperSwellex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200 \text{ kN}$ , Länge 4.50m, Abstand  $p = 1.80 \text{ m}$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [20], [77]

#### 6.1.1.2 Sezione di scavo GL-T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III ( $41 \leq \text{RMR} \leq 60$ ) con comportamento poco spingente (convergenze radiali totali  $< 5 \text{ cm}$  e indicativamente  $\sigma_{\text{cm,k}} / \sigma_{\text{max}} = 0,28-0,45$  [128]) e prevalenza di paragneiss, quarziti, anfiboliti, parascisti e ortogneiss.
- 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.
- Documenti di riferimento: [20], [77]

#### 6.1.1.3 Vortriebsklasse GL-T4

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 10 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{\text{cm,k}} / \sigma_{\text{max}} = 0,20-0,28$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ 2IPN180 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50m.
- N° 14 Selbstbohranker Typ R51N (eventuell) mit Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ kN}$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 0.75 \text{ m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{\text{ck}} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{\text{cm}}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 32 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit

#### 6.1.1.3 Sezione di scavo GL-T4

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente  $\sigma_{\text{cm,k}} / \sigma_{\text{max}} = 0,20-0,28$  [128]) e prevalenza di calcescisti
- Scavo con esplosivo e/o 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.
- 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  $R_{\text{ck}} \geq 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{\text{cm}}$  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

Rck>25MPa, Rcm nach 24 Stunden ≥10MPa.

- Lokalisierte Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit SuperSwellex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200\text{kN}$ , Länge 5.50m, Überschneidung 2.50m.
- Bezugsdokumente: [21], [75], [78].

#### 6.1.1.4 Vortriebsklasse GL-T5

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential stark druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 10 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,15$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlaglänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ 2IPN180 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50 m
- Von N° 18 bis N° 22 Selbstbohranker Typ R51N (eventuell) mit Streckgrenze  $N_y \geq 630\text{kN}$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 0.75\text{m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit Rck>25MPa, Rcm nach 24 Stunden ≥10MPa.
- Stabilisierung der Ortsbrust mit von N° 34 bis N° 56 Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit Rck>25MPa, Rcm nach 24 Stunden ≥10MPa.
- N° 14 Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 413\text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200\text{kN}$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 1.50\text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit Rck>25MPa, Rcm nach 24 Stunden ≥10MPa.

Oder

N° 14 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400\text{MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 1.50\text{m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit Rck>25MPa, Rcm nach 24 Stunden ≥10MPa.

cementizia avente Rck≥25MPa, Rcm a 24h ≥10MPa.

- 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.
- Documenti di riferimento: capitoli [21], [75], [78].

#### 6.1.1.4 Sezione di scavo GL-T5

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,15$  [128]) e prevalenza di calcescisti con filladi e paragneiss milonitizzati
- Scavo con esplosivo e/o con mezzi meccanici, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.50m.
- Betoncino proiettato fibrinforzato 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.
- Da n° 18 a n° 22 barre autoperforanti tipo R51N (4 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 Rck≥25MPa, Rcm a 24h ≥10MPa.
- 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 Rck≥25MPa, Rcm a 24h ≥10MPa.
- N° 14 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  $p = 1.50\text{m}$  trasv x 1.50m long. Cementazione con malta cementizia avente Rck≥25MPa, Rcm a 24h ≥10MPa.

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 Rck≥25MPa, Rcm a 24h ≥10MPa.

- Bezugsdokumente: [22], [75], [78]

- Documenti di riferimento: [22], [75], [78]

#### 6.1.1.5 Vortriebsklasse GL-T6

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse IV/V (RMR<41), Deformationspotential sehr stark druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 10 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,15$  [128]), und mit Prävalenz von Kataklastit, Schiefer, Phyllit, Rauwacke, Kakirit, clayouge und fault gouge.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb, planmäßiger Mehrausbruch 30cm, maximale Abschlagslänge 1.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ TH36 aus 31Mn4-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50 m
- Von N° 16 Selbstbohranker Typ R51N mit Streckgrenze  $Ny \geq 630kN$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 0.50m$  quer x 2.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $Rck > 25MPa$ ,  $Rcm$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust mit von N° 34 bis N° 56 Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $Ny \geq 630MPa$ , Länge 15.00m, Überschneidung 9.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $Rck > 25MPa$ ,  $Rcm$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .
- N° 15+14 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $Ny \geq 400MPa$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 2.00m$  quer x 1.00m längs;  
N° 15+12 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $Ny \geq 400MPa$ , Länge 10.00m, Abstand  $p = 2.00m$  quer x 1.00m längs;  
Zementierung mit Zementmörtel mit  $Rck > 25MPa$ ,  $Rcm$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .
- Bezugsdokumente: [23], [76], [80]

#### 6.1.1.5 Sezione di scavo GL-T6

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV/V (RMR<41) con comportamento estremamente spingente (convergenze radiali totali > 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,15$ ), prevalenza di cataclastiti, scisti, filladi, carniole, cachiriti, clayouge e fault gouge.
- Scavo con mezzi meccanici, extrascavo di progetto di 30cm, sfondi di profondità massima 1.00m.
- 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  $Ny \geq 630MPa$ , lunghezza 12.00m, passo  $p = 0.5m$  trasv x 2.00m long; cementazione con malta cementizia avente  $Rck \geq 25MPa$ ,  $Rcm$  a 24h  $\geq 10MPa$ .
- Stabilizzazione del fronte di scavo con da n° 34 a n° 56 barre autoperforanti tipo R51N, resistenza allo snervamento  $Ny \geq 630MPa$ , lunghezza 15.00m, sovrapposizione 9.00m; cementazione con malta cementizia avente  $Rck \geq 25MPa$ ,  $Rcm$  a 24h  $\geq 10MPa$ .
- N° 15+14 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $Ny \geq 400MPa$ , lunghezza 8.00m, passo  $p = 2.00m$  trasv x 1.00m long; N° 12+15 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $Ny \geq 400MPa$ , lunghezza 10.00m, passo  $p = 2.00m$  trasv x 1.00m long; cementazione con malta cementizia avente  $Rck \geq 25MPa$ ,  $Rcm$  a 24h  $\geq 10MPa$ .
- Documenti di riferimento: [23], [76], [80]

#### 6.1.1.6 Vortriebsklasse GL-TRb

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse I oder II (RMR>60) und Tunnelüberlagerung >1000m und mit Prävalenz von Paragneis, Quarzit, Amphibolit,

#### 6.1.1.6 Sezione di scavo GL-TRb

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II (RMR>60), coperture > 1000 m e prevalenza di paragneiss, quarziti, anfiboliti, ortogneiss.

und Orthogneis

- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 10/11 Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 413\text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200\text{kN}$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 0.90\text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .
- Bezugsdokumente: [24], [77]
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 1.50m.
- 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. Cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10\text{MPa}$ .
- Documenti di riferimento: [24], [77]

#### 6.1.2 Haupttunnel Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb

##### 6.1.2.1 Vortriebsklasse FdE-GL-T2

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse I oder II ( $RMR > 60$ ), Deformationspotential nachbrüchig (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5\text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]), mit Prävalenz von Paragneis und Amphibolit.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 4.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 9/10 SuperSwellex-Anker Typ Pm16 mit Streckgrenze  $N_y > 140\text{kN}$ , Länge 3.00m, Abstand  $p = 1.80\text{m}$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [25], [83]

##### 6.1.2.2 Vortriebsklasse FdE-GL-T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III ( $41 \leq RMR \leq 60$ ), Deformationspotential leicht druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5\text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,28-0,45$  [128]), mit Prävalenz von Paragneis, Parasciefer und Amphibolit.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m

#### 6.1.2 Gallerie di Linea nella Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale, binario singolo

##### 6.1.2.1 Sezione di scavo FdE-GL-T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II ( $RMR > 60$ ) con comportamento spingente molto basso (convergenze radiali totali  $< 5\text{ cm}$  e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]), e prevalenza di paragneiss e anfiboliti non tettonizzati.
- 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° 9/10 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.
- Documenti di riferimento: [25], [83].

##### 6.1.2.2 Sezione di scavo FdE-GL-T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III ( $41 \leq RMR \leq 60$ ) con comportamento poco spingente (convergenze radiali totali  $< 5\text{ cm}$  e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,28-0.45$  [128]) in prevalenza di paragneiss e anfiboliti non tettonizzati.
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 3.00m.

- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrand (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 9/10 SuperSwellex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200\text{kN}$ , Länge 4.50m, Abstand  $p = 1.80\text{m}$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [26], [83]

#### 6.1.2.3 Vortriebsklasse FdE-GL-T4

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 10\text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,28$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlaglänge 1.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrand (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ 2IPN180 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50 m
- N°24 Selbstbohranker Typ R51N (eventuell) mit Streckgrenze  $N_y \geq 630\text{kN}$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 0.75\text{m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 32 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400\text{MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .
- Lokalisierte Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit SuperSwellex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200\text{kN}$ , Länge 5.50m, Überschneidung 2.50m.
- N° 15 Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 413\text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200\text{kN}$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 1.50\text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .

Oder

N° 15 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400\text{MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 1.50\text{m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit

- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+10cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- N° 9/10 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.
- Documenti di riferimento: [26], [83]

#### 6.1.2.3 Sezione di scavo FdE-GL-T4

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,28$  [128]) e prevalenza di calcescisti
- Scavo con 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° 24 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.
- N° 15 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  $p = 1.50\text{m}$  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° 15 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400\text{MPa}$ , lunghezza 6.00m,

Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [27], [81], [84].

passo  $p = 1.50 \text{m}$  trasv x  $1.50 \text{m}$  long; cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10 \text{MPa}$ .

- Documenti di riferimento: capitoli [27], [81], [84].

#### 6.1.2.4 Vortriebsklasse FdE-GL-T5

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential stark druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 10 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,15$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer mit Phyllitanteil
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch  $10 \text{cm}$ , maximale Abschlagslänge  $1.50 \text{m}$
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund ( $5+25 \text{cm}$ ) und die Ortsbrust ( $5 \text{cm}$ ) gespritzt.
- Stahlbögen Typ 2 IPN180 aus S355JR-Stahl, Abstand von  $0.75 \text{m}$  bis  $1.50 \text{m}$
- Von N° 20 bis N° 24 (4 eventuell) Selbstbohranker Typ R51N mit Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{kN}$ , Länge  $12.00 \text{m}$ , Abstand  $p = 0.75 \text{m}$  quer x  $3.00 \text{m}$  längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust mit von N° 32 bis N° 53 Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{MPa}$ , Länge  $15.00 \text{m}$ , Überschneidung  $6.00 \text{m}$ ; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .
- N° 15 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{MPa}$ , Länge  $8.00 \text{m}$ , Abstand  $p = 1.50 \text{m}$  quer x  $1.50 \text{m}$  längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .
- Bezugsdokumente: [28], [81], [84].

#### 6.1.2.5 Vortriebsklasse FdE-GL-T6

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse IV/V ( $R_{MR} < 41$ ), Deformationspotential sehr stark druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 10 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,15$  [128]), und mit Prävalenz von Kataklastit, Schiefer, Phyllit,

#### 6.1.2.4 Sezione di scavo FdE-GL-T5

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento spingente (convergenze radiali totali minori di  $15 \text{ cm}$  e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,15$  [128]) e prevalenza di calcescisti con filladi
- Scavo con esplosivo e/o mezzi meccanici, extrascavo di progetto di  $15 \text{cm}$ , sfondi di profondità massima  $1.50 \text{m}$ .
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno ( $5+25 \text{cm}$ ) e sul fronte di scavo ( $5 \text{cm}$ ).
- Centine tipo 2 IPN180 in acciaio S355JR, interasse da  $0.75$  a  $1.50 \text{m}$ .
- Da n° 20 a 24 (4 eventuali) barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630 \text{MPa}$ , lunghezza  $12.00 \text{m}$ , passo  $p = 0.75 \text{m}$  trasv x  $3.00 \text{m}$  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° 32 a n° 53 barre autoperforanti tipo R51N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630 \text{MPa}$ , lunghezza  $15.00 \text{m}$ , sovrapposizione  $6.00 \text{m}$ ; cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10 \text{MPa}$ .
- N° 15 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400 \text{MPa}$ , lunghezza  $8.00 \text{m}$ , passo  $p = 1.50 \text{m}$  trasv x  $1.50 \text{m}$  long; cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10 \text{MPa}$ .
- Documenti di riferimento: [28], [81], [84].

#### 6.1.2.5 Sezione di scavo FdE-GL-T6

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV/V ( $R_{MR} < 41$ ) con comportamento estremamente spingente (convergenze radiali totali  $> 15 \text{ cm}$  e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,15$ ), prevalenza di cataclastiti, scisti, filladi, carniole, siltiti, clayouge e

Rauwacke, Kakirit, Clayouge und Fault Gouge.

- Ausbruch im maschinellen Vortrieb, planmäßiger Mehrausbruch 30cm, maximale Abschlagslänge 1.00m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ TH36 aus 31Mn4-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50 m
- Von N° 16 Selbstbohranker Typ R51N mit Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ kN}$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 0.50 \text{ m}$  quer  $\times$  2.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust mit von N° 34 bis N° 56 Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 9.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

N° 15+14 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 2.00 \text{ m}$  quer  $\times$  1.00m längs; N° 15+15 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 10.00m, Abstand  $p = 2.00 \text{ m}$  quer  $\times$  1.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [29], [82], [85].

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.
- Da 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  $\times$  2.00m 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 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 autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , lunghezza 8.00m, passo  $p = 2.00 \text{ m}$  trasv  $\times$  1.00m long; N° 15+15 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , lunghezza 10.00m, passo  $p = 2.00 \text{ m}$  trasv  $\times$  1.00m long; cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Documenti di riferimento: [29], [82], [85].

### 6.1.3 Montagekaverne, konventioneller Vortrieb

#### 6.1.3.1 Vortriebsklasse CM-T1

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse I oder II ( $RMR > 60$ ), Deformationspotential nachbrüchig (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]).
- Ausbruch im Sprengverfahren (Kalotte+Strosse), planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m (Kalotte) und 4.00 (Strosse).
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37 (5cm) und Spritzbeton CSpC 30/37 (10+10cm), auf den Ausbruchsrund und faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37 die Ortsbrust (5cm) gespritzt.

### 6.1.3 Camerone di montaggio, scavo in tradizionale

#### 6.1.3.1 Sezione di scavo CM-T1

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II ( $RMR > 60$ ) con comportamento spingente molto basso (convergenze radiali totali  $< 5 \text{ cm}$  e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]).
- Scavo con esplosivo a settori (calotta + strozzo), extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 3.00m (calotta) e 4.00 m (strozzo).
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5 cm) e betoncino proiettato senza fibre CSpC (10+10cm); betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37 sul fronte di scavo (5cm).

- Baustahlmatten 2 Lagen, Durchmesser  $\varnothing 6$ , Maschenweite 150mm x 150mm aus B450C-Stahl
- Kalotte: N° 14/13 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760\text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200\text{kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 2.50\text{m}$  quer x 2.00m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .

Strosse: N° 4/4 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760\text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200\text{kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , Länge 4.00m, Abstand  $p = 2.50\text{m}$  quer x 2.00m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [30], [86].

#### 6.1.3.2 Vortriebsklasse CM-T2

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse II/III, Deformationspotential mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 10\text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,28$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer.
- Ausbruch im Sprengverfahren (Kalotte+Strosse), planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 2.00m (Kalotte) und 3.50 (Strosse).
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37 (5cm) und Spritzbeton CSpC 30/37 (12+13cm), auf den Ausbruchsrund und faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37 die Ortsbrust (5cm) gespritzt.

- Baustahlmatten 2 Lagen, Durchmesser  $\varnothing 6$ , Maschenweite 150mm x 150mm aus B450C-Stahl
- Kalotte: N° 14/13 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760\text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200\text{kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 2.50\text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .

Strosse: N° 6/4 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, Spreizköpfe mit Feder;

- Doppio strato rete elettrosaldada Diametro  $\varnothing 6$ , maglia 150mm x 150mm in acciaio B450C

- Per la calotta: n° 14/13 ancoraggi tipo Dywidag SNØ32 in acciaio ST945/1057WR con testa a espansione ( $N_y > 200\text{kN}$ ), aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760\text{kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , lunghezza 6.00m, passo  $p = 2.50\text{m}$  trasv x 2.00m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10\text{MPa}$ .

Per lo strozzo: n° 4/4 ancoraggi tipo Dywidag SNØ32 in acciaio ST945/1057WR, con testa a espansione ( $N_y > 200\text{kN}$ ), aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760\text{kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , lunghezza 4.00m, passo  $p = 2.50\text{m}$  trasv x 2.00m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10\text{MPa}$ .

- Documenti di riferimento: [30], [86].

#### 6.1.3.2 Sezione di scavo CM-T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe II/III con comportamento da basso a mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,28-0,45$  [128]) in prevalenza di calcescisti.
- Scavo con esplosivo a settori (calotta + strozzo), extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 2.00m (calotta) e 3.50 m (strozzo).
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5 cm) e betoncino proiettato senza fibre CSpC (12+13cm); betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37 sul fronte di scavo (5cm).

- Doppio strato rete elettrosaldada Diametro  $\varnothing 6$ , maglia 150mm x 150mm in acciaio B450C
- Per la calotta: n° 14/13 ancoraggi tipo Dywidag SNØ32 in acciaio ST945/1057WR con testa a espansione ( $N_y > 200\text{kN}$ ), aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760\text{kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , lunghezza 8.00m, passo  $p = 2.50\text{m}$  trasv x 1.50m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10\text{MPa}$ .

Per lo strozzo: n° 6/4 ancoraggi tipo Dywidag



Streckgrenze  $N_y > 760 \text{ kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{ kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 2.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [31], [86].

#### 6.1.3.3 Vortriebsklasse CM-T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential stark druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $> 10 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,28$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer mit Phyllitanteil.
- Ausbruch im Sprengverfahren / (Kalotte+Strosse), planmäßiger Mehrausbruch 20cm, maximale Abschlagslänge 1.00m (Kalotte) und 3.00 (Strosse).
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37 (5cm) und Spritzbeton CSpC 30/37 (15+15cm), auf den Ausbruchsrund und Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37 die Ortsbrust (10cm) gespritzt.
- Gitterträger 4 $\Phi$ 26 B450C-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50 m
- Baustahlmatten 2 Lagen, Durchmesser  $\Phi 6$ , Maschenweite 150mm x 150mm aus B450C-Stahl
- N° 28 Selbstbohranker Typ R51N mit Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ kN}$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 1.00 \text{ m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 37 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Kalotte: N° 17/16 Dywidag-Anker Typ SN $\emptyset$ 32 aus ST945/1057WR-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760 \text{ kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{ kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 2.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

SN $\emptyset$ 32 in acciaio ST945/1057WR, con testa a espansione ( $N_y > 200 \text{ kN}$ ), aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760 \text{ kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , lunghezza 6.00m, passo  $p = 2.50 \text{ m}$  trasv x 1.50m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Documenti di riferimento: [31], [86].

#### 6.1.3.3 Sezione di scavo CM-T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento spingente (convergenze radiali totali maggiori a 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,28$  [128]) e prevalenza di calcescisti con filladi.
- Scavo con esplosivo con cariche limitate/scavo con mezzi meccanici, extrascavo di progetto di 20cm, sfondi di profondità massima 1.00m (calotta) e 3.00 (strozzo).
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5 cm) e betoncino proiettato senza fibre CSpC (15+15cm); betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37 sul fronte di scavo (10cm).
- Centine tipo reticolari 4 $\Phi$ 26 in acciaio B450C, interasse da 0.75 a 1.50m.
- Doppio strato rete elettrosaldata Diametro  $\Phi 6$ , maglia 150mm x 150mm in acciaio B450C
- N° 28 barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , lunghezza 12.00m, passo  $p = 1.00 \text{ m}$  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° 37 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Per la calotta: n° 14/13 ancoraggi tipo Dywidag SN $\emptyset$ 32 in acciaio ST945/1057WR con testa a espansione, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760 \text{ kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , lunghezza 10.00m (calotta), passo  $p = 2.00 \text{ m}$  trasv x 1.00m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h

Strosse: N° 6/6 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760\text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200\text{kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 2.50\text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [32], [87].

#### 6.1.4 Logistikknoten, konventioneller Vortrieb

##### 6.1.4.1 Vortriebsklasse NL-C-T2

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse II/III, Deformationspotential mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 10\text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,45$  [128]), und mit Prävalenz von Paragneis, Paraschiefer und Amphibolit.
- Ausbruch im Sprengverfahren (Kalotte+Strosse), planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 2.00m (Kalotte) und 3.50 (Strosse).
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37 (5cm) und Spritzbeton CSpC 30/37 (12+13cm), auf den Ausbruchsrund und faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37 an die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Baustahlmatten 2 Lagen, Durchmesser  $\varnothing 6$ , Maschenweite 150mm x 150mm aus B450C-Stahl.
- Kalotte: N° 14/13 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760\text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200\text{kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 2.50\text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .

Strosse: N° 6/4 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760\text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200\text{kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 2.50\text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .

$\geq 10\text{MPa}$ .

Per lo strozzo: n° 6/6 ancoraggi tipo Dywidag SNØ32 in acciaio ST945/1057WR con testa a espansione, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760\text{kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , lunghezza 8.00m, passo  $p = 2.00\text{m}$  trasv x 1.00m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10\text{MPa}$ .

- Documenti di riferimento: capitoli [32], [87].

#### 6.1.4 Nodo logistico, scavo in tradizionale

##### 6.1.4.1 Sezione di scavo NL-C-T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe II/III con comportamento da basso a mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,45$  [128]) in prevalenza di Anfiboliti, Paragneiss e Parascisti.
- Scavo con esplosivo a settori (calotta + strozzo), extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 2.00m (calotta) e 3.50 m (strozzo).
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5 cm) e betoncino proiettato senza fibre CSpC (12+13cm); betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37 sul fronte di scavo (5cm).
- Doppio strato rete elettrosaldata Diametro  $\varnothing 6$ , maglia 150mm x 150mm in acciaio B450C.
- Per la calotta: n° 14/13 ancoraggi tipo Dywidag in acciaio ST945/1057WR con testa a espansione ( $N_y > 200\text{kN}$ ), aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760\text{kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , lunghezza 8.00m (calotta), passo  $p = 2.50\text{m}$  trasv x 1.50m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10\text{MPa}$ .

Per lo strozzo: n° 6/4 ancoraggi tipo Dywidag in acciaio ST945/1057WR con testa a espansione ( $N_y > 200\text{kN}$ ), aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760\text{kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , lunghezza 6.00m, passo  $p = 2.50\text{m}$  trasv x 1.50m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10\text{MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [33]

#### 6.1.4.2 Vortriebsklasse NL-MM-T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III ( $41 \leq RMR \leq 60$ ), Deformationspotential leicht druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5$  cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,28-0,45$  [128]), mit Amphibolit Paragneiss, Quarzit, Amphibolit, und Orthogneis.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 10/11 SuperSwelllex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200$ kN, Länge 4.50m, Abstand  $p = 1.80$ m quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [34].

#### 6.1.4.3 Vortriebsklasse NL-BYP-T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III ( $41 \leq RMR \leq 60$ ), Deformationspotential leicht druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5$  cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,28-0,45$  [128]), mit Amphibolit Paragneiss, Quarzit, Amphibolit, und Orthogneis.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und an die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 8/9 SuperSwelllex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200$ kN, Länge 4.50m, Abstand  $p = 1.80$ m quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [35].

#### 6.1.4.4 Vortriebsklasse NL-BYP-T4

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 10$  cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,28$  [128]), und mit Prävalenz von Kataklasit, Kakirit und fault gouge.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den

- Documenti di riferimento: [33]

#### 6.1.4.2 Sezione di scavo NL-MM-T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe II/III con comportamento poco spingente (convergenze radiali totali  $< 5$  cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,28-0,45$  [128]) e prevalenza di paragneiss, quarziti, anfiboliti e ortogneiss.
- 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° 10/11 ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200$ kN, lunghezza 4.50m, passo  $p = 1.80$ m trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: [34].

#### 6.1.4.3 Sezione di scavo NL-BYP-T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe II/III con comportamento poco spingente (convergenze radiali totali  $< 5$  cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,28-0,45$  [128]) e prevalenza di paragneiss, quarziti, anfiboliti e ortogneiss.
- 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° 8/9 ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200$ kN, lunghezza 4.50m, passo  $p = 1.80$ m trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: [35].

#### 6.1.4.4 Sezione di scavo NL-BYP-T4

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento spingente (convergenze radiali totali  $< 10$  cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,28$  [128]) e prevalenza di fault gouge, cachirite e cataclasite.
- Scavo con esplosivo e/o mezzi meccanici, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.50m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37,

Ausbruchsrand (5+25cm) und an die Ortsbrust (5cm) gespritzt.

- Bögen Typ 2IPN180 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50m.
- N°14 Selbstbohranker Typ R51N (eventuell) mit Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ kN}$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 0.75 \text{ m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 18 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Lokalisierte Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit SuperSwelllex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200 \text{ kN}$ , Länge 5.50m, Überschneidung 2.50m.
- N° 11 Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 413 \text{ kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{ kN}$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Oder

N° 11 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [36].

### 6.1.5 Zugangstunnel Trens - konventioneller Vortrieb

#### 6.1.5.1 Vortriebsklasse GA-T2

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse I oder II ( $RMR > 60$ ), Deformationspotential nachbrüchig (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]), mit Tunnelüberlagerung  $< 1000 \text{ m}$  und mit Prävalenz von Granit, Tonalit, Amphibolit, Paragneis, Quarzit.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 4.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den

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° 18 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 SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200 \text{ kN}$ , lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m.
- N° 11 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  $p = 1.50 \text{ m}$  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° 11 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Documenti di riferimento: capitoli [36].

### 6.1.5 Galleria di accesso, scavo in tradizionale

#### 6.1.5.1 Sezione di scavo GA-T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II ( $RMR > 60$ ) con comportamento spingente molto basso (convergenze radiali totali  $< 5 \text{ cm}$  e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]), coperture  $< 1000 \text{ m}$  e prevalenza di graniti, tonaliti intatte, quarziti, anfiboliti, paragneiss.
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 4.50m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37,

Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.

- N° 10/11 SuperSwelllex-Anker Typ Pm16 mit Streckgrenze  $N_y > 140 \text{ kN}$ , Länge 3.00m, Abstand  $p = 1.80 \text{ m}$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [38], [89].

#### 6.1.5.2 Vortriebsklasse GA-T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III ( $41 \leq \text{RMR} \leq 60$ ), Deformationspotential leicht druckhaft (gesamt radiale Konvergenz  $< 5 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{\text{cm,k}}/\sigma_{\text{max}} = 0,28-0,45$  [128]), mit Prävalenz von Paragneis, Paraschiefer, Granit und Tonalit.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 11/12 SuperSwelllex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200 \text{ kN}$ , Länge 4.50m, Abstand  $p = 1.80 \text{ m}$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [39], [89]

#### 6.1.5.3 Vortriebsklasse GA-T4

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 10 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{\text{cm,k}}/\sigma_{\text{max}} = 0,20-0,28$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer, tektonische Paragneis und Mylonitische Tonalit.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Gitterträger  $4\Phi 26$  B450C-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50 m
- N°20 Selbstbohranker Typ R51N (eventuell) mit Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ kN}$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 0.75 \text{ m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{\text{ck}} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{\text{cm}}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 41 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze

sul contorno (5+10cm) und sul fronte di scavo (5cm).

- N° 10/11 ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm16, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 140 \text{ kN}$ , lunghezza 3.00m, passo  $p = 1.80 \text{ m}$  trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento:[38], [89].

#### 6.1.5.2 Sezione di scavo GA-T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III ( $41 \leq \text{RMR} \leq 60$ ) con comportamento poco spingente (convergenze radiali totali  $< 5 \text{ cm}$  e indicativamente  $\sigma_{\text{cm,k}}/\sigma_{\text{max}} = 0,28-0,45$  [128]) e prevalenza di paragneiss, parascisti, graniti e tonaliti.
- 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° 11/12 ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200 \text{ kN}$ , lunghezza 4.50m, passo  $p = 1.80 \text{ m}$  trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento:[39], [89]

#### 6.1.5.3 Sezione di scavo GA-T4

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente  $\sigma_{\text{cm,k}}/\sigma_{\text{max}} = 0,20-0,28$  [128]) e prevalenza di scisti, paragneiss tettonizzati e tonaliti milonitizzate.
- Scavo con 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 reticolari  $4\Phi 26$  in acciaio B450C, interasse da 0.75 a 1.50m.
- N° 20 barre autoperforanti tipo R51N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , lunghezza 8.00m, passo  $p = 0.75 \text{ m}$  trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente  $R_{\text{ck}} \geq 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{\text{cm}}$  a 24h  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 41 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza

$N_y \geq 400 \text{MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .

- Lokalisierte Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit SuperSwelllex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200 \text{kN}$ , Länge 5.50m, Überschneidung 2.50m.
- N° 14 (+4 eventuell) Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 413 \text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{kN}$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 1.50 \text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .

Oder

N° 14 (+4 eventuell) Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [40], [90].

#### 6.1.5.4 Vortriebsklasse GA-T5

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse IV (RMR<41), Deformationspotential stark druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 10 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,15$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer, Kataklasit, Kakirit und Fault Gouge.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ 2IPN180 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50 m
- N° 26 Selbstbohranker Typ R51N mit Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{kN}$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 0.75 \text{m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust mit von N° 30 bis N° 58 Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit

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 SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200 \text{kN}$ , lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m.
- N° 14 (+4 eventuali) 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  $p = 1.50 \text{m}$  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 (+4 eventuali) 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  $\geq 10 \text{MPa}$ .

- Documenti di riferimento: [40], [90].

#### 6.1.5.4 Sezione di scavo GA-T5

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV (RMR<41), con comportamento spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,15$  [128]) e prevalenza di Scisti, Cataclasiti, Cachiriti, zone di faglia.
- Scavo con esplosivo e/o 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.
- N° 26 barre autoperforanti tipo R51N 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° 30 a n° 58 barre autoperforanti tipo R51N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630 \text{MPa}$ , lunghezza 15.00m, sovrapposizione 6.00m; cementazione con malta

Rck>25MPa, Rcm nach 24 Stunden ≥10MPa.

- N° 16 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{MPa}$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit Rck>25MPa, Rcm nach 24 Stunden ≥10MPa.
- Bezugsdokumente: [41], [90].

#### 6.1.5.5 Vortriebsklasse GA-TRb

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse I oder II (RMR>60) und Tunnelüberlagerung >1000m und mit Prävalenz von Granit, Tonalit, Quarzit und Amphibolit.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrand (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 12/13 Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 413 \text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{kN}$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 0.90 \text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit Rck>25MPa, Rcm nach 24 Stunden ≥10MPa.
- Bezugsdokumente: [42], [89].

#### 6.1.6 Mittelstollen Trens - Standardquerschnitt - konventioneller Vortrieb

##### 6.1.6.1 Vortriebsklasse FdE-CcT-T2

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse I oder II (RMR>60), Deformationspotential nachbrüchig (Gesamt radiale Konvergenz < 5 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} > 0.45$  [128]), mit Prävalenz von Amphibolit und Paragneis.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 4.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrand (5+10cm) und an die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 10/11 SuperSwellex-Anker Typ Pm16 mit Streckgrenze  $N_y > 140 \text{kN}$ , Länge 3.00m, Abstand  $p = 1.80 \text{m}$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [44], [92]

cementizia avente Rck≥25MPa, Rcm a 24h ≥10MPa.

- N° 16 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400 \text{MPa}$ , lunghezza 8.00m, passo  $p = 1.50 \text{m}$  trasv x 1.50m long; cementazione con malta cementizia avente Rck≥25MPa, Rcm a 24h ≥10MPa.
- Documenti di riferimento:[41], [90].

#### 6.1.5.5 Sezione di scavo GA-TRb

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II (RMR>60), coperture > 1000 m e prevalenza di graniti, tonaliti intatte, quarziti e anfiboliti.
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 1.50m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+10cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- N° 12/13 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. Cementazione con malta cementizia avente Rck≥25MPa, Rcm a 24h ≥10MPa.
- Documenti di riferimento: [42], [89].

#### 6.1.6 Cunicolo centrale di Trens, sezione standard, scavo in tradizionale

##### 6.1.6.1 Sezione di scavo FdE-CcT T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II (RMR>60) con comportamento spingente molto basso (convergenze radiali totali < 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} > 0.45$  [128]), e prevalenza di paragneiss e anfiboliti non tettonizzati
- 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° 9/10 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.
- Documenti di riferimento: [44], [92]

#### 6.1.6.2 Vortriebsklasse FdE-CcT-T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III ( $41 \leq RMR \leq 60$ ), Deformationspotential leicht druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5$  cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,28-0,45$  [128]), und mit Prävalenz von Amphibolit und Paragneis.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und an die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 11/12 SuperSwellex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200$ kN, Länge 4.50m, Abstand  $p = 1.80$ m quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [39], [89].

#### 6.1.6.3 Vortriebsklasse FdE-CcT-T4

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 10$  cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,28$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ 2IPN180 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50m.
- N°20 Selbstbohranker Typ R51N (eventuell) mit Streckgrenze  $N_y \geq 630$ kN, Länge 8.00m, Abstand  $p = 0.75$ m quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25$ MPa,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10$ MPa.
- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 41 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400$ MPa, Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25$ MPa,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10$ MPa.
- Lokalisierte Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit SuperSwellex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200$ kN, Länge 5.50m,

#### 6.1.6.2 Sezione di scavo FdE-CcT T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III ( $41 \leq RMR \leq 60$ ) con comportamento poco spingente (convergenze radiali totali  $< 5$  cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,28-0,45$  [128]) e prevalenza di paragneiss e anfiboliti non tettonizzati.
- 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° 11/12 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200$ kN, lunghezza 4.50m, passo  $p = 1.80$ m trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento:[45], [92]

#### 6.1.6.3 Sezione di scavo FdE-CcT T4

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,28$  [128]) e prevalenza di calcescisti
- Scavo con 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° 20 barre autoperforanti tipo R51N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630$ MPa, lunghezza 8.00m, passo  $p = 0.75$ m trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25$ MPa,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10$ MPa.
- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 41 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400$ MPa, lunghezza 15.00m, sovrapposizione 6.00m; cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25$ MPa,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10$ MPa.
- Stabilizzazione del fronte di scavo localizzata (eventuale) con ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200$ kN,



Überschneidung 2.50m.

- N° 14 (+4 eventuell) Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 413 \text{ kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{ kN}$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Oder

N° 14 (+4 eventuell) Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [47], [93], [97].

#### 6.1.6.4 Vortriebsklasse FdE-CcT-T5

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse IV ( $RMR < 41$ ), Deformationspotential stark druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 10 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,15$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer mit Phyllitanteil.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ 2IPN180 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50m.
- N° 26 Selbstbohranker Typ R51N mit Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ kN}$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 0.75 \text{ m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust mit von N° 30 bis N° 58 Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- N° 16 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

länge 5.50m, Überlappung 2.50m.

- N° 14 + 4 eventuelle Ankerungen Typ Dywidag SNØ28, in Stahl ST670/800, mit Kopf zu Expansion; Widerstand gegen Bruch  $N_y > 413 \text{ kN}$ , Widerstand gegen Kopf  $N_y > 200 \text{ kN}$ , Länge 5.50m, Schritt  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m lang. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24h  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Oder

N° 14 + 4 eventuelle Stäbe durchdringend Typ R38N, Widerstand gegen Bruch  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 6.00m, Schritt  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m lang; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24h  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Dokumente zum Verweis: [47], [93], [97].

#### 6.1.6.4 Klasse von Vortrieb FdE-CcT T5

- Anwendung in Gestein mit Klasse III/IV mit Verhalten drückend (radiale Konvergenzen insgesamt kleiner als 15 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,15$  [128]) und Prävalenz von Schiefer mit Phyllitanteil
- Vortrieb mit Sprengung und/oder mechanischen Mitteln, Vortriebsplanmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ 2IPN180 in Stahl S355JR, Abstand von 0.75 bis 1.50m.
- N° 26 Stäbe durchdringend Typ R51N mit Widerstand gegen Bruch  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 12.00m, Schritt  $p = 0.75 \text{ m}$  quer x 3.00m lang; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24h  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust mit von N° 30 bis N° 58 Stäbe durchdringend Typ R51N, Widerstand gegen Bruch  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 15.00m, Überlappung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24h  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- N° 16 Stäbe durchdringend Typ R38N, Widerstand gegen Bruch  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 8.00m, Schritt  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m lang; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24h  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [49], [93], [97].

- Documenti di riferimento: [49], [93], [97].

#### 6.1.6.5 Vortriebsklasse FdE-CcT-T6

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse IV/V (RMR<41), Deformationpotential sehr stark druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz > 15 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,15$  [128]), und mit Prävalenz von Kataklasit, Schiefer, Phyllit, Rauwacke, Kakirit, Clayouge und Fault Gouge.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb, planmäßiger Mehrausbruch 30cm, maximale Abschlagslänge 1.00m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ TH36 aus 31Mn4-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50 m
- Von N° 24 Selbstbohranker Typ R51N mit Streckgrenze  $Ny \geq 630kN$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 0.50m$  quer x 2.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $Rck > 25MPa$ ,  $Rcm$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust mit von N° 40 bis N° 66 Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $Ny \geq 630MPa$ , Länge 15.00m, Überschneidung 9.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $Rck > 25MPa$ ,  $Rcm$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .
- N° 15+14 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $Ny \geq 400MPa$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 2.00m$  quer x 1.00m längs;  
N° 15+15 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $Ny \geq 400MPa$ , Länge 10.00m, Abstand  $p = 2.00m$  quer x 1.00m längs;  
Zementierung mit Zementmörtel mit  $Rck > 25MPa$ ,  $Rcm$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .
- Bezugsdokumente: [50],[96], [98].

#### 6.1.7 Mittelstollen Trens, vergrößerter Querschnitt, konventioneller Vortrieb

##### 6.1.7.1 Vortriebsklasse FdE-CcTa-T2

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse II/III, Deformationpotential leicht/mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 10 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,28-0,45$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer.

#### 6.1.6.5 Sezione di scavo FdE-CcT T6

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe IV/V (RMR<41) con comportamento estremamente spingente (convergenze radiali totali > 15 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,15$ ), prevalenza di cataclasi, scisti, filladi, carniole, siltiti, clayouge e fault gouge.
- Scavo con mezzi meccanici e/o cariche limitate di esplosivo, extrascavo di progetto di 30cm, sfondi di profondità massima 1.00m.
- 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° 24 barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $Ny \geq 630MPa$ , lunghezza 12.00m, passo  $p = 0.50m$  trasv x 2.00m long; cementazione con malta cementizia avente  $Rck \geq 25MPa$ ,  $Rcm$  a 24h  $\geq 10MPa$ .
- Stabilizzazione del fronte di scavo con da n° 40 a n° 66 barre autoperforanti tipo R51N, resistenza allo snervamento  $Ny \geq 630MPa$ , lunghezza 15.00m, sovrapposizione 9.00m; cementazione con malta cementizia avente  $Rck \geq 25MPa$ ,  $Rcm$  a 24h  $\geq 10MPa$ .
- N° 15+14 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $Ny \geq 400MPa$ , lunghezza 8.00m, passo  $p = 2.00m$  trasv x 1.00m long; N° 15+15 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $Ny \geq 400MPa$ , lunghezza 10.00m, passo  $p = 2.00m$  trasv x 1.00m long; cementazione con malta cementizia avente  $Rck \geq 25MPa$ ,  $Rcm$  a 24h  $\geq 10MPa$ .
- Documenti di riferimento: [50],[96], [98].

#### 6.1.7 Cunicolo centrale di Trens, sezione allargata, scavo in tradizionale

##### 6.1.7.1 Sezione di scavo FdE-CcTa T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe II/III con comportamento da basso a mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,28-0,45$  [128]) in prevalenza di calcescisti

- Ausbruch im Sprengverfahren (Kalotte+Strosse), planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m (Kalotte) und 3.00 (Strosse).
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+20cm) und an die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Kalotte: N° 11/12 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760\text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200\text{kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 1.80\text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .

Strosse: N° 2/4 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760\text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200\text{kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 2.50\text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .

- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 37 Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 400\text{MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .
- Bezugsdokumente: [46], [94].

#### 6.1.7.2 Vortriebsklasse FdE-CcTa-T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 15\text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,28$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer mit Phyllitanteil.
- Ausbruch im Sprengverfahren / (Kalotte+Strosse), planmäßiger Mehrausbruch 15cm, maximale Abschlagslänge 1.50m (Kalotte) und 3.00m (Strosse).
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und an die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Kalotte: N° 14 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder;

- Scavo con esplosivo a settori (calotta + strozzo), extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.50m (calotta) e 3.00 m (strozzo).

- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+20cm) e sul fronte di scavo (5cm).

- Per la calotta: n° 11/12 ancoraggi tipo Dywidag in acciaio ST945/1057WR con testa a espansione ( $N_y > 200\text{kN}$ ), aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760\text{kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , lunghezza 6.00m (calotta), passo  $p = 1.80\text{m}$  trasv x 1.50m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10\text{MPa}$ .

Per lo strozzo: n° 2/4 ancoraggi tipo Dywidag in acciaio ST945/1057WR con testa a espansione ( $N_y > 200\text{kN}$ ), aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760\text{kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630\text{MPa}$ , lunghezza 6.00m, passo  $p = 1.80\text{m}$  trasv x 1.50m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25\text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10\text{MPa}$ .

- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 37 barre autoperforanti tipo R51N, 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  $\geq 10\text{MPa}$ .

- Documenti di riferimento: [46], [94].

#### 6.1.7.2 Sezione di scavo FdE-CcTa-T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento spingente (convergenze radiali totali minori di 15 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,28$  [128]) e prevalenza di calcescisti con filladi
- Scavo con esplosivo e/o mezzi meccanici a settori (calotta + strozzo), extrascavo di progetto di 15cm, sfondi di profondità massima 1.50m (calotta) e 3.00m (strozzo).
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+25cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- Per la calotta: n° 14 ancoraggi tipo Dywidag con testa a espansione, aventi resistenza allo

Streckgrenze  $N_y > 760 \text{ kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{ kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Strosse: N° 8 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760 \text{ kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{ kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Gitterträger 4Φ26 B450C-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50m.
- N° 26 Selbstbohranker Typ R51N mit Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ kN}$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 0.75 \text{ m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 79 Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Bezugsdokumente: [48], [95], [99].

#### 6.1.8 Querschlag Typ 5, Querkaverne Trens, konventioneller Vortrieb

##### 6.1.8.1 Vortriebsklasse CT5-T2

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse II/III, Deformationspotential leicht druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} > 0,28$  [128]).
- Ausbruch im Sprengverfahren (Kalotte+Strosse), planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m (Kalotte) und 4.00 (Strosse).
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37 (5cm) und Spritzbeton CSpC 30/37 (8+7cm), auf den Ausbruchsrand und faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37 die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Baustahlmatten 2 Lagen, Durchmesser Ø6, Maschenweite 150mm x 150mm aus B450C-Stahl
- Kalotte: N° 17/16 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, Spreizköpfe mit Feder;

snervamento  $N_y > 760 \text{ kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , lunghezza 8.00m (calotta), 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Per lo strozzo: n° 8 ancoraggi tipo Dywidag con testa a espansione, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760 \text{ kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , lunghezza 8.00m, 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Centine tipo reticolari 4Φ26 in acciaio B450C, interasse da 0.75 a 1.50m.
- N° 26 barre autoperforanti tipo R51N 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° 79 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Documenti di riferimento: [48], [95], [99].

#### 6.1.8 Cunicolo trasversale tipo 5, Camerone di Trens, scavo in tradizionale

##### 6.1.8.1 Sezione di scavo CT5 T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe II/III con comportamento spingente basso (convergenze radiali totali  $< 5 \text{ cm}$  e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} > 0.28$  [128]).
- Scavo con esplosivo a settori (calotta + strozzo), extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 3.00m (calotta) e 4.00 m (strozzo).
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5 cm) e betoncino proiettato senza fibre CSpC (8+7cm); betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37 sul fronte di scavo (5cm).
- Doppio strato rete elettrosaldada Diametro Ø6, maglia 150mm x 150mm in acciaio B450C
- Per la calotta: n° 17/16 ancoraggi tipo Dywidag con testa a espansione, aventi resistenza allo

Streckgrenze  $N_y > 760 \text{ kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{ kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 1.75 \text{ m}$  quer x 2.00m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Strosse: N° 4/2 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760 \text{ kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{ kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 4.00m, Abstand  $p = 2.50 \text{ m}$  quer x 2.00m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [51], [102], [103], [104], [105].

#### 6.1.8.2 Vortriebsklasse CT5 T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $> 5 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,28$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer und Paragneis.
- Ausbruch im Sprengverfahren / (Kalotte+Strosse), planmäßiger Mehrausbruch 20cm, maximale Abschlagslänge 1.00m (Kalotte) und 3.00 (Strosse).
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37 (5cm) und Spritzbeton CSpC 30/37 (15+15cm), auf den Ausbruchsrund und Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37 die Ortsbrust (10cm) gespritzt.
- Gitterträger 4Φ26 B450C-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50 m
- Baustahlmatten 2 Lagen, Durchmesser Ø6, Maschenweite 150mm x 150mm aus B450C-Stahl
- N° 28 Selbstbohranker Typ R51N mit Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ kN}$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 1.00 \text{ m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Kalotte: N° 17/16 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760 \text{ kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{ kN}$ , oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 2.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24

snervamento  $N_y > 760 \text{ kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , lunghezza 6.00m, passo  $p = 1.75 \text{ m}$  trasv x 2.00m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Per lo strozzo: n° 4/2 ancoraggi tipo Dywidag con testa a espansione, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760 \text{ kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , lunghezza 4.00m, passo  $p = 2.50 \text{ m}$  trasv x 2.00m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Documenti di riferimento: [51], [102], [103], [104], [105].

#### 6.1.8.2 Sezione di scavo CT5 T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento da mediamente a spingente (convergenze radiali totali maggiori a 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,28$  [128]) e prevalenza di scisti e paragneiss.
- Scavo con esplosivo con cariche limitate/scavo con mezzi meccanici, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.50m (calotta) e 3.00 (strozzo).
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5 cm) e betoncino proiettato senza fibre CSpC (13+12cm); betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37 sul fronte di scavo (10cm).
- Centine tipo reticolari 4Φ26 in acciaio B450C, interasse da 0.75 a 1.50m.
- Doppio strato rete elettrosaldada Diametro Ø6, maglia 150mm x 150mm in acciaio B450C
- N° 30 barre autoperforanti tipo R51N 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Per la calotta: n° 19/20 ancoraggi tipo Dywidag con testa a espansione, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760 \text{ kN}$  o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , lunghezza 8.00m (calotta), passo  $p = 1.50 \text{ m}$  trasv x 1.50m long, cementazione con malta cementizia avente

Stunden  $\geq 10$ MPa.

Strosse: N° 6/6 Dywidag-Anker Typ SNØ32 aus ST945/1057WR-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 760$ kN, Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200$ kN, oder Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630$ MPa, Länge 6.00m, Abstand  $p = 2.50$ m quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25$ MPa,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10$ MPa.

- Bezugsdokumente: [52], [102], [103], [104], [105]

### 6.1.9 Verbindungsstollen Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb

#### 6.1.9.1 Vortriebsklasse FdE-C(01-06) T2

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse I oder II (RMR>60), Deformationspotential nachbrüchig (Gesamt radiale Konvergenz < 5 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} > 0.45$  [128]), mit Prävalenz von Amphibolit und Paragneis.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 4.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und an die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 3/4 SuperSwellex-Anker Typ Pm16 mit Streckgrenze  $N_y > 140$ kN, Länge 3.00m, Abstand  $p = 1.80$ m quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [53], [106], [107]

#### 6.1.9.2 Vortriebsklasse FdE-C(01-06) T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse II/III, Deformationspotential leicht/mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 5 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,45$  [128]), mit Prävalenz von Schiefer.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 6/7 SuperSwellex-Anker Typ Pm16 mit Streckgrenze  $N_y > 140$ kN, Länge 3.00m, Abstand  $p = 1.80$ m quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [54], [106], [107].

$R_{ck} \geq 25$ MPa,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10$ MPa.

Per lo strozzo: n° 4/4 ancoraggi tipo Dywidag con testa a espansione, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 760$ kN o in alternativa barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630$ MPa, lunghezza 6.00m, passo  $p = 1.50$ m trasv x 1.50m long, cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25$ MPa,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10$ MPa.

- Documenti di riferimento: [52], [102], [103], [104], [105]

### 6.1.9 Cunicolo trasversale all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

#### 6.1.9.1 Sezione di scavo FdE-C(01-06) T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II (RMR>60) con comportamento spingente molto basso (convergenze radiali totali < 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} > 0.45$  [128]) e prevalenza di paragneiss e anfiboliti.
- 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° 3/4 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm16, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 140$ kN, lunghezza 3.00m, passo  $p = 1.80$ m trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: [53], [106], [107]

#### 6.1.9.2 Sezione di scavo FdE-C(01-06) T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe II/III con comportamento da basso a mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,45$  [128]) in prevalenza di calcescisti
- 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° 6/7 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm16, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 140$ kN, lunghezza 3.00m, passo  $p = 1.80$ m trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento:[54], [106], [107].

### 6.1.9.3 Vortriebsklasse FdE-C(01-06) T4

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 10 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,20$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer mit Phyllitanteil.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+20cm) und an die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ HEB 120 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50m.
- N° 12 Selbstbohranker Typ R38N (eventuell) mit Streckgrenze  $Ny \geq 400kN$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 0.75m$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $Rck > 25MPa$ ,  $Rcm$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .

Oder

N° 12 SuperSwellex-Anker Typ Pm24 (eventuell) mit Streckgrenze  $Ny > 200kN$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 0.75m$  quer x 3.00m längs.

- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 12 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $Ny \geq 400MPa$ , Länge 9.00m, Überschneidung 3.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $Rck > 25MPa$ ,  $Rcm$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .
- Lokalisierte Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit SuperSwellex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $Ny > 200kN$ , Länge 5.50m, Überschneidung 2.50m.
- N° 7 Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $Ny > 413kN$ , Spreizköpfe Festigkeit  $Ny > 200kN$ , Länge 4.00m, Abstand  $p = 1.50m$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $Rck > 25MPa$ ,  $Rcm$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .

Oder

N° 7 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $Ny \geq 400MPa$ , Länge 4.00m, Abstand  $p = 1.50m$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $Rck > 25MPa$ ,  $Rcm$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .

### 6.1.9.3 Sezione di scavo FdE-C(01-06) T4

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento spingente (convergenze radiali totali maggiori a 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,20$  [128]) e prevalenza di calcescisti con filladi
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.50m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+20cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- Centine tipo HEB 120 in acciaio S355JR, interasse da 0.75 a 1.50m.
- N° 12 barre autoperforanti tipo R38N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento  $Ny \geq 400MPa$ , lunghezza 6.00m, passo  $p = 0.75m$  trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente  $Rck \geq 25MPa$ ,  $Rcm$  a 24h  $\geq 10MPa$ .

Oppure:

N° 12 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $Ny > 200kN$ , lunghezza 5.50m, passo  $p = 0.75m$  trasv x 3.00m long

- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 12 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $Ny \geq 400MPa$ , lunghezza 9.00m, sovrapposizione 3.00m; cementazione con malta cementizia avente  $Rck \geq 25MPa$ ,  $Rcm$  a 24h  $\geq 10MPa$ .
- Stabilizzazione del fronte di scavo localizzata (eventuale) con ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $Ny > 200kN$ , lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m
- N° 7 ancoraggi tipo Dywidag SNØ28, in acciaio ST670/800, con testa a espansione; resistenza allo snervamento  $Ny > 413kN$ , resistenza testa  $Ny > 200kN$ , lunghezza 4.00m, passo  $p = 1.50m$  trasv x 1.50m long. Cementazione con malta cementizia avente  $Rck \geq 25MPa$ ,  $Rcm$  a 24h  $\geq 10MPa$ .

Oppure

N° 7 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $Ny \geq 400MPa$ , lunghezza 4.00m, passo  $p = 1.50m$  trasv x 1.50m long; cementazione con malta cementizia avente  $Rck \geq 25MPa$ ,  $Rcm$  a 24h  $\geq 10MPa$ .

- Bezugsdokumente: [55], [106], [107], [108].

- Documenti di riferimento: [55], [106], [107], [108].



## 6.1.10 Entlastungsstollen Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb

### 6.1.10.1 Vortriebsklasse FdE-CS T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse II/III, Deformationspotential leicht druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 5 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,28-0,45$  [128]).
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 11/12 SuperSwelllex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200kN$ , Länge 4.50m, Abstand  $p = 1.80m$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [59], [113].

### 6.1.10.2 Vortriebsklasse FdE-CS T4

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 10 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,28$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Stahlbögen Typ 2IPN180 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50m.
- N°20 Selbstbohranker Typ R51N (eventuell) mit Streckgrenze  $N_y \geq 630kN$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 0.75m$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25MPa$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 41 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400MPa$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25MPa$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .
- Lokalisierte Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit SuperSwelllex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200kN$ , Länge 5.50m,

## 6.1.10 Cunicolo di scarico all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

### 6.1.10.1 Sezione di scavo FdE-CS T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe II/III con comportamento poco spingente (convergenze radiali totali < 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,28-0,45$  [128]).
- 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° 11/12 ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200kN$ , lunghezza 4.50m, passo  $p = 1.80m$  trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: [59], [113].

### 6.1.10.2 Sezione di scavo FdE-CS T4

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,28$  [128]) e prevalenza di calcescisti
- Scavo con 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° 20 barre autoperforanti tipo R51N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630MPa$ , lunghezza 8.00m, passo  $p = 0.75m$  trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25MPa$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10MPa$ .
- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 41 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400MPa$ , lunghezza 15.00m, sovrapposizione 6.00m; cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25MPa$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10MPa$ .
- Stabilizzazione del fronte di scavo localizzata (eventuale) con ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200kN$ ,

Überschneidung 2.50m.

- N° 14 (+4 eventuell) Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 413 \text{ kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{ kN}$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Oder

N° 14 (+4 eventuell) Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [60], [112].

#### 6.1.10.3 Vortriebsklasse FdE-CS T5

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse IV ( $R_{MR} < 41$ ), Deformationspotential stark druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 10 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,15$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer mit Phyllitanteil
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlaglänge 1.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ 2IPN180 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50m.
- N° 26 Selbstbohranker Typ R51N mit Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ kN}$ , Länge 12.00m, Abstand  $p = 0.75 \text{ m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Stabilisierung der Ortsbrust mit von N° 30 bis N° 58 Selbstbohranker Typ R51N, Streckgrenze  $N_y \geq 630 \text{ MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- N° 16 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Bezugsdokumente: [61], [112].

lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m.

- N° 14 (+4 eventuali) 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  $p = 1.50 \text{ m}$  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 (+4 eventuali) 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Documenti di riferimento: [60], [112].

#### 6.1.10.3 Sezione di scavo FdE-CS T5

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento spingente (convergenze radiali totali minori di 15 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,15$  [128]) e prevalenza di calcescisti con filladi.
- Scavo con esplosivo e/o mezzi meccanici, extrascavo di progetto di 15cm, 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° 26 barre autoperforanti tipo R51N 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° 30 a n° 58 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° 16 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , lunghezza 8.00m, 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Documenti di riferimento: [61], [112].

## 6.1.11 Abluftquerstollen Nothaltestelle - Standardquerschnitt, konventioneller Vortrieb

### 6.1.11.1 Vortriebsklasse FdE-V T1

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse I oder II (RMR>60), Deformationspotential nachbrüchig (Gesamt radiale Konvergenz < 5 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} > 0.45$  [128]), mit Prävalenz von Amphibolit und Paragneis.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 4.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 3/4 SuperSwellex-Anker Typ Pm16 mit Streckgrenze  $N_y > 140kN$ , Länge 3.00m, Abstand  $p = 1.80m$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [63], [119].

### 6.1.11.2 Vortriebsklasse FdE-V T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse II/III, Deformationspotential leicht/mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 5 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0.45$  [128]), mit Prävalenz von Schiefer.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 6/7 SuperSwellex-Anker Typ Pm16 mit Streckgrenze  $N_y > 140kN$ , Länge 3.00m, Abstand  $p = 1.80m$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [64], [119].

### 6.1.11.3 Vortriebsklasse FdE-V T4

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz > 5 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,20$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer mit Phyllitanteil.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den

## 6.1.11 Cunicolo di ventilazione all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

### 6.1.11.1 Sezione di scavo FdE-V T1

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II (RMR>60) con comportamento spingente molto basso (convergenze radiali totali < 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} > 0.45$  [128]) e prevalenza di paragneiss e anfiboliti.
- 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° 3/4 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm16, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 140kN$ , lunghezza 3.00m, passo  $p = 1.80m$  trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: [63], [119].

### 6.1.11.2 Sezione di scavo FdE-V T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe II/III con comportamento da basso a mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,45$  [128]) in prevalenza di calcescisti
- 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° 6/7 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm16, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 140kN$ , lunghezza 3.00m, passo  $p = 1.80m$  trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: [64], [119].

### 6.1.11.3 Sezione di scavo FdE-V T4

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento spingente (convergenze radiali totali maggiori a 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,20$  [128]) e prevalenza di calcescisti con filladi
- Scavo con esplosivo e/o mezzi meccanici, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.50m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37,

Ausbruchsrand (5+20cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.

- N° 10 Selbstbohranker Typ R38N (eventuell) mit Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ kN}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 0.75 \text{ m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Oder

N° 10 SuperSwelllex-Anker Typ Pm24 (eventuell) mit Streckgrenze  $N_y > 200 \text{ kN}$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 0.75 \text{ m}$  quer x 3.00m längs.

- Stahlbögen Typ HEB120 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50 m
- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 12/20 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 9.00m, Überschneidung 3.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .
- Lokalisierte Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit SuperSwelllex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200 \text{ kN}$ , Länge 5.50m, Überschneidung 2.50m.
- N° 9 Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 413 \text{ kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{ kN}$ , Länge 4.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Oder

N° 9 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 4.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [65], [120].

#### 6.1.12 Abluftquerstollen Nothaltestelle - vergrößerter Querschnitt, konventioneller Vortrieb

##### 6.1.12.1 . Vortriebsklasse FdE-V T2a

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse I oder II ( $RMR > 60$ ), Deformationspotential nachbrüchig (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]), mit Prävalenz von Amphibolit und Paragneis.

sul contorno (5+20cm) e sul fronte di scavo (5cm).

- N° 10 barre autoperforanti tipo R38N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , lunghezza 6.00m, 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Oppure:

N° 10 ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200 \text{ kN}$ , lunghezza 5.50m, passo  $p = 0.75 \text{ m}$  trasv x 3.00m long

- centine HEB 120 disposte a passo longitudinale variabile da 0.75 a 1.5m.
- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° da 12 a 20 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , lunghezza 9.00m, sovrapposizione 3.00m; 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 SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200 \text{ kN}$ , lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m
- N° 9 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 4.00m, 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Oppure

N° 9 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , lunghezza 4.00m, 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Documenti di riferimento: [65], [120].

#### 6.1.12 Cunicolo di ventilazione sezione allargata all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

##### 6.1.12.1 Sezione di scavo FdE-V T2a

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II ( $RMR > 60$ ) con comportamento spingente molto basso (convergenze radiali totali  $< 5 \text{ cm}$  e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]) e prevalenza di paragneiss e anfiboliti.

- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 10/11 SuperSwelllex-Anker Typ Pm16 mit Streckgrenze  $N_y > 140\text{kN}$ , Länge 4.00m, Abstand  $p = 1.80\text{m}$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [63], [119].

#### 6.1.12.2 Vortriebsklasse FdE-V T3a

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse II/III, Deformationspotential leicht/mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5\text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{\text{cm,k}} / \sigma_{\text{max}} = 0,20-0,45$  [128]), mit Prävalenz von Schiefer.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 10/11 SuperSwelllex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200\text{kN}$ , Länge 4.50m, Abstand  $p = 1.80\text{m}$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [64], [119].

#### 6.1.12.3 Vortriebsklasse FdE-V T4a

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $> 5\text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{\text{cm,k}} / \sigma_{\text{max}} < 0,20$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer mit Phyllitanteil.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+25cm) und an die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N°10 Selbstbohranker Typ R51N (eventuell) mit Streckgrenze  $N_y \geq 630\text{kN}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 0.75\text{m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{\text{ck}} > 25\text{MPa}$ ,  $R_{\text{cm}}$  nach 24 Stunden  $\geq 10\text{MPa}$ .
- Bögen Typ HEA 180 aus S355JR-Stahl, Abstand

- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 1.50m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+10cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- N° 10/11 ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200\text{kN}$ , lunghezza 4.00m, passo  $p = 1.80\text{m}$  trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: [63], [119].

#### 6.1.12.2 Sezione di scavo FdE-V T3a

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe II/III con comportamento da basso a mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 5 cm e indicativamente  $\sigma_{\text{cm,k}} / \sigma_{\text{max}} = 0,20-0,45$  [128]) in prevalenza di calcescisti
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 1.50m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+10cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- N° 10/11 ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200\text{kN}$ , lunghezza 4.50m, passo  $p = 1.80\text{m}$  trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: [64], [119].

#### 6.1.12.3 Sezione di scavo FdE-V T4a

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento spingente (convergenze radiali totali maggiori a 5 cm e indicativamente  $\sigma_{\text{cm,k}} / \sigma_{\text{max}} < 0,20$  [128]) e prevalenza di calcescisti con filladi
- Scavo con esplosivo e/o 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).
- N° 10 barre autoperforanti tipo R51N aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 630\text{MPa}$  (eventuali), lunghezza 6.00m, passo  $p = 0.75\text{m}$  trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente  $R_{\text{ck}} \geq 25\text{MPa}$ ,  $R_{\text{cm}}$  a 24h  $\geq 10\text{MPa}$
- centine HEA 180 disposte a passo longitudinale

von 0.75m bis 1.50 m

- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° von 22 bis 36 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $Ny \geq 400 \text{MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .
- Lokalisierte Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit SuperSwellex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $Ny > 200 \text{kN}$ , Länge 5.50m, Überschneidung 2.50m.
- N° 15 Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $Ny > 413 \text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $Ny > 200 \text{kN}$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 1.50 \text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .

Oder

N° 15 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $Ny \geq 400 \text{MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [65], [120].

#### 6.1.13 Wendekaverne Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb

##### 6.1.13.1 Vortriebsklasse FdE-MM T4

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 10 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,28$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrand (5+25cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ 2IPN180 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50 m
- N°16 Selbstbohranker Typ R51N (eventuell) mit Streckgrenze  $Ny \geq 630 \text{kN}$ , Länge 8.00m, Abstand  $p = 0.75 \text{m}$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .

variabile da 0.75 a 1.5m.

- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° da 22 a 36 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $Ny \geq 400 \text{MPa}$ , 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  $Ny > 200 \text{kN}$ , lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m
- N° 15 ancoraggi tipo Dywidag SNØ28, in acciaio ST670/800, con testa a espansione; resistenza allo snervamento  $Ny > 413 \text{kN}$ , resistenza testa  $Ny > 200 \text{kN}$ , 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° 15 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $Ny \geq 400 \text{MPa}$ , 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  $\geq 10 \text{MPa}$ .

- Documenti di riferimento: [65], [120].

#### 6.1.13 Cunicolo di manovra all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

##### 6.1.13.1 Sezione di scavo FdE-MM T4

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,28$  [128]) e prevalenza di calcescisti.
- Scavo con esplosivo e/o 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.
- N° 16 barre autoperforanti tipo R51N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento  $Ny \geq 630 \text{MPa}$ , lunghezza 8.00m, 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  $\geq 10 \text{MPa}$ .

- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 34 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{MPa}$ , Länge 15.00m, Überschneidung 6.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .
- Lokalisierte Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit SuperSwelllex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200 \text{kN}$ , Länge 5.50m, Überschneidung 2.50m.
- N° 13 Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 413 \text{kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{kN}$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 1.50 \text{m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .

Oder

N° 13 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{MPa}$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [67], [100], [101]

#### 6.1.14 Querschlag Typ 1, konventioneller Vortrieb

##### 6.1.14.1 Vortriebsklasse CT1 T2

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse I oder II ( $RMR > 60$ ), Deformationspotential nachbrüchig (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]), mit Prävalenz von Amphibolit und Paragneis.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 4.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrand (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 3/4 SuperSwelllex-Anker Typ Pm16 mit Streckgrenze  $N_y > 140 \text{kN}$ , Länge 3.00m, Abstand  $p = 1.80 \text{m}$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [53], [106], [107].

##### 6.1.14.2 Vortriebsklasse CT1 T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse II/III, Deformationspotential leicht/mittel druckhaft

- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 34 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 SuperSwelllex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200 \text{kN}$ , lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m.

- N° 13 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  $p = 1.50 \text{m}$  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° 13 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  $\geq 10 \text{MPa}$ .

- Documenti di riferimento: [67], [100], [101].

#### 6.1.14 Cunicolo di scavo tipo 1 CT1, scavo in tradizionale

##### 6.1.14.1 Sezione di scavo CT1 T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II ( $RMR > 60$ ) con comportamento spingente molto basso (convergenze radiali totali  $< 5 \text{ cm}$  e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]) e prevalenza di paragneiss, quarziti e anfiboliti.
- 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° 3/4 ancoraggi tipo SuperSwelllex Pm16, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 140 \text{kN}$ , lunghezza 3.00m, passo  $p = 1.80 \text{m}$  trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: [68], [124].

##### 6.1.14.2 Sezione di scavo CT1 T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe II/III con comportamento da basso a mediamente spingente

(Gesamt radiale Konvergenz < 5 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,45$  [128]), mit Prävalenz von Paragneis und Paraschiefer.

- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 6/7 SuperSwellex-Anker Typ Pm16 mit Streckgrenze  $N_y > 140kN$ , Länge 3.00m, Abstand  $p = 1.80m$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [69], [124].

#### 6.1.14.3 Vortriebsklasse CT1 T4

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse III/IV Deformationspotential druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 10 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,20$  [128]), und mit Prävalenz von Schiefer mit Phyllitanteil.
- Ausbruch im maschinellen Vortrieb und/oder Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 10cm, maximale Abschlagslänge 1.50m
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrund (5+20cm) und an die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- Bögen Typ HEB 120 aus S355JR-Stahl, Abstand von 0.75m bis 1.50 m
- N° 10 Selbstbohranker Typ R38N (eventuell) mit Streckgrenze  $N_y \geq 400kN$ , Länge 6.00m, Abstand  $p = 0.75m$  quer x 3.00m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25MPa$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .

Oder

N° 10 SuperSwellex-Anker Typ Pm24 (eventuell) mit Streckgrenze  $N_y > 200kN$ , Länge 5.50m, Abstand  $p = 0.75m$  quer x 3.00m längs.

- Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit N° 10-17 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400MPa$ , Länge 9.00m, Überschneidung 3.00m; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25MPa$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10MPa$ .
- Lokalisierte Stabilisierung der Ortsbrust (eventuell) mit SuperSwellex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200kN$ , Länge 5.50m,

(convergenze radiali totali minori di 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} = 0,20-0,45$  [128]) e prevalenza di paragneiss e parascisti.

- 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° 6/7 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm16, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 140kN$ , lunghezza 3.00m, passo  $p = 1.80m$  trasv x 1.50m long.
- Documenti di riferimento: [69], [124].

#### 6.1.14.3 Sezione di scavo CT1 T4

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe III/IV con comportamento spingente (convergenze radiali totali maggiori a 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max} < 0,20$  [128]) e prevalenza di calcescisti con filladi.
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 10cm, sfondi di profondità massima 1.50m.
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+20cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- Centine tipo HEB 120 in acciaio S355JR, interasse da 0.75 a 1.50m.
- N° 10 barre autoperforanti tipo R38N (eventuali) aventi resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400MPa$ , lunghezza 6.00m, passo  $p = 0.75m$  trasv x 3.00m long; cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25MPa$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10MPa$ .

Oppure:

N° 10 ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200kN$ , lunghezza 5.50m, passo  $p = 0.75m$  trasv x 3.00m long

- Stabilizzazione del fronte di scavo (eventuale) con N° 10-17 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400MPa$ , lunghezza 9.00m, sovrapposizione 3.00m; cementazione con malta cementizia avente  $R_{ck} \geq 25MPa$ ,  $R_{cm}$  a 24h  $\geq 10MPa$ .
- Stabilizzazione del fronte di scavo localizzata (eventuale) con ancoraggi tipo SuperSwellex Pm24, aventi resistenza allo snervamento  $N_y > 200kN$ ,



Überschneidung 2.50m.

- N° 7 Dywidag-Anker Typ SNØ28 aus ST670/800-Stahl, mit Spreizköpfe mit Feder; Streckgrenze  $N_y > 413 \text{ kN}$ , Spreizköpfe Festigkeit  $N_y > 200 \text{ kN}$ , Länge 4.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs. Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Oder

N° 7 Selbstbohranker Typ R38N, Streckgrenze  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , Länge 4.00m, Abstand  $p = 1.50 \text{ m}$  quer x 1.50m längs; Zementierung mit Zementmörtel mit  $R_{ck} > 25 \text{ MPa}$ ,  $R_{cm}$  nach 24 Stunden  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Bezugsdokumente: [70], [124].

lunghezza 5.50m, sovrapposizione 2.50m.

- N° 7 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 4.00m, 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

Oppure

N° 7 barre autoperforanti tipo R38N, resistenza allo snervamento  $N_y \geq 400 \text{ MPa}$ , lunghezza 4.00m, 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  $\geq 10 \text{ MPa}$ .

- Documenti di riferimento: [70], [124].

#### 6.1.15 Querschlag Typ 3, konventioneller Vortrieb

##### 6.1.15.1 Vortriebsklasse CT3 T2

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse I oder II ( $RMR > 60$ ), Deformationspotential nachbrüchig (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]), mit Prävalenz von Amphibolit und Paragneis.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 4.50m.
- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchstrand (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 3/4 (Standardquerschnitt) und n° 4/5 (vergrößerter Querschnitt) SuperSwellex-Anker Typ Pm16 mit Streckgrenze  $N_y > 140 \text{ kN}$ , Länge 3.00m, Abstand  $p = 1.80 \text{ m}$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [53], [106], [107]

##### 6.1.15.2 Vortriebsklasse CT3 T3

- Anwendungsbereich: Gebirge der Klasse II/III, Deformationspotential leicht/mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz  $< 5 \text{ cm}$  und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,45$  [128]), mit Prävalenz von Paragneis und Paraschiefer.
- Ausbruch im Sprengverfahren, planmäßiger Mehrausbruch 5cm, maximale Abschlagslänge 3.00m.

#### 6.1.15 Cunicolo di scavo tipo 3 CT3, scavo in tradizionale

##### 6.1.15.1 Sezione di scavo CT3 T2

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe I o II ( $RMR > 60$ ) con comportamento spingente molto basso (convergenze radiali totali  $< 5 \text{ cm}$  e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} > 0.45$  [128]) e prevalenza di paragneiss e anfiboliti.
- 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° 3/4 (sezione normale) e n° 4/5 (sezione allargata) 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.
- Documenti di riferimento: [72], [126].

##### 6.1.15.2 Sezione di scavo CT3 T3

- Applicazione in ammassi rocciosi di classe II/III con comportamento da basso a mediamente spingente (convergenze radiali totali minori di 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,45$  [128]) e prevalenza di paragneiss e parascisti.
- Scavo con esplosivo, extrascavo di progetto di 5cm, sfondi di profondità massima 3.00m.

- Faserverstärkter Spritzbeton CFSpC 30/37, auf den Ausbruchsrand (5+10cm) und die Ortsbrust (5cm) gespritzt.
- N° 5/6 (Standardquerschnitt) SuperSwellex-Anker Typ Pm16 mit Streckgrenze  $N_y > 140 \text{ kN}$ , Länge 3.00m, Abstand  $p = 1.80 \text{ m}$  quer x 1.50m längs und n°7/8 (vergrößerter Querschnitt) SuperSwellex-Anker Typ Pm24 mit Streckgrenze  $N_y > 200 \text{ kN}$ , Länge 4.50m, Abstand  $p = 1.80 \text{ m}$  quer x 1.50m längs.
- Bezugsdokumente: [73], [126].
- Betoncino proiettato fibrorinforzato CFSpC 30/37, sul contorno (5+10cm) e sul fronte di scavo (5cm).
- N° 5/6 (sezione normale) 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.e n° 7/8 (sezione allargata) 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
- Documenti di riferimento: [73], [126].

## 6.2 BEZUGSDATEN

Die jeweils anzuwenden Vortriebsquerschnitte werden anhand der Aufnahmen an der Ortsbrust und der daraus ermittelten Gebirgsqualität, den Ergebnissen des Überwachungssystems und des gemessenen Konvergenzwertes und der eventuell festgestellten plötzlichen Ablösungen festgelegt.

In der nachfolgenden Tabelle 18 sind die Schwellenwerte des RMR und die durch das Überwachungssystem gemessenen Größen (Verformung an der Ortsbrust, Konvergenz und Konvergenzgeschwindigkeit, Spannungen in der Innenschale, Lärmentwicklung) aufgeführt.

Betreffend der Schwellenwerte wird präzisiert:

- Für die Ausbruchsquerschnitte des Typs 2, 3 und Rb (Ausbruchsdurchmesser < 12m) und des Typs 1 (Ausbruchsdurchmesser > 12m) sind keine Schwellenwerte für die Verformung an der Ortsbrust angegeben, weil eine systematische Überwachung dieser Größe in den Gebirgen der Klasse I und II vorgesehen ist.
- Für die Typen der Ausbruchsquerschnitte im Teil II im Bereich der Störzonen mit mittel bis stark druckhaftem Gebirgsverhalten, wurde ein Grenzwert für die Konvergenzgeschwindigkeit (Maßgebende Größe für die Ausbruchsquerschnitte mit verformbaren Stahlbögen).
- Für die Ausbruchsquerschnitte des Typs 4, 5 und 6 (Ausbruchsdurchmesser < 12m) und Typ 3 (Ausbruchsdurchmesser > 12m) ist keine Überwachung der Lärmentwicklung erforderlich, da dies nur für steife Gebirge mit großer Überlagerung ein Problem darstellt (Gefahr des plötzlichen Ablösens – rock burst).

## 6.2 DATI DI RIFERIMENTO

La qualità dell'ammasso derivante dai rilievi del fronte costituisce la base per l'applicazione delle sezioni tipo in avanzamento, assieme alle evidenze del sistema di monitoraggio e alla registrazione degli eventuali fenomeni di rigetto violento.

Nella seguente Tabella 18 sono riassunti i valori di soglia di RMR e delle grandezze misurate con il sistema di monitoraggio (estrusione, convergenza e velocità di convergenza, sforzi nel rivestimento, emissioni acustiche).

Riguardo ai valori di soglia, si specifica quanto segue:

- Per le sezioni di scavo tipo 2, 3 e Rb (diametro dello scavo < 12m) e tipo 1 (diametro dello scavo > 12m) non sono indicati i valori di riferimento dell'estrusione in quanto non si prevede un monitoraggio sistematico di questa grandezza in materiali di classe I e II.
- Dal momento che le tipologie di sezioni di scavo adottate nella Parte II in corrispondenza delle zone di faglia e zone disturbate sono caratterizzate da comportamenti da mediamente a fortemente spingenti, si è previsto anche un valore di soglia della velocità di convergenza (grandezza significativa per le sezioni di scavo con elementi deformabili).
- Per le sezioni di scavo tipo 4, 5 e 6 (diametro dello scavo < 12m) e tipo 3 (diametro dello scavo > 12m) non è indicato un monitoraggio delle emissioni acustiche in quanto questa grandezza risulta significativa solamente per ammassi rigidi e resistenti sotto alte coperture (rischio di rottura fragile - rock burst).

		Schwellenwerte / valori di soglia									
		Extrusion/ Estrusione		Konvergenz Geschwind./ velocità di convergenza		Konvergenz / convergenza		Spannung in Innenschale / tensioni nel rivestimento		Akustischen Emissionen / emissioni acustiche	
		Achtung/ attenzione	Alarm/ allarme	Achtung/ attenzione	Alarm/ allarme	Achtung/ attenzione	Alarm/ allarme	Achtung/ attenzione	Alarm/ allarme	Achtung/ attenzione	Alarm/ allarme
Vortiebkategorie / Sezione di scavo	Bezugs-RMR di riferimento	[%R <sub>scavo</sub> ]	[%R <sub>scavo</sub> ]	[cm/m] media nei primi 1.5Φ	[cm/m] media nei primi 1.5Φ	[%R <sub>scavo</sub> ]	[%R <sub>scavo</sub> ]	[MPa]	[MPa]	[n°/min]	[n°/min]
2 (1)	RMR > 60 (2)	-	-	-	-	1	2	-	-	-	(11)
Rb (1)	RMR > 60 (2)	-	-	-	-	1	2	-	-	-	(11)
3 (1)	41 < RMR < 60 (4)	-	-	-	-	1	2	-	-	-	(11)
4 (1)	RMR < 41 (5) 41 < RMR < 60 (5)	1	2	-	-	1	2	0.77 f <sub>cd</sub> 0.77 f <sub>yd</sub>	1.00 f <sub>cd</sub> 1.00 f <sub>yd</sub>	-	-
5 (1)	RMR < 41 (6) 41 < RMR < 60 (6)	1	2	-	-	1	2	0.77 f <sub>cd</sub> 0.77 f <sub>yd</sub>	1.00 f <sub>cd</sub> 1.00 f <sub>yd</sub>	-	-
6 (1)	RMR < 41 (7)	1	2	1.5	2.0	2	4	0.77 f <sub>cd</sub> 0.77 f <sub>yd</sub>	1.00 f <sub>cd</sub> 1.00 f <sub>yd</sub>	-	-
CM-T1;	RMR > 60 (8)	-	-	-	-	1	2	-	-	-	(11)
CM-T2; FdE-CcTa T2; NL-C T2 CT5 T2	41 < RMR < 60 (9)	1	2	-	-	1	2	0.77 f <sub>cd</sub> 0.77 f <sub>yd</sub>	1.00 f <sub>cd</sub> 1.00 f <sub>yd</sub>	-	-
CM-T3; FdE-CcTa T3; CT5 T3	RMR < 41 (10) 41 < RMR < 60 (10)	1	2	-	-	1	2	0.77 f <sub>cd</sub> 0.77 f <sub>yd</sub>	1.00 f <sub>cd</sub> 1.00 f <sub>yd</sub>	-	-

(1) Liste der Vortriebsklassen / sezione di scavo:

T2: GL T2, FdE-GL T2, FdE-CcT T2, GA T2, FdE-C(01-06) T2, FdE-V T1/T2a, CT3 T2

TRb: GL-Rb, GA-Rb

T3: GL T3, FdE-GL T3, FdE-CcT T3, NL-MM T3, NL-BYP T3, NL-P T3, GA T3, FdE-C(01-06) T3, FdE-CS T3, FdE-V T3/T3a, CT3 T3

T4: GL T4, FdE-GL T4, FdE-CcT T4, NL-BYP T4, GA T4, FdE-C(01-06) T4, FdE-V T4/T4a, FdE-MM T4

T5: GL T5, FdE-GL T5, FdE-CcT T5, GA T5, FdE-CS T5

T6: GL T6, FdE-GL T6, FdE-CcT T6

(2) Gebirge der Klasse I/II und ungefährr Tunnelüberlagerung < 1000m /  
Ammassi rocciosi in classe I/II e indicativamente coperture < 1000m;

(3) Gebirge der Klasse I/II und ungefähr Tunnelüberlagerung > 1000m mit Risiko für Bergschlagpotential /  
Ammassi rocciosi in classe I/II e indicativamente coperture > 1000m con rischio di fenomeni di rigetto violento (rock burst);

(4) Gebirge der Klasse III mit Deformationspotential leicht druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 5 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} \geq 0,28$  [128]) /  
Ammassi rocciosi in classe III con comportamento poco spingente (convergenze radiali totali < 5 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} \geq 0,28$  [128]);

(5) Gebirge der Klasse III/IV mit Deformationspotential mittel druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 10 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,28$  [128]) /  
Ammassi rocciosi in classe III/IV con comportamento mediamente spingente (convergenze radiali totali < 10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20 - 0,28$  [128]);

(6) Gebirge der Klasse III/IV mit Deformationspotential druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 10/15 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20-0,15$  [128]) /  
Ammassi rocciosi in classe III/IV con comportamento spingente (convergenze radiali totali < 10/15cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} = 0,20 - 0,15$  [128]);

(7) Gebirge der Klasse III/IV mit Deformationspotential sehr druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz > 15 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,15$  [128]) /  
Ammassi rocciosi in classe IV/IV con comportamento estremamente spingente (convergenze radiali totali > 15cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,15$  [128]);

(8) Gebirge der Klasse I/II  
Ammassi rocciosi in classe I/II

(9) Gebirge der Klasse III mit Deformationspotential leicht druckhaft (Gesamt radiale Konvergenz < 5/10 cm und ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} \geq 0,28$  [128]) /  
Ammassi rocciosi in classe classe III con comportamento dell'ammasso poco spingente (convergenze radiali totali < 5/10 cm e indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} \geq 0,28$  [128]);

(10) Gebirge der Klasse III/IV mit Deformationspotential druckhaft (ungefähr  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,28$  [128]) /  
Ammassi rocciosi in classe III/IV con comportamento dell'ammasso spingente (indicativamente  $\sigma_{cm,k} / \sigma_{max} < 0,28$  [2]);

(11) Schwellenwerten sollten auf der Grundlage der Überwachung und dem Gebirgsverhalten festgelegt werden  
Valori di soglia da definire in base alle misure e al comportamento registrato in sito.

Tabelle 18: Bezugswerte für die Vortriebsklasse.

Tabella 18: Valori di riferimento per le Sezioni di Scavo.

### 6.3 BESONDERE HINWEISE

Falls während des Vortriebs plötzliche Ablösungen oder Spaltungen der Tunnelwand bei niedrigeren Überlagerungen auftreten sollten als denen, die für die Anwendung der Querschnitte mit dem „Rb“- Kürzel in Frage kommen, müssen die im betreffenden Abschnitt angewandten Querschnitte durch die für plötzliche Ablösungen vorgesehenen Maßnahmen ergänzt werden, oder müssen direkt die Rb-Querschnitte angewandt werden [12].

Ob aufgeführte Bestimmung gilt unabhängig vom Wassereinfluss. Bei Wasseranwesenheit sieht die Durchführung von vorauseilenden Drainagemaßnahmen zum Abbau des Wasserdrucks an der Ortsbrust vor. Im Extremfall – der aber zur Zeit nicht miteingeplant ist, da er angesichts der vorkommenden Gebirgsart als wenig wahrscheinlich erachtet wird -, d.h. wenn gleichzeitig mit den Wassereinbrüchen Lockermaterial in großen Mengen aufgespült wird und die Drainagemaßnahmen nicht in der Lage sind, den Druck an der Ortsbrust abzubauen, müssen andere als die bisher geplanten Querschnitte in Erwägung gezogen werden.

Beim Vortrieb im Gestein GA-T-R-8f bestehend aus stark brüchigem Material wie Rauwacken, Clayouge, Phyllit sind starke Auflockerungen und ausgedehnte Praktifizierungen mit großen Verformungen zu erwarten. Gemäß den Dokumenten [13]-[16], kommen diese Gebirgsabschnitte begrenzt vor und weisen eine variable Länge von 0 bis ca. 10m auf. Aus diesem Grund wird keine spezifischer Ausbruchssicherungstyp für diese Abschnitte entworfen und es wird auf das *Risikomanagement* verwiesen [12].

Bei eventueller Präsenz von Anhydrit im Gebirge gemäß der Dokumente [13]-[16], ist langfristig mit quellendem Gebirge zu rechnen. Im Zuge der Vortriebsarbeiten ist dieses Phänomen zu beurteilen und die eventuellen Auswirkungen auf die Innenschale sind zu berücksichtigen [12].

Bei km 45.1+55.363 (Weströhre) kreuzt der Mittelstollen Trens bzw. der Beginn der Zugangstunnels Trens (H755.874m) die Weströhre (H=742.817m). Unabhängig von den dort angetroffenen geologischen Bedingungen wird die Vortriebsklasse T4 oder höher über eine Länge von 3 Betonieretappen der Innenschale (36m), sowohl für die Weströhre als auch für CcT/GA mit bewehrter Innenschale, angewandt. Für eine detaillierte Beschreibung wird auf die statische Berechnung [17] verwiesen.

### 6.3 NOTE PARTICOLARI

Se nel corso dello scavo dovessero manifestarsi fenomeni di rigetto violento o di sfaldatura delle pareti della cavità a coperture inferiori rispetto a quelle previste per l'applicazione delle Sezioni di Scavo Rb, si dovrà procedere all'integrazione delle Sezioni di Scavo applicate nella tratta in questione con gli interventi previsti per il controllo dei fenomeni di rigetto violento, oppure dovranno essere applicate direttamente le sezioni tipo di scavo Rb [12].

Quanto sopra prescinde da considerazioni legate all'effetto della presenza d'acqua. In quest'ultimo caso si prevede la realizzazione di drenaggi in avanzamento per l'abbattimento delle pressioni idrauliche nella zona del fronte. In caso estremo, attualmente non previsto in quanto ritenuto poco probabile in questo tipo di materiale, se alle venute d'acqua fossero associate importati refluenti di materiale sciolto e l'esecuzione del drenaggio non riuscisse a deprimere sufficientemente le pressioni in corrispondenza del fronte, sarà necessario studiare sezioni tipo di scavo diverse da quelle oggi preventivate.

Per quanto riguarda lo scavo all'interno dell'ammasso GA-T-R-8f composto da formazioni incoerenti come carniole, siltite, clayouge, sabbia di dolomia e filladi, sono attesi allentamenti e plasticizzazioni profonde connessa a deformazioni elevate. Secondo i documenti [13]-[16], questa formazione ha una lunghezza limitata variabile da 0 a circa 10 m. Per questo motivo non viene predisposto una sezione di scavo specifica per questa formazione ma valgono le prescrizioni contenute nel Rapporto *Procedura di gestione del rischio* [12].

Per la possibile presenza di anidrite all'interno degli ammassi all'interno del complesso dei calcescisti secondo le indicazioni dei documenti [13]-[16], è possibile che ci siano problemi di rigonfiamento a lungo termine. Sulla base del riscontro dello scavo dovrà essere valutato il fenomeno e dovranno essere considerati eventuali influssi sul rivestimento definitivo [12].

In corrispondenza della progressiva 45.1+55.363 (canna ovest) è presente la zona di interferenza tra il termine del cunicolo centrale di Trens/inizio galleria di accesso (H=755.874m) e la galleria di linea ovest (H=742.817m). Indipendentemente dalle condizioni geologiche riscontrate dovranno essere impiegate sezioni di scavo con provvedimenti T4 o superiori per almeno 3 blocchi di anello definitivo (36 m) sia per la GL Ovest che per il CcT/GA e con rivestimento definitivo armato. Per maggiori dettagli si rimanda alla specifica relazione di calcolo [17].

## 7 RICHTLINIEN ZUR ANWENDUNG DER DRENAGESYSTEME

Im Laufe des konventionellen Vortriebs, sind Radial- und Vortriebsdrainagen vorgesehen [18]; die Eigenschaften dieser Maßnahmen sind jeweils:

- Radiale Drainagebohrungen: Nr. 5 Bohrungen für jeden Querschnitt, zu positionieren im Bereich der Wasserzutritte, L=4m,  $\varnothing=76\text{mm}$ , eventuell ausgestattet mit geschlitztem Rohr, mit einem Durchmesser von  $\varnothing=62\text{mm}$ , s=5mm (Schlitzbreite 0.5mm und einer Gesamtlänge von 108mm in Bezug auf den Rohrquerschnitt) und ummantelt mit einem Geotextil mit einer Dicke von 2mm und einem Gewicht von  $300\text{g/m}^2$ .
- Drainagebohrungen im Vortrieb: Nr. 2 Bohrungen alle 20m, 5° Neigung horizontal und 5° Neigung vertikal zur Tunnelachse, L=30m,  $\varnothing=76\text{mm}$ , eventuell ausgestattet mit geschlitztem Rohr mit einem Durchmesser von  $\varnothing=62\text{mm}$ , s=5mm (Schlitzbreite 0.5mm und einer Gesamtlänge von 108mm in Bezug auf den Rohrquerschnitt) und ummantelt mit einem Geotextil mit einer Dicke von 2mm und einem Gewicht von  $300\text{g/m}^2$ .

Zu deren Anwendung entlang der Strecken, Gegenstand dieses Berichts, ist man der in Folge beschriebenen Annäherungsweise gefolgt:

- Radiale Drainagebohrungen: bei begrenzten Wasserzutritten (<5 l/s) von kurzer Dauer.
- Drainagebohrungen im Vortrieb: Bei anhaltenden Wasserzutritten grösser als <5 l/s.

Die Maßnahmen der Drenagesysteme, die in [18] Vorgesehen sind, sollten für jeden Vorgesehenen Eingriff vorher mit dem Hydrogeologen Koordiniert bzw. vereinbart werden; außerdem ist die Darstellung indikativ und bezieht sich auf die maximal einzubauende Anzahl. Die wirkliche Anzahl der Drainagen ist in Abhängigkeit des tatsächlichen Wasserzutrittes und der angetroffenen Gebirgsverhältnisse festzulegen.

## 7 LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO

Nel corso degli scavi in tradizionale sono previsti drenaggi radiali e in avanzamento [18]; le caratteristiche di questi interventi sono rispettivamente:

- Drenaggi radiali: n. 5 perforazioni per ogni sezione, da posizionare in corrispondenza alle venute d'acqua, L=4m,  $\varnothing=76\text{mm}$ , eventualmente attrezzate con tubo microfessurato  $\varnothing=62\text{mm}$ , s=5mm (microfessure di larghezza 0.5mm e di lunghezza complessiva rispetto alla sezione trasversale del tubo pari a 108mm) rivestito con telo di geotessile di spessore 2mm e peso  $300\text{g/m}^2$ .
- Drenaggi in avanzamento: ogni 20m n. 2 perforazioni inclinate di 5° in orizzontale e in verticale rispetto all'asse della galleria, L=30m,  $\varnothing=76\text{mm}$ , eventualmente attrezzate con tubo microfessurato  $\varnothing=62\text{mm}$ , s=5mm (microfessure di larghezza 0.5mm e di lunghezza complessiva rispetto alla sezione trasversale del tubo pari a 108mm) rivestito con telo di geotessile di spessore 2mm e peso  $300\text{g/m}^2$ .

Per la loro applicazione lungo le tratte oggetto della presente si è seguito l'approccio descritto nel seguito:

- Drenaggi radiali: in presenza di venute d'acqua limitate (<5 l/s) e di breve durata.
- Drenaggi in avanzamento: in presenza di venute d'acqua continue superiori a 5 l/s.

L'applicazione dei sistemi di drenaggio indicata in [18] è da ritenersi eventuale. Ogni decisione riguardo gli interventi da porre in essere dovrà essere concordata con l'idrogeologo in campo; inoltre, la rappresentazione riportata è indicativa e riferita al numero massimo da applicare. Il numero effettivo di dreni da realizzare andrà valutato in funzione delle reali venute e delle condizioni dell'ammasso riscontrate.

## 8 VERZEICHNISSE

### 8.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Abkürzungen für Querschnittsbezeichnungen...	27
Tabelle 2: Anwendungsbereiche der Querschnitte CM.....	28
Tabelle 3: Anwendungsbereiche der Querschnitte CT1.....	28
Tabelle 4: Anwendungsbereiche der Querschnitte CT3.....	28
Tabelle 5: Anwendungsbereiche der Querschnitte CT5.....	28
Tabelle 6: Anwendungsbereiche der Querschnitte FdE-C	29
Tabelle 7: Anwendungsbereiche der Querschnitte FdE-CcT	29
Tabelle 8: Anwendungsbereiche der Querschnitte FdE-CS	29
Tabelle 9: Anwendungsbereiche der Querschnitte FdE-GL	30
Tabelle 10: Anwendungsbereiche der Querschnitte FdE-MM	30
Tabelle 11: Anwendungsbereiche der Querschnitte FdE-V	30
Tabelle 12: Anwendungsbereiche der Querschnitte GA.....	30
Tabelle 13: Anwendungsbereiche der Querschnitte CB-GA	31
Tabelle 14: Anwendungsbereiche der Querschnitte GL.....	31
Tabelle 15: Anwendungsbereiche der Querschnitte NL-BYP	31
Tabelle 16: Anwendungsbereiche der Querschnitte NL-C	31
Tabelle 17: Anwendungsbereiche der Querschnitte NL-MM	31
Tabelle 18: Bezugswerte für die Vortriebsklasse. ....	67

## 8 ELENCHI

### 8.1 ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Abbreviazioni per i nomi delle parti d'opera. ....	27
Tabella 2: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il CM	28
Tabella 3: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il CT1	28
Tabella 4: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il CT3	28
Tabella 5: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il CT5	28
Tabella 6: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il FdE-C	29
Tabella 7: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il FdE-CcT	29
Tabella 8: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il FdE-CS	29
Tabella 9: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per la FdE-GL	30
Tabella 10: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il FdE-MM	30
Tabella 11: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il FdE-V	30
Tabella 12: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per la GA	30
Tabella 13: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per la CB-GA	31
Tabella 14: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per la GL	31
Tabella 15: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il NL-BYP	31
Tabella 16: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il NL-C	31
Tabella 17: Tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo per il NL-MM	31
Tabella 18: Valori di riferimento per le Sezioni di Scavo....	67

## 8.2 REFERENZDOKUMENTE

### 8.2.1 Eingangsdokumente

#### 8.2.1.1 Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3

- [1] 02\_H61\_EG\_991\_KAP\_D0700\_12004 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Absteckplan– Grundriss Trassierung Oströhre
- [2] 02\_H61\_EG\_991\_KAP\_D0700\_12005 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Absteckplan – Grundriss Trassierung Weströhre
- [3] 02\_H61\_EG\_991\_KLP\_D0700\_12050-12061 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Lageplan –Lageplan der Bauwerke (Blätter 12/25 - 25/25)
- [4] 02\_H61\_EG\_991\_KLS\_D0700\_12100–12110 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Längenschnitt – Bautechnisches Längenprofil und Trassierung – Oströhre (Blätter 15/25 - 25/25)
- [5] 02\_H61\_EG\_991\_KLS\_D0700\_12200 - 12210 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Längenschnitt–Bautechnisches Längenprofil und Trassierung - Weströhre (Blätter 15/25 - 25/25)
- [6] 02\_H61\_OP\_085\_KLP\_D0700\_22127 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Logistikknoten – Lageplan – NL-Übersichtsplan
- [7] 02\_H61\_GD\_992\_GTB\_D0700\_13018 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Allgemeiner geomechanischer Bericht
- [8] 02\_H61\_GD\_992\_GTB\_D0700\_13016 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Zusammenfassung der geologischen und hydrogeologischen Informationen
- [9] 02\_H61\_GD\_992\_GTB\_D0700\_13046 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht

## 8.2 DOCUMENTO DI RIFERIMENTO

### 8.2.1 Documenti in ingresso

#### 8.2.1.1 Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3

- [1] 02\_H61\_EG\_991\_KAP\_D0700\_12004 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Planimetria di tracciamento– Planimetria di tracciamento Galleria principale Est
- [2] 02\_H61\_EG\_991\_KAP\_D0700\_12005 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Planimetria di tracciamento– Planimetria di tracciamento Galleria principale Ovest
- [3] 02\_H61\_EG\_991\_KLP\_D0700\_12050-12061 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Planimetria – Planimetria delle opere (Tavv. 12/25 - 25/25)
- [4] 02\_H61\_EG\_991\_KLS\_D0700\_12100-12110 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Profilo longitudinale - Profilo longitudinale delle opere e di tracciamento - Galleria principale Est (Tavv. 15/25 - 25/25)
- [5] 02\_H61\_EG\_991\_KLS\_D0700\_12200 - 12210 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Profilo longitudinale - Profilo longitudinale delle opere e di tracciamento - Galleria principale Ovest (Tavv. 15/25 - 25/25)
- [6] 02\_H61\_OP\_060\_KHS\_D0700\_22127 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 – Nodo logistico – Planimetria – NL-Planimetria generale
- [7] 02\_H61\_GD\_992\_GTB\_D0700\_13018 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica – Relazione geomeccanica generale
- [8] 02\_H61\_GD\_992\_GTB\_D0700\_13016 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica – Sintesi delle informazioni geologiche e idrogeologiche
- [9] 02\_H61\_GD\_992\_GTB\_D0700\_13046 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali -

- Geologische, hydrogeologische und geomechanische Grundlagen-Dokumentation
- Relazione tecnica - Dati di base geologici, idrogeologici e geomeccanici
- [10] 02\_H61\_MO\_994\_BTBD0700\_17001 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Bericht zu Überwachungen und Erkundung im Tunnel
- [10] 02\_H61\_MO\_994\_BTBD0700\_17001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica – Relazione sui monitoraggi e prospezioni in galleria
- [11] 02\_H61\_EG\_991\_KTB\_D0700\_15002 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Liste der verwendeten Baumaterialien
- [11] 02\_H61\_EG\_991\_KTB\_D0700\_15002 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica – Abaco riassuntivo dei materiali da costruzione impiegati
- [12] 02\_H61\_EG\_991\_KTB\_D0700\_15005 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Risikomanagement
- [12] 02\_H61\_GD\_090\_KTB\_D0700\_15005 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica – Procedura di gestione del rischio
- [13] 02\_H61\_GD\_040\_GTB\_D0700\_22001 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 2 – Technischer Bericht – Geomechanischer Detailbericht
- [13] 02\_H61\_GD\_040\_GTB\_D0700\_22001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali Parte 2 – Relazione tecnica – Relazione geomeccanica di dettaglio
- [14] 02\_H61\_GD\_040\_GLS\_D0700\_22002 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 2 – Längenschnitt – Geomechanisches Prognoseprofil Oströhre (Blatt5/7)
- [14] 02\_H61\_GD\_040\_GLS\_D0700\_22002 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Opere generali Parte 2 – Profilo Longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Galleria principale Est (Tav.5/7)
- [15] 02\_H61\_GD\_040\_GLS\_D0700\_22003 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 2 – Längenschnitt – Geomechanisches Prognoseprofil Weströhre (Blatt5/7)
- [15] 02\_H61\_GD\_040\_GLS\_D0700\_22003 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Opere generali Parte 2 – Profilo Longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Galleria principale Ovest (Tav.5/7)
- [16] 02\_H61\_GD\_040\_GLS\_D0700\_22004 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 2 – Längenschnitt – Geomechanisches Prognoseprofil GA-T, FdE-CcT-T
- [16] 02\_H61\_GD\_040\_GLS\_D0700\_22004 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Opere generali Parte 2 – Profilo Longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione GA-T, FdE-CcT-T
- [17] 02\_H61\_OP\_060\_KST\_D0700\_22906 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Statische Berechnung – Statische Berechnung Interferenz GL-West – FdE-CcT (km 45.1+55.363)
- [17] 02\_H61\_OP\_060\_KST\_D0700\_22906 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Calcolo statico – Relazione di calcolo interferenza GL-Ovest - FdE-CcT (km 45.1+55.363)
- [18] 02\_H61\_OP\_040\_KDP\_D0700\_22140 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Gesamtbauwerke Teil 2 –
- [18] 02\_H61\_OP\_040\_KDP\_D0700\_22140 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Opere generali Parte 2 –



## Drainagemaßnahmen in der Vortriebsphase

## Interventi di drenaggio in avanzamento

### 8.2.2 Ausbruchsquerschnitt

### 8.2.2 Sezioni di scavo

#### 8.2.2.1 Eingleisiger Haupttunnel - konventioneller Vortrieb

#### 8.2.2.1 Gallerie di Linea, scavo in tradizionale, binario singolo

- [19] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22211 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt GL-T2
- [20] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22212 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt GL-T3
- [21] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22213 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt GL-T4
- [22] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22214 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt GL-T5
- [23] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22215 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt GL-T6
- [24] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22216 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt GL-TRb

- [19] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22211 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo GL T2
- [20] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22212 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo GL T3
- [21] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22213 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo GL T4
- [22] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22214 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo GL T5
- [23] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22215 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo GL T6
- [24] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22216 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo GL TRb

#### 8.2.2.2 Haupttunnel Nothaltestelle - konventioneller Vortrieb

#### 8.2.2.2 Gallerie di Linea nella Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

- [25] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22311 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-GL T2
- [26] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22312 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-GL T3
- [27] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22314 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-GL T4
- [28] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22315 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt –

- [25] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22311 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-GL T2
- [26] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22312 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-GL T3
- [27] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22314 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-GL T4
- [28] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22315 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali -

Ausbruchsquerschnitt FdE-GL T5

- [29] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22317 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-GL T6

Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-GL T5

- [29] 02\_H61\_TU\_070\_KRQ\_D0700\_22317 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-GL T6

8.2.2.3 Montagekaverne - konventioneller Vortrieb

- [30] 02\_H61\_CA\_050\_KRQ\_D0700\_22410 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt CM-T1
- [31] 02\_H61\_CA\_050\_KRQ\_D0700\_22411 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt CM-T2
- [32] 02\_H61\_CA\_050\_KRQ\_D0700\_22412 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt CM-T3

8.2.2.3 Camerone di montaggio, scavo in tradizionale

- [30] 02\_H61\_CA\_050\_KRQ\_D0700\_22410 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo CM T1
- [31] 02\_H61\_CA\_050\_KRQ\_D0700\_22411 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo CM T2
- [32] 02\_H61\_CA\_050\_KRQ\_D0700\_22412 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo CM T3

8.2.2.4 Logistikkaverne (Zweiter Logistikknoten)

- [33] 02\_H61\_CA\_085\_KRQ\_D0700\_22450 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Logistikknoten – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt NL-C-T2
- [34] 02\_H61\_CA\_085\_KRQ\_D0700\_22451 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Logistikknoten – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt NL-MM-T3
- [35] 02\_H61\_CA\_085\_KRQ\_D0700\_22452 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Logistikknoten – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt NL-BYB-T3
- [36] 02\_H61\_CA\_085\_KRQ\_D0700\_22453 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Logistikknoten – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt NL-BYB-T4
- [37] 02\_H61\_CA\_085\_KRQ\_D0700\_22454 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Logistikknoten – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt NL-P-T3

8.2.2.4 Nodo logistico, scavo in tradizionale

- [33] 02\_H61\_CA\_085\_KRQ\_D0700\_22450 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Nodo logistico - Sezione tipo – Sezione di scavo NL-C T2
- [34] 02\_H61\_CA\_085\_KRQ\_D0700\_22451 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Nodo logistico - Sezione tipo – Sezione di scavo NL-MM T3
- [35] 02\_H61\_CA\_085\_KRQ\_D0700\_22452 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Nodo logistico - Sezione tipo – Sezione di scavo NL-BYP T3
- [36] 02\_H61\_CA\_085\_KRQ\_D0700\_22453 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Nodo logistico - Sezione tipo – Sezione di scavo NL-BYP T4
- [37] 02\_H61\_CA\_085\_KRQ\_D0700\_22454 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Nodo logistico - Sezione tipo – Sezione di scavo NL-P T3

8.2.2.5 Zugangstunnel Trens - konventioneller Vortrieb

- [38] 02\_H61\_TU\_080\_KRQ\_D0700\_22611 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Zugangstunnel Trens – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt GA - T2
- [39] 02\_H61\_TU\_080\_KRQ\_D0700\_22612 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Zugangstunnel Trens – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt GA - T3
- [40] 02\_H61\_TU\_080\_KRQ\_D0700\_22613 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Zugangstunnel Trens – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt GA - T4
- [41] 02\_H61\_TU\_080\_KRQ\_D0700\_22614 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Zugangstunnel Trens – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt GA - T5
- [42] 02\_H61\_TU\_080\_KRQ\_D0700\_22601 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Zugangstunnel Trens – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt GA - TRb
- [43] 02\_H61\_CA\_080\_KRQ\_D0700\_22616 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Zugangstunnel Trens – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CB-GA/M-E TRb

8.2.2.6 Mittelstollen Trens - konventioneller Vortrieb

- [44] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22510 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt FdE-CcT-T2
- [45] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22512 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt FdE-CcT-T3
- [46] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22513 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt FdE-CcTa-T2
- [47] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22514 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt –

8.2.2.5 Galleria di accesso, scavo in tradizionale

- [38] 02\_H61\_TU\_080\_KRQ\_D0700\_22611 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Galleria di accesso Trens - Sezione tipo – Sezione di scavo GA - T2
- [39] 02\_H61\_TU\_080\_KRQ\_D0700\_22612 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Galleria di accesso Trens - Sezione tipo – Sezione di scavo GA - T3
- [40] 02\_H61\_TU\_080\_KRQ\_D0700\_22613 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Galleria di accesso Trens - Sezione tipo – Sezione di scavo GA - T4
- [41] 02\_H61\_TU\_080\_KRQ\_D0700\_22614 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Galleria di accesso Trens - Sezione tipo – Sezione di scavo GA - T5
- [42] 02\_H61\_TU\_080\_KRQ\_D0700\_22601 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Galleria di accesso Trens - Sezione tipo – Sezione di scavo GA -TRb
- [43] 02\_H61\_CA\_080\_KRQ\_D0700\_22616 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Galleria di accesso Trens - Sezione tipo – Sezione di scavo CB-GA/M-E TRb

8.2.2.6 Cunicolo centrale di Trens, scavo in tradizionale

- [44] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22510 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-CcT-T2
- [45] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22512 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-CcT-T3
- [46] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22513 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-CcTa-T2
- [47] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22514 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza -

Ausbruchsquerschnitt FdE-CcT-T4

- [48] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22515 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-CcTa-T3
- [49] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22516 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-CcT-T5
- [50] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22518 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-CcT-T6

Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-CcT-T4

- [48] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22515 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-CcTa-T3
- [49] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22516 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-CcT-T5
- [50] 02\_H61\_VS\_060\_KRQ\_D0700\_22518 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-CcT-T6

8.2.2.7 Querschlag Typ 5 - konventioneller Vortrieb

- [51] 02\_H61\_QS\_070\_KRQ\_D0700\_22817 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt CT5-T2
- [52] 02\_H61\_QS\_070\_KRQ\_D0700\_22818 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt CT5-T3

8.2.2.7 Cunicolo trasversale tipo 5, scavo in tradizionale

- [51] 02\_H61\_QS\_070\_KRQ\_D0700\_22817 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo CT5-T2
- [52] 02\_H61\_QS\_070\_KRQ\_D0700\_22818 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo CT5-T3

8.2.2.8 Verbindungsstollen Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb

- [53] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22710 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-C(01-06)-T2
- [54] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22711 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-C(01-06)-T3
- [55] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22775 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-C(01-06)-T4
- [56] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22713 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-C-IN-FdE-GL-T3
- [57] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22776 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt –

8.2.2.8 Cunicoli trasversali all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

- [53] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22710 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-C(01-06)-T2
- [54] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22711 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo - Sezione di scavo FdE-C(01-06)-T3
- [55] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22775 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-C(01-06)-T4
- [56] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22713 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-C-IN-FdE-GL-T3
- [57] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22776 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva -

Ausbruchsquerschnitt FdE-C-IN-FdE-GL-T5

[58] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22712 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-C-IN-FdE-CcT-T5

D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-C-IN-FdE-GL-T5

[58] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22712 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-C-IN-FdE-CcT-T5

8.2.2.9 Entlastungsstollen Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb

[59] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22717 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-CS-T3

[60] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22779 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-CS-T4

[61] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22718 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-CS-T5

[62] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22777 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-CS-IN-GL-T5

8.2.2.9 Cunicolo di scarico all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

[59] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22717 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-CS-T3

[60] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22779 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-CS-T4

[61] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22718 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-CS-T5

[62] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22777 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-CS-IN-GL-T5

8.2.2.10 Abluftquerstollen Nothaltestelle - Standardquerschnitt, konventioneller Vortrieb

[63] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22714 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-V(01-06)-T1 / FdE-Va(01-06)-T2

[64] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22715 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-V(01-06)-T3 / FdE-Va(01-06)-T3

[65] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22716 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt FdE-V(01-06)-T4/ FdE-

8.2.2.10 Cunicolo di ventilazione all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

[63] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22714 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-V(01-06)-T1 / FdE-Va(01-06)-T2

[64] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22715 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-V(01-06)-T3 / FdE-Va(01-06)-T3

[65] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22716 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-V(01-06)-T4/

Va(01-06)-T4

[66] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22778 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt FdE-V(02-06)-IN-FdE-GL-T5

8.2.2.11 Wendekaverne Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb

[67] 02\_H61\_CA\_060\_KRQ\_D0700\_22519 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Nothaltestelle – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt FdE-MM-IN-FdE-CcT-T4

8.2.2.12 Querschlag Typ 1, konventioneller Vortrieb

[68] 02\_H61\_QS\_050\_KRQ\_D0700\_22810 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT1-T2

[69] 02\_H61\_QS\_050\_KRQ\_D0700\_22802 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT1-T3

[70] 02\_H61\_QS\_050\_KRQ\_D0700\_22811 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT1-T4

[71] 02\_H61\_QS\_050\_KRQ\_D0700\_22812 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT1-IN-GL-T3

8.2.2.13 Querschlag Typ 3, konventioneller Vortrieb

[72] 02\_H61\_QS\_050\_KRQ\_D0700\_22813 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT3-T2

[73] 02\_H61\_QS\_050\_KRQ\_D0700\_22814 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchquerschnitt CT3-T3

FdE-Va(01-06)-T4

[66] 02\_H61\_QS\_060\_KRQ\_D0700\_22778 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-V(02-06)-IN-FdE-GL-T5

8.2.2.11 Caverna di manovra all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

[67] 02\_H61\_CA\_060\_KRQ\_D0700\_22519 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Fermata di Emergenza - Sezione tipo – Sezione di scavo FdE-MM-IN-FdE-CcT-T4

8.2.2.12 Cunicolo trasversale tipo 1 CT1, scavo in tradizionale

[68] 02\_H61\_QS\_050\_KRQ\_D0700\_22810 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo CT1-T2

[69] 02\_H61\_QS\_050\_KRQ\_D0700\_22802 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo CT1-T3

[70] 02\_H61\_QS\_050\_KRQ\_D0700\_22811 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo CT1-T4

[71] 02\_H61\_QS\_050\_KRQ\_D0700\_22812 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo CT1-IN-GL-T3

8.2.2.13 Cunicolo trasversale tipo 3 CT3, scavo in tradizionale

[72] 02\_H61\_QS\_050\_KRQ\_D0700\_22813 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo CT3-T2

[73] 02\_H61\_QS\_050\_KRQ\_D0700\_22814 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezione di scavo CT3-T3

[74] 02\_H61\_QS\_070\_KRQ\_D0700\_22815 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Regelquerschnitt – Ausbruchsquerschnitt CT3-IN-GL-T3

[74] 02\_H61\_QS\_070\_KRQ\_D0700\_22815 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali - Sezione tipo – Sezioni di scavo CT3-IN-GL-T3

### 8.2.3 Schalung

#### 8.2.3.1 Eingleisiger Haupttunnel - konventioneller Vortrieb

[75] 02\_H61\_TU\_070\_KCM\_D0700\_22230 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Stahlkonstruktionen – Konstruktiver Plan Stahlbögen GL-T4-T5

[76] 02\_H61\_TU\_070\_KCM\_D0700\_22231 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Stahlkonstruktionen – Konstruktiver Plan Stahlbögen GL-T6

[77] 02\_H61\_TI\_070\_KSC\_D0700\_22220 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Schalungsplan – Schalung GL-T2-T3-TRb

[78] 02\_H61\_TI\_070\_KSC\_D0700\_22221 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Schalungsplan – Schalung GL-T4-T5

[79] 02\_H61\_TI\_070\_KSC\_D0700\_22222 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Schalungsplan – Schalung GL-T-IN-CT3

[80] 02\_H61\_TI\_070\_KSC\_D0700\_22223 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Schalungsplan – Schalung GL-T6

#### 8.2.3.2 Haupttunnel Nothaltestelle - konventioneller Vortrieb

[81] 02\_H61\_TU\_060\_KCM\_D0700\_22330 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Stahlkonstruktionen – Konstruktiver Plan Stahlbögen FdE-GL-T4-T5

[82] 02\_H61\_TU\_060\_KCM\_D0700\_22331 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Stahlkonstruktionen – Konstruktiver Plan Stahlbögen FdE-GL-T6

[83] 02\_H61\_TI\_060\_KSC\_D0700\_22320 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos

### 8.2.3 Carpenterie

#### 8.2.3.1 Gallerie di Linea, scavo in tradizionale, binario singolo

[75] 02\_H61\_TU\_070\_KCM\_D0700\_22230 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria metallica – Carpenteria centine GL-T4-T5

[76] 02\_H61\_TU\_070\_KCM\_D0700\_22231 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria metallica – Carpenteria centine GL-T6

[77] 02\_H61\_TI\_070\_KSC\_D0700\_22220 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria – Carpenteria GL-T2-T3-TRb

[78] 02\_H61\_TI\_070\_KC\_D0700\_22221 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria – Carpenteria GL-T4-T5

[79] 02\_H61\_TI\_070\_KSC\_D0700\_22222 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria – Carpenteria GL-T-IN-CT3

[80] 02\_H61\_TI\_070\_KSC\_D0700\_22223 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria – Carpenteria GL-T6

#### 8.2.3.2 Gallerie di Linea nella Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

[81] 02\_H61\_TU\_060\_KCM\_D0700\_22330 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria metallica – Carpenteria centine FdE-GL-T4-T5

[82] 02\_H61\_TU\_060\_KCM\_D0700\_22331 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria metallica – Carpenteria centine FdE-GL-T6

Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan –  
Schalung FdE-GL-T2-T3

[84] 02\_H61\_TI\_060\_KSC\_D0700\_22321 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan –  
Schalung FdE-GL-T4-T5

[85] 02\_H61\_TI\_060\_KSC\_D0700\_22323 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan –  
Schalung FdE-GL-T6

[83] 02\_H61\_TI\_060\_KSC\_D0700\_22320 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria – Carpenteria FdE-GL-T2-T3

[84] 02\_H61\_TI\_060\_KSC\_D0700\_22321 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria – Carpenteria FdE-GL-T4-T5

[85] 02\_H61\_TI\_060\_KSC\_D0700\_22323 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria – Carpenteria FdE-GL-T6

#### 8.2.3.3 Montagekaverne - konventioneller Vortrieb

[86] 02\_H61\_CI\_050\_KSC\_D0700\_22420 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Haupttunnel – Schalungsplan –  
Schalung GL-CM-T

[87] 02\_H61\_CA\_050\_KCM\_D0700\_22430 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Haupttunnel – Stahlkonstruktionen –  
Konstruktiver Plan Gitterträger CM-T3

#### 8.2.3.4 Logistikkaverne (Zweiter Logistikknoten)

[88] 02\_H61\_TU\_085\_KCM\_D0700\_22490 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Logistikknoten – Stahlkonstruktionen –  
Konstruktiver Plan Stahlbögen NL-BYP-T4

#### 8.2.3.5 Zugangstunnel Trens - konventioneller Vortrieb

[89] 02\_H61\_TI\_080\_KSC\_D0700\_22620 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Zugangstunnel Trens – Schalungsplan  
– Schalung GA-T2-T3-TRb

[90] 02\_H61\_TI\_080\_KSC\_D0700\_22621 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Zugangstunnel Trens – Schalungsplan  
– Schalung GA-T4-T5

[91] 02\_H61\_CI\_080\_KSC\_D0700\_22625 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Zugangstunnel Trens – Schalungsplan  
– Schalung CB-GA/M-E T2

#### 8.2.3.6 Mittelstollen Trens - konventioneller Vortrieb

[92] 02\_H61\_VI\_060\_KSC\_D0700\_22520 - Brenner

#### 8.2.3.3 Camerone di montaggio, scavo in tradizionale

[86] 02\_H61\_CI\_050\_KSC\_D0700\_22420 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Gallerie principali –  
Carpenteria – Carpenteria GL-CM T

[87] 02\_H61\_CA\_050\_KCM\_D0700\_22430 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Gallerie principali –  
Carpenteria metallica – Carpenteria centine CM-T3

#### 8.2.3.4 Nodo logistico, scavo in tradizionale

[88] 02\_H61\_TU\_085\_KCM\_D0700\_22490 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Nodo Logistico –  
Carpenteria metallica – Carpenteria centine NL-  
BYP-T4

#### 8.2.3.5 Galleria di accesso, scavo in tradizionale

[89] 02\_H61\_TI\_080\_KSC\_D0700\_22620 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Galleria di accesso Trens  
– Carpenteria – Carpenteria GA-T2-T3-TRb

[90] 02\_H61\_TI\_080\_KSC\_D0700\_22621 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Galleria di accesso Trens  
– Carpenteria - Carpenteria GA-T4-T5

[91] 02\_H61\_CI\_080\_KSC\_D0700\_22625 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Galleria di accesso Trens  
– Carpenteria - Carpenteria CB-GA/M-E T2

#### 8.2.3.6 Cunicolo centrale di Trens, scavo in tradizionale

[92] 02\_H61\_VI\_060\_KSC\_D0700\_22520 - Galleria di



Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan –  
Schalung FdE-CcT-T2-T3

[93] 02\_H61\_VI\_060\_KSC\_D0700\_22521 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan –  
Schalung FdE-CcT-T4-T5

[94] 02\_H61\_VI\_060\_KSC\_D0700\_22523 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan –  
Schalung FdE-CcTa-T2

[95] 02\_H61\_VI\_060\_KSC\_D0700\_22524 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan –  
Schalung FdE-CcTa-T3

[96] 02\_H61\_VI\_060\_KSC\_D0700\_22522 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan –  
Schalung FdE-CcT-T6

[97] 02\_H61\_VS\_060\_KCM\_D0700\_22530 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Stahlkonstruktionen –  
Konstruktiver Plan Stahlbögen FdE-CcT-T4-T5

[98] 02\_H61\_VS\_060\_KCM\_D0700\_22531 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Stahlkonstruktionen –  
Konstruktiver Plan Stahlbögen FdE-CcT-T6

[99] 02\_H61\_VS\_060\_KCM\_D0700\_22532 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Stahlkonstruktionen –  
Konstruktiver Plan Stahlbögen FdE-CcTa-T3

Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria – Carpenteria FdE-CcT-T2-T3

[93] 02\_H61\_VI\_060\_KSC\_D0700\_22521 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria – Carpenteria FdE-CcT-T4-T5

[94] 02\_H61\_VI\_060\_KSC\_D0700\_22523 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria – Carpenteria FdE-CcTa-T2

[95] 02\_H61\_VI\_060\_KSC\_D0700\_22524 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria – Carpenteria FdE-CcTa-T3

[96] 02\_H61\_VI\_060\_KSC\_D0700\_22522 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria – Carpenteria FdE-CcT-T6

[97] 02\_H61\_VS\_060\_KCM\_D0700\_22530 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria metallica – Carpenteriaentine FdE-  
CcT-T4-T5

[98] 02\_H61\_VS\_060\_KCM\_D0700\_22531 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria metallica – Carpenteriaentine FdE-  
CcT-T6

[99] 02\_H61\_VS\_060\_KCM\_D0700\_22532 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria metallica – Carpenteriaentine FdE-  
CcTa-T3

#### 8.2.3.7 Wendekaverne Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb

[100] 02\_H61\_CI\_060\_KCM\_D0700\_22570 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Stahlkonstruktionen –  
Konstruktiver Plan Stahlbögen FdE-MM-T4

[101] 02\_H61\_CI\_060\_KSC\_D0700\_22528 - Brenner  
Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos  
Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan –  
Schalung FdE-MM-IN-FdE-CcT-T4

#### 8.2.3.7 Caverna di manovra all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

[100] 02\_H61\_CI\_060\_KCM\_D0700\_22570 - Galleria  
di Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria metallica – Carpenteriaentine FdE-  
MM-T4

[101] 02\_H61\_CI\_060\_KSC\_D0700\_22528 - Galleria di  
Base del Brennero - Progettazione esecutiva -  
D0700: Lotto Mules 2-3 – Fermata di Emergenza –  
Carpenteria – Carpenteria FdE-MM-IN-FdE-CcT-T4

8.2.3.8 Querschlag Typ 5 - konventioneller Vortrieb

- [102] 02\_H61\_QI\_070\_KSC\_D0700\_22828 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Schalungsplan – Schalung CT5 – Grundriss (Blatt 1/2)
- [103] 02\_H61\_QI\_070\_KSC\_D0700\_22829 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Schalungsplan – Schalung CT5 – Grundriss (Blatt 2/2)
- [104] 02\_H61\_QI\_070\_KSC\_D0700\_22830 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Schalungsplan – Schalung CT5 – Schnitte und Details (Blatt 1/2)
- [105] 02\_H61\_QI\_070\_KSC\_D0700\_22831 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Schalungsplan – Schalung CT5 – Schnitte und Details (Blatt 2/2)

8.2.3.9 Verbindungsstollen Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb

- [106] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22720 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan – Schalung FdE-C01
- [107] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22721 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan – Schalung FdE-C(02-06)
- [108] 02\_H61\_QS\_060\_KCM\_D0700\_22730 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Stahlkonstruktionen – Konstruktiver Plan Stahlbögen FdE-C(01-06)-T4
- [109] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22722 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan – Schalung FdE-C-IN-FdE-GL-T2-T3
- [110] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22728 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan – Schalung FdE-C-IN-FdE-GL-T4-T5
- [111] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22729 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan – Schalung FdE-C-IN-FdE-CcT-T4-T5

8.2.3.8 Cunicolo trasversale tipo 5, scavo in tradizionale

- [102] 02\_H61\_QI\_070\_KSC\_D0700\_22828 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria – Carpenteria CT5 - Pianta (Tav. 1/2)
- [103] 02\_H61\_QI\_070\_KSC\_D0700\_22829 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria – Carpenteria CT5 - Pianta (Tav. 2/2)
- [104] 02\_H61\_QI\_070\_KSC\_D0700\_22830 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria – Carpenteria CT5 - Sezioni e dettagli (Tav. 1/2)
- [105] 02\_H61\_QI\_070\_KSC\_D0700\_22831 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria – Carpenteria CT5 - Sezioni e dettagli (Tav. 2/2)

8.2.3.9 Cunicoli trasversali all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale

- [106] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22720 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria – Carpenteria FdE-C01
- [107] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22721 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria – Carpenteria FdE-C(02-06)
- [108] 02\_H61\_QS\_060\_KCM\_D0700\_22730 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria metallica – Carpenteria centine FdE-C(01-06)-T4
- [109] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22722 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria – Carpenteria FdE-C-IN-FdE-GL-T2-T3
- [110] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22728 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria – Carpenteria FdE-C-IN-FdE-GL-T4-T5
- [111] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22729 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria – Carpenteria FdE-C-IN-FdE-CcT-T4-T5

T5

- 8.2.3.10 Entlastungsstollen Nothaltestelle, konventioneller Vortrieb
- [112] 02\_H61\_QS\_060\_KCM\_D0700\_22765 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Stahlkonstruktionen – Konstruktiver Plan Stahlbögen FdE-CS-T4-T5
  - [113] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22726 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan – Schalung FdE-CS
  - [114] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22727 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan – Schalung FdE-CS-IN-GL-T5

- 8.2.3.11 Abluftquerstollen Nothaltestelle - Standardquerschnitt, konventioneller Vortrieb
- [115] 02\_H61\_QS\_060\_KCM\_D0700\_22790 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Stahlkonstruktionen – Konstruktiver Plan Stahlbögen FdE-V-IN-FdE-CcTa (Blatt 1/4)
  - [116] 02\_H61\_QS\_060\_KCM\_D0700\_22791 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Stahlkonstruktionen – Konstruktiver Plan Stahlbögen FdE-V-IN-FdE-CcTa (Blatt 1/4)
  - [117] 02\_H61\_QS\_060\_KCM\_D0700\_22792 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Stahlkonstruktionen – Konstruktiver Plan Stahlbögen FdE-V-IN-FdE-CcTa (Blatt 1/4)
  - [118] 02\_H61\_QS\_060\_KCM\_D0700\_22793 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Stahlkonstruktionen – Konstruktiver Plan Stahlbögen FdE-V-IN-FdE-CcTa (Blatt 1/4)
  - [119] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22723 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan – Schalung FdE-V(01-06)-T1-T3 / FdE-Va(01-06)-T2-T3
  - [120] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22724 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan –

- 8.2.3.10 Cunicolo di scarico all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale
- [112] 02\_H61\_QS\_060\_KCM\_D0700\_22765 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria metallica – Carpenteria centine FdE-CS-T4-T5
  - [113] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22726 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria – Carpenteria FdE-CS
  - [114] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22727 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria – Carpenteria FdE-CS-IN-GL-T5
- 8.2.3.11 Cunicolo di ventilazione all'interno della Fermata di Emergenza, scavo in tradizionale
- [115] 02\_H61\_QS\_060\_KCM\_D0700\_22790 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria metallica – Carpenteria centine FdE-V-IN-FdE-CcTa (Tav 1/4)
  - [116] 02\_H61\_QS\_060\_KCM\_D0700\_22791 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria metallica – Carpenteria centine FdE-V-IN-FdE-CcTa (Tav 2/4)
  - [117] 02\_H61\_QS\_060\_KCM\_D0700\_22792 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria metallica – Carpenteria centine FdE-V-IN-FdE-CcTa (Tav 3/4)
  - [118] 02\_H61\_QS\_060\_KCM\_D0700\_22793 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria metallica – Carpenteria centine FdE-V-IN-FdE-CcTa (Tav 4/4)
  - [119] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22723 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria – Carpenteria FdE-V(01-06)-T1-T3 / FdE-Va(01-06)-T2-T3
  - [120] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22724 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza –

Schalung FdE-V(01-06)-T4

[121] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22725 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan – Schalung FdE-GL-IN-FdE-V-IN-FdE-CcTa-T2-T3

[122] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22780 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Nothaltestelle – Schalungsplan – Schalung FdE-V-T4-IN-FdE-CcTa-T3

Carpenteria – Carpenteria FdE-V(01-06)-T4

[121] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22725 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria – Carpenteria FdE-GL-IN-FdE-V-IN-FdE-CcTa-T2-T3

[122] 02\_H61\_QI\_060\_KSC\_D0700\_22780 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Fermata di Emergenza – Carpenteria – Carpenteria FdE-V-T4-IN-FdE-CcTa-T3

8.2.3.12 Querschlag Typ 1, konventioneller Vortrieb

[123] 02\_H61\_QS\_050\_KCM\_D0700\_22860 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Stahlkonstruktionen – Konstruktiver Plan Stahlbögen CT1-T4

[124] 02\_H61\_QI\_050\_KSC\_D0700\_22820 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Schalungsplan – Schalung CT1

[125] 02\_H61\_QI\_050\_KSC\_D0700\_22821 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Schalungsplan – Schalung CT1 (BP 44/2)-T4

8.2.3.12 Cunicolo trasversale tipo 1 CT1, scavo in tradizionale

[123] 02\_H61\_QS\_050\_KCM\_D0700\_22860 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria metallica – Carpenteria centine CT1-T4

[124] 02\_H61\_QI\_050\_KSC\_D0700\_22820 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria - Carpenteria CT1

[125] 02\_H61\_QI\_050\_KSC\_D0700\_22821 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria – Carpenteria CT1 (BP 44/2)-T4

8.2.3.13 Querschlag Typ 3, konventioneller Vortrieb

[126] 02\_H61\_QS\_070\_KSC\_D0700\_22824 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 – Haupttunnel – Schalungsplan – Schalung CT3-T2-T3

8.2.3.13 Cunicolo trasversale tipo 3 CT3, scavo in tradizionale

[126] 02\_H61\_QS\_070\_KSC\_D0700\_22824 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 – Gallerie principali – Carpenteria – Carpenteria CT3-T2-T3

#### 8.2.4 Bibliografie

[127] Bieniawski Z.T. – Engineering rock mass classifications, Wiley, New York, 1989.

[128] Hoek E., Marinos P. - Predicting tunnel squeezing problems in weak heterogeneous rocks. Tunnels and Tunneling International, 2000.

#### 8.2.4 Bibliografia

[127] Bieniawski Z.T. – Engineering rock mass classifications, Wiley, New York, 1989.

[128] Hoek E., Marinos P. - Predicting tunnel squeezing problems in weak heterogeneous rocks. Tunnels and Tunneling International, 2000.