



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

D0700: Baulos Mauls 2-3		D0700: Lotto Mules 2-3					
Projekteinheit Gesamtbauwerke		WBS Opere generali					
Dokumentenart Technischer Bericht		Tipo Documento Relazione tecnica					
Titel Risikomanagement		Titolo Procedura di gestione del rischio					
 RTI 4P Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P <small>via Pio Ilirio S.r.l., Via G.B. Sammartini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026767911, Fax: +39 0287152612</small>		Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche Ing. Enrico Maria Pizzarotti Ord. Ingg. Milano N° A 29470					
Mandataria  PRO ITER Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.	Mandante  PÖYRY	Mandante  pini swiss engineers	Mandante  PASQUALI-RAUSA ENGINEERING S.r.l./G.m.b.H.				
Fachplaner / il progettista specialista Ing. Enrico Maria Pizzarotti Ord. Ingg. Milano N° A 29470		Fachplaner / il progettista specialista					
	Datum / Data	Name / Nome	Gesellschaft / Società				
Bearbeitet / Elaborato	30.01.2015	Bellini	Pro Iter				
Geprüft / Verificato	30.01.2015	Rivoltini	Pro Iter				
 BBT Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE		Name / Nome R. Zurlo	Name / Nome K. Bergmeister				
Projekt-kilometer / Chilometro progetto von / da 32.0+88 bis / a 54.0+15 bei / al	Projekt-kilometer / Chilometro opera von / da bis / a bei / al	Status Dokument / Stato documento	Massstab / Scala -				
Staat Stato	Los Lotto	Einheit Unità	Nummer Numero	Dokumentenart Tipo Documento	Vertrag Contratto	Nummer Codice	Revision Revisione
02	H61	EG	991	KTB	D0700	15005	21

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per appalto	Rivoltini	30.01.2015
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	Rivoltini	04.12.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	Rivoltini	09.10.2014
10	Endabgabe / Consegna definitiva	Rivoltini	28.07.2014

1	EINTEILUNG	
1	INTRODUZIONE	6
2	BESCHREIBUNG DER BAUWERKE	
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE	7
2.1	DEFINITION DER BAUWERKE DES BAULOSES MAULS 2-3	
2.1	DEFINIZIONE DELLE OPERE DEL LOTTO DI COSTRUZIONE MULES 2-3	7
2.2	UNTERTEILUNG DES BAULOS MAULS 2-3	
2.2	SUDDIVISIONE IN PARTI DEL LOTTO MULES 2-3	9
3	ALLGEMEIN	
3	GENERALITÀ	13
3.1	BEWERTUNG BZW. ERMITTLUNG DES RISIKOS	
3.1	VALUTAZIONE O IDENTIFICAZIONE DEL RISCHIO	13
3.2	RISIKOANALYSE	
3.2	ANALISI DEL RISCHIO	14
3.3	RISIKOMANAGEMENT	
3.3	GESTIONE DEL RISCHIO	14
4	RISIKOMANAGEMENT	
4	GESTIONE DEL RISCHIO	17
4.1	VORWORT	
4.1	PREMESSA	17
4.2	SITUATION DES POTENTIELLEN RISIKOS (SRP) UND DER GEOTECHNISCHEN RISIKEN	
4.2	SITUAZIONE DEL RISCHIO POTENZIALE (SRP) E RISCHI GEOTECNICI	17
4.3	RISIKOMINDERUNGSMASSNAHMEN	
4.3	INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO	19
4.3.1	Konventioneller Vortrieb	
4.3.1	Scavo in tradizionale	19
4.3.2	Vortrieb mit offener TBM	
4.3.2	Scavo con TBM aperta	21
4.3.3	Vortrieb mit Schild-TBM	
4.3.3	Scavo con TBM scudata.....	23
4.4	EINRICHTUNG DES RISIKOMANAGEMENTSYSTEMS	
4.4	MESSA A PUNTO DEL SISTEMA DI GESTIONE DEL RISCHIO	25
4.4.1	Operative Struktur des Risikomanagements	
4.4.1	Struttura operativa di gestione del rischio.....	25
4.4.2	Aufgaben und Verantwortlichkeiten der operativen Struktur	
4.4.2	Compiti e responsabilità della struttura operativa	25
4.4.3	Risikoverzeichnis	
4.4.3	Registro del rischio	26
4.4.4	Beweissicherungen und Erkundungen zur Ermittlung der Risikobedingungen	
4.4.4	Monitoraggi e prospezioni utilizzate per definizione delle condizioni di rischio	27
4.4.5	Zur Ermittlung der Risikobedingungen verwendete Parameter	
4.4.5	Parametri utilizzati per la definizione delle condizioni di rischio.....	27
4.4.6	Datenauswertung für das Risikomanagement	
4.4.6	Modalità di analisi dei dati per la gestione del rischio	28
4.4.7	Relevanz der Indikatoren	
4.4.7	Significatività degli indicatori.....	30

4.4.7.1	Bohrungen, Prospektionen und geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände	
4.4.7.1	Sondaggi, prospezioni in avanzamento e classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo	30
4.4.7.2	Geophysikalische seismische Erhebungen	
4.4.7.2	Rilievi geofisici sismici	30
4.4.7.3	Vom BEAM-System erhobene geoelektrische Parameter	
4.4.7.3	Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM.....	30
4.4.7.4	Messung der Lärmemissionen	
4.4.7.4	Misura delle emissioni acustiche	30
4.4.7.5	TBM-Parameter	
4.4.7.5	Parametri fresa	30
4.4.7.6	Analyse des Aushubmaterials	
4.4.7.6	Analisi del materiale di scavo	31
4.4.7.7	Überwachung Gas und Radioaktivität	
4.4.7.7	Monitoraggio gas e radioattività	31
4.4.7.8	Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften der Hauptwasserzutritte	
4.4.7.8	Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali	31
4.4.7.9	Konvergenz- und Extrusionmaße	
4.4.7.9	Misure di convergenza e di estrusione	31
4.4.7.10	Verformung-/Spannungsmaße in den Außenschalen	
4.4.7.10	Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase	32
4.4.7.11	Mit Schwingsaitenausdehnungsmesser ausgerüstete Stahlbetontübbinge	
4.4.7.11	Conci in c.a. strumentati con estensimetri a corda vibrante	32
4.4.8	Methoden, Verantwortlichkeiten und Häufigkeit der Erhebungen	
4.4.8	Modalità, responsabilità e frequenza di rilievo	32
4.4.8.1	Bohrungen	
4.4.8.1	Sondaggi	32
4.4.8.2	Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und Aushubwände	
4.4.8.2	Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo	32
4.4.8.3	Geophysikalische seismische Erhebungen	
4.4.8.3	Rilievi geofisici sismici	32
4.4.8.4	Vom BEAM-System erhobene geoelektrische Parameter	
4.4.8.4	Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM.....	33
4.4.8.5	Messung der Lärmemissionen	
4.4.8.5	Misura delle emissioni acustiche	33
4.4.8.6	TBM-Parameter	
4.4.8.6	Parametri fresa	33
4.4.8.7	Analyse des Aushubmaterials	
4.4.8.7	Analisi del materiale di scavo	33
4.4.8.8	Überwachung Gas und Radioaktivität	
4.4.8.8	Monitoraggio gas e radioattività	33
4.4.8.9	Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Wassereigenschaften für die Hauptwasserzutritte	
4.4.8.9	Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali	34
4.4.8.10	Konvergenz- und Extrusionmaße	
4.4.8.10	Misure di convergenza e di estrusione	34
4.4.8.11	Verformung-/Spannungsmaße in den Außenschalen	
4.4.8.11	Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase	34

4.4.8.12 Mit Schwingsaitenausdehnungsmesser ausgerüstete Stahlbetontübbinge	
4.4.8.12 Conci in c.a. strumentati con estensimetri a corda vibrante	34
4.4.9 Schwellenwerte der Indikatoren	
4.4.9 Valori di soglia degli indicatori	34
4.4.9.1 Festlegung der Schwellenwerte	
4.4.9.1 Definizione dei valori di soglia e indicazioni generali per il cambio di sezione.....	34
4.4.9.2 Schwellenwerte	
4.4.9.2 Valori di soglia	36
4.4.10 Risikostufen, entsprechende Handlungen und Minderungsmaßnahmen	
4.4.10 Livelli di rischio, azioni conseguenti e interventi di mitigazione	39
4.4.10.1 Niedriges Risiko	
4.4.10.1 Rischio basso	39
4.4.10.2 Mittleres Risiko	
4.4.10.2 Rischio medio	40
4.4.10.3 Erhöhtes Risiko	
4.4.10.3 Rischio elevato	42
4.4.11 Weitere Abwägungen	
4.4.11 Ulteriori considerazioni	43
5 VERZEICHNISSE	
5 ELENCHI	45
5.1 ANLAGENVERZEICHNIS	
5.1 ELENCO APPENDICI	45
5.2 REFERENZDOKUMENTE	
5.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	45
5.2.1 Eingangsdokumente	
5.2.1 Documenti in ingresso	45
5.2.1.1 Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3	
5.2.1.1 Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3.....	45
5.2.2 Normen und Richtlinien	
5.2.2 Normative e linee guida.....	47
5.2.3 Ausgangsdokumente	
5.2.3 Documenti in uscita	47
ANHANG 1 –ÜBERWACHUNGSAKTIVITÄT [8]	
APPENDICE 1 - ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO [8].....	48
1A - SYSTEMATISCHE UNTERSUCHUNGEN IM VERLAUFE DES VORTRIEBES	1
1A - INDAGINI SISTEMATICHE NEL CORSO DELL'AVANZAMENTO.....	2
1B - PUNKTUELLE UNTERSUCHUNGEN IM VERLAUFE DES VORTRIEBES.....	3
1B - INDAGINI PUNTUALI NEL CORSO DELL'AVANZAMENTO	4
1C - ÜBERWACHUNG WÄHREND DER AUSFÜHRUNG UND FÜR DEN BETRIEB.....	5
1C - MONITORAGGI IN CORSO D'OPERA E FINALIZZATI ALL'ESERCIZIO	6
ANHANG 2 - BEISPIEL FÜR TBM BERICHTE	
APPENDICE 2 - ESEMPIO DI REPORT TBM	7
ANHANG 3 - CHECKLISTENBEISPIEL FÜR DAS RISIKOMANAGEMENT	
APPENDICE 3 - ESEMPIO DI CHECK-LIST PER LA GESTIONE DEL RISCHIO	1
3A - KONVENTIONELLER VORTRIEB	
3A - SCAVO IN TRADIZIONALE.....	1
3B - VORTRIEB MIT OFFENER TBM	
3B - SCAVO CON TBM APERTA	14

3C - VORTRIEB MIT SCHILD-TBM

3C - SCAVO CON TBM SCUDATA.....28

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 54.0+15 Oströhre).

Nachfolgend werden einige Aspekte im Zusammenhang mit dem Risikomanagement bezüglich des Vortriebs des Tunnels aus geologischer, geotechnischer und geomechanischer Sicht (geotechnical risk) behandelt, die somit im Zusammenhang mit den geologischen und geotechnischen Bedingungen stehen, welche wiederum Auswirkungen auf die folgenden Bereiche haben können:

- Arbeitssicherheit.
- Stabilität in der Bauphase.
- Einhaltung der Bauzeitpläne und -kosten.

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 54.0+15 canna est).

Nel seguito vengono trattati alcuni degli aspetti legati alla gestione dei rischi connessi allo scavo della galleria dal punto di vista geologico e geotecnico-geomeccanico (geotechnical risk), cioè legati alle condizioni geologiche e geotecniche, che possono avere conseguenze su:

- La sicurezza del lavoro.
- La stabilità in fase di costruzione.
- Il rispetto di tempi e costi di costruzione.

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 Bauloses Mails 2-3 (km 54.0) beibehalten.

Zwischen den zwei Tunneln liegen alle 333 m Verbindungsquerstellen.

Das System wird durch einen Erkundungsstollen ergänzt, der tiefer als die Hauptröhren liegt, um nicht mit den Verbindungsquerstellen zu interferieren. Laut Lageplan liegt der Erkundungsstollen 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 Mails 2-3 weist einen meist gradlinigen Verlauf in Lage und Höhe auf, die sich ab dem Nordende des Bauloses 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 Mails 1 betrifft. Die Streckenführung beginnt erneut mit einer geraden Strecke (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] [3] 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 Mails 1 zu verbinden, mussten für die Weströhre zahlreiche geringfügige Neigungsänderungen eingeführt werden, welche jedenfalls auf die Enden des Bauloses Mails 1 begrenzt sind. Die Details zum Höhenverlauf sind in den Plänen [5] [6] erfasst.

2.1 DEFINITION DER BAUWERKE DES BAULOSES MAULS 2-3

Die in der Ausführungsplanung des Bauloses Mails 2-3 geplanten und auf dem Bauwerkslageplan [4], dargestellten Bauwerke sind folgende: (NB: die Kilometrierungen des Erkundungsstollens steigen nach Norden, die der Haupttunnel und des Zugangsstollens nach Süden an.)

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 Mules 2-3 (km 54.0).

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

Integra il sistema un Cunicolo Esplorativo collocato ad una quota inferiore rispetto alle canne principali per non interferire con i cunicoli trasversali di collegamento. Planimetricamente il Cunicolo Esplorativo 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 Mules 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 Mules 1. Il tracciato riprende con un tratto in rettilineo (circa 1 km) cui segue una curva destrorsa ($R=6'000$ 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] [3].

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 [5] [6].

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 [4], 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).

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 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

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 camerone di Montaggio TBM (km 48.9+02 circa) e sistemazione definitiva dei camerone di montaggio TBM posti in corrispondenza dell'intersezione con la Finestra di Mules (tra km 48.9+02e 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 camerone di Montaggio TBM(km 48.8+73 circa) sistemazione definitiva dei camerone di montaggio TBM posti in corrispondenza dell'intersezione con la 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

zwischen dem Zugangstunnel (GA) und den beiden Hauptrohren sowie einem Verbindungsschacht zum Erkundungsstollen [7].

- 9) Erkundungsstollen (CE) "Ende Baulos Muls 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 Muls mit den Haupttunneln

- 12) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) „TBM-Montagekaverne Muls – Eisack-Unterquerung“, von km 49.0+83 ca. bis km 54.0+15 ca. (Vortrieb und Innenschale);
- 13) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „TBM Montagekavernen Muls 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 Muls 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 [4] hervor, auf die verwiesen wird.

2.2 UNTERTEILUNG DES BAULOS Muls 2-3

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

GA e le Gallerie di Linea e un pozzo di collegamento con il Cunicolo Esplorativo [7].

- 9) Cunicolo Esplorativo (CE) " fine lotto Muls 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 Muls con le gallerie principali

- 12) Galleria di Linea (GL) est (dispari) "camerone montaggio TBM Muls – Sottoattraversamento Isarco": da km 49.0+83 circa a km 54.0+15 circa (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 Muls 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 [4] alle quali si rimanda.

2.2 SUDDIVISIONE IN PARTI DEL LOTTO Muls 2-3

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

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

- 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 Mault 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 Mault 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 Mault (M) und dazugehörige Bauwerke, Innenschale und Endgestaltung der bereits in den vorhergehenden Baulosen errichteten Bauwerke, bestehend aus:
 - Fensterstollen Mault (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 Verbindungstunnel, ca. 142m lang;
 - Zentrale Lüftungskaverne, 67 m, Verbindungszweige zum Fensterstollen Mault (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

**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 Mault 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 Mault 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 Mault (M) e opere annesse, rivestimento e sistemazione definitiva delle opere già realizzate in lotti precedenti e costituite da:
 - Finestra di Mault (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 collegamento alla Finestra di Mault (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 Aicha (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

- Verbindungstunnel (GC): Endgestaltung des bereits im Baulos Muls 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 Muls 1 ausgeführt wurde) bis km 52.6+22 ca. - Oströhre;
 - von km 49.0+57 ca. (Ende TBM Montagekaverne, welche im Rahmen des Bauloses Muls 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).
- Galleria di collegamento (GC): sistemazione definitiva dell'opera già realizzata nel lotto Muls 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 Muls, 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 Muls 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 Muls 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).

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).

- 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 Muls.
- 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 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.
- Rohbauausrüstung des Erkundungsstollens (CE), die im Wesentlichen aus der Beleuchtungsanlage, der MS/NS-Verteilung, der Löschwasserversorgung, dem GSM-Fernmeldenetz sowie den selektiven Wasserdrainageanlagen besteht.

- 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 Muls.
- 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 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.
- Dotazioni impiantistiche a servizio del Cunicolo Esplorativo (CE), 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.

3 ALLGEMEIN

Das RISIKO ist ein Ereignis, das sich durch eine bestimmte Eintrittswahrscheinlichkeit und eine bestimmte Folge auszeichnet: es ist das Ergebnis der Messung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines bestimmten Phänomens und des Wertes der entsprechenden Folgen.

Das Management des geotechnischen Risikos ist das Verfahren zur Identifizierung der geotechnischen Gefährlichkeit und des damit verbundenen Risikos in Bezug auf ein spezifisches unterirdisches Bauwerk, mit Bewertung der potentiellen Folgen und der entsprechenden Eintrittswahrscheinlichkeit, der Vorsorgestrategien und der entsprechenden Maßnahmen. Das geotechnische Risikomanagement kann als globaler und systematischer Prozess zur Identifikation des geo-technischen Risikos und seiner Minderung sowie zur Kontrolle während der Bauausführung definiert werden

Grundsätzlich gibt es drei verschiedene Phasen, die der Reihe nach und entsprechend dem Projekt- und Baufortschritt in Angriff zu nehmen sind. Diese nachstehend angeführten Phasen sind jeweils in der darauffolgenden Phase enthalten, bis dass sie den gesamten Risikomanagement-Prozess abgeschlossen haben:

- Bewertung (bzw. Ermittlung) des Risikos (risk assessment).
- Risikoanalyse (risk analysis).
- Risikomanagement (risk management).

3.1 BEWERTUNG BZW. ERMITTLUNG DES RISIKOS

Die Bewertung bzw. Ermittlung des Risikos erfolgt mithilfe eines formalisierten Prozesses zur Festlegung von gefährlichen Elementen und zur Bewertung der jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeiten und der spezifischen Folgen; sie kann quantitativ, semiquantitativ oder qualitativ erfolgen.

Die Gefährlichkeit ist eine physische Situation bzw. ein physischer Zustand, der potentiell einen Schaden verursachen oder zumindest zu unerwünschten Folgen führen kann.

Zweck des Prozesses ist nicht nur die Identifikation der gefährlichen Elemente, sondern auch das Vorhersehen der entsprechenden Folgen.

Die Phase der Risikobewertung umfasst die folgenden wesentlichen Schritte:

- 1) Identifikation der gefährlichen Elemente im Zusammenhang mit dem spezifischen Projekt (SRP).

3 GENERALITÀ

Il RISCHIO è un evento caratterizzato da una determinata probabilità di accadimento e da una determinata conseguenza: è il prodotto della misura della probabilità di verificarsi di un certo fenomeno e del valore delle sue conseguenze.

La gestione del rischio geotecnico è il processo di identificazione della pericolosità geotecnica e del rischio a essa connesso in riferimento a una specifica opera sotterranea, con la valutazione delle conseguenze potenziali e della relativa probabilità di occorrenza, delle strategie preventive e delle azioni contingenti. È possibile definire la gestione del rischio geotecnico come il processo globale e sistematico di identificazione del rischio geotecnico e della sua mitigazione e controllo in corso d'opera.

In generale, esistono tre fasi distinte, da affrontare in successione coerentemente con l'avanzamento del progetto e della realizzazione. Esse sono ciascuna contenuta nella successiva, fino a giungere al processo complessivo di gestione del rischio e sono:

- La valutazione (o identificazione) del rischio (risk assessment).
- L'analisi del rischio (risk analysis).
- La gestione del rischio (risk management).

3.1 VALUTAZIONE O IDENTIFICAZIONE DEL RISCHIO

La valutazione o identificazione del rischio consiste in un processo formalizzato di individuazione di elementi di pericolosità e valutazione delle rispettive probabilità di occorrenza e delle specifiche conseguenze; essa può essere quantitativa, semiquantitativa o qualitativa

La pericolosità è una situazione o condizione fisica che ha la potenzialità di generare un danno, o, comunque, di dare luogo a conseguenze indesiderate.

Lo scopo del processo non è solo quello di identificare gli elementi di pericolosità ma anche di prevedere le loro conseguenze.

I passaggi fondamentali della fase di valutazione del rischio sono:

- 1) Identificazione degli elementi di pericolosità associati al progetto specifico (SRP).

- 2) Bewertung der Folgen und der Auswirkungen.
- 3) Schätzung der Eintrittswahrscheinlichkeiten.
- 4) Risikoquantifizierung.
- 5) Risikoklassifizierung.

3.2 RISIKOANALYSE

Nach der Ermittlung und Klassifizierung der möglichen Risikoquellen folgt die Phase der Analyse, zu deren Beginn ein eigens dafür erstelltes Risikoverzeichnis ausgefüllt wird. Die darin angeführten Risiken sind nach Eintrittswahrscheinlichkeit und nach Auswirkungen geordnet. Diese geordnete Auflistung ermöglicht den Übergang zu den darauffolgenden Phasen der Planung der entsprechenden Maßnahmen zur Risikominderung und -verwaltung. Im Bedarfsfall ermöglicht die Verwaltung durch dieses Verzeichnis auch das Einführen neuer Risiken nach Beginn des Prozesses sowie die erneute Überprüfung der Klassifizierung der entsprechenden Positionen und der neu berechneten Risikowerte. Im Verzeichnis müssen auch die Namen der Kontrollbeauftragten angegeben sein.

Nach Anwendung der ausgewählten Kriterien für die Risikoakzeptanz müssen schließlich die geeignetsten Strategien, Planungslösungen, Ausrüstungen, Ausführungsverfahren und die entsprechenden Maßnahmen ermittelt und miteinander verglichen werden.

Zusammenfassend ist in den Phasen der Risikoanalyse Folgendes vorgesehen:

- 1) Erstellung und/oder Aktualisierung des Risikoverzeichnisses.
- 2) Anwendung der Kriterien für die Risikoakzeptanz.
- 3) Ermittlung und Analyse der möglichen Maßnahmen zur angemessenen Beschränkung der berechneten Risiken.

3.3 RISIKOMANAGEMENT

Die Risikomanagement-Methode beendet schließlich den globalen Prozess und betrifft nun die Bauphase. In dieser Phase wird das Risikoverzeichnis erstellt, das abgesehen von den Vorschlägen zu Risikomanagement und -minderung auch allfällige Ergänzungen der geognostischen Ausgangsdaten umfassen muss, sofern diese sich für die umfassende Beschreibung des zur Errichtung des Bauwerks verwendeten Materials als unzureichend herausstellen. In diesem Fall beginnt der Prozess unter Berücksichtigung der entsprechenden Aktualisierungen von vorne.

In der Minderungsphase ist es wesentlich, alle Betroffenen vom Grad des verbleibenden Risikos nach Anwendung der

- 2) Valutazione delle conseguenze e degli impatti.
- 3) Stima delle probabilità di occorrenza.
- 4) Quantificazione dei rischi.
- 5) Classificazione dei rischi

3.2 ANALISI DEL RISCHIO

Una volta identificate e classificate le possibili sorgenti di rischio, si procede con la fase di analisi, che prende le mosse dalla compilazione di un apposito registro del rischio. I rischi in esso indicati sono ordinati in termini di probabilità di occorrenza e di impatto. L'elenco ordinato permette di procedere alle successive fasi di progettazione degli interventi di mitigazione e gestione. Ove necessario, la gestione attraverso il citato registro permette anche di introdurre nuovi elementi di rischio dopo aver avviato il processo e di verificare nuovamente la classificazione delle voci e i valori di rischio ricalcolati. Il registro deve riportare anche i nominativi delle persone responsabili del controllo.

Infine, dopo aver applicato i criteri di accettabilità del rischio prescelti, risulta necessario definire e confrontare le strategie più appropriate e le soluzioni progettuali più adatte, le attrezzature più idonee da impiegare, le procedure realizzative ritenute adeguate e le azioni contingenti.

In sintesi, le fasi di analisi del rischio prevedono:

- 1) Redazione e/o aggiornamento del registro del rischio.
- 2) Applicazione dei criteri di accettabilità del rischio.
- 3) Identificazione e analisi dei possibili interventi di mitigazione atti a limitare convenientemente i rischi calcolati.

3.3 GESTIONE DEL RISCHIO

La metodologia di gestione del rischio, infine, chiude il processo globale, interessando la fase realizzativa. Durante questa fase si redige il registro del rischio, che deve comprendere, oltre alle proposte di gestione e mitigazione del rischio, anche eventuali integrazioni dei dati geognostici di partenza, qualora questi fossero risultati insufficienti a caratterizzare in maniera esaustiva il materiale coinvolto dalla realizzazione dell'opera. In tal caso, il processo riparte dall'inizio con gli aggiornamenti del caso.

Nella fase di mitigazione, è essenziale che il grado di rischio residuo che permane dopo gli interventi venga portato a

Maßnahmen in Kenntnis zu setzen, damit dieses verwaltet wird und in jedem Fall weiterhin unter Kontrolle bleibt.

Die Managementphase umfasst die folgenden Phasen:

- 1) Wahl der zu planenden Ausgleichsmaßnahmen und des entsprechenden Ausmaßes.
- 2) Überprüfung der Minderungsmaßnahmen auf Grundlage der während der Bauausführung gesammelten Monitoring Daten.
- 3) Bei Überschreitung der Grenzwerte Einführung von Änderungen oder Varianten, um den Risikograd unter den zulässigen Grenzwert zu bringen.

Die Risikomanagement-Prozesse, die in der Planungsphase beginnen, gewinnen in der Phase der Bauausführung an Bedeutung (dynamischer Prozess).

Insbesondere muss während der Bauphase ein angemessenes Risikomanagement mithilfe von Monitoring während der Bauausführung angestrebt werden.

Risikomanagement und -kontrolle kann beispielsweise durch eine effiziente Kontrolle des Bauausführungs-prozesses auf den folgenden Grundlagen durchgeführt werden:

- Verwendung von Key Performance Indicators (KPI).
- Durchführung von Besprechungen zur Aktualisierung der KPI.
- Organisation von Gegenmaßnahmen bei Überschreiten der Grenzwerte.

Die verwendeten Schlüsselindikatoren müssen eng mit der Messung der wesentlichen Variablen zur Ermittlung der Vortriebssicherheit in Verbindung stehen.

Die tägliche Aktualisierung der Überwachungsmaßnahmen, die Beziehung zwischen diesen und die an den verschiedenen Kilometern im Zuge des Vortriebs um-gesetzten Maßnahmen ermöglichen die Errichtung des Bauwerks unter ständiger und genauer Risikokontrolle.

Zur Überwachung und Verwaltung aller möglichen Risikoquellen muss der Risikomanagementprozess zyklisch sein und somit für die gesamte Projektdauer wiederholt werden, indem regelmäßig aktualisierte und überprüfte Bewertungen und Inputs eingehen. Insbesondere bei der Behandlung von geotechnischen Aspekten erfordern der fortlaufende Kenntnisstand und die möglichen Variationen bei den Planungslösungen und den Ausführungstechnologien eine ständige Aktualisierung der Verfahren der Risikobewertung, -analyse und -management.

conoscenza di tutti gli interessati, per essere a sua volta gestito e mantenuto comunque sotto controllo.

La fase di gestione si compone delle seguenti fasi:

- 1) Scelta delle misure di mitigazione da prevedere e della loro entità.
- 2) Verifica delle misure di mitigazione sulla base di dati di monitoraggio raccolti in corso d'opera.
- 3) In caso di superamento dei valori di soglia, introduzione di modifiche o varianti per riportare il livello di rischio al di sotto della soglia accettabile.

I processi di gestione del rischio, che cominciano nella fase progettuale, diventano ancora più importanti in fase di realizzazione dell'opera (processo dinamico).

In particolare, durante le fasi di costruzione, una gestione adeguata del rischio deve essere perseguita con il supporto del monitoraggio in corso d'opera.

Per esempio, si può effettuare una gestione e un controllo del rischio, attraverso un efficiente controllo del processo realizzativo basato su:

- L'uso di indicatori di prestazione chiave (KPI).
- L'implementazione di riunioni per l'aggiornamento dei KPI.
- L'organizzazione delle contromisure in caso di superamento dei valori soglia.

Gli indicatori chiave utilizzati devono essere strettamente correlati alla misura delle variabili significative rivelatrici della sicurezza dello scavo.

L'aggiornamento quotidiano delle misure di monitoraggio e la relazione tra queste e gli interventi messi in opera alle diverse progressive nel corso dell'avanzamento dello scavo consentono la realizzazione dell'opera sotto costante e attento controllo dei rischi.

Al fine di monitorare e gestire tutte le possibili sorgenti di rischio, il processo di gestione del rischio deve essere di tipo ciclico, deve cioè reiterarsi per tutta la durata del progetto ricevendo in ingresso valutazioni revisionate e input regolarmente aggiornati. In particolar modo trattando aspetti geotecnici, il grado di conoscenza progressivo e le possibili variazioni nelle soluzioni progettuali e nelle tecnologie realizzative impongono un costante aggiornamento della procedura di valutazione, analisi e gestione del rischio.

Zu praktischen Zwecken sollte zur Führung der Prozesse zu Risikoermittlung, -analyse und -management folgendermaßen vorgegangen werden:

- Sicherstellung, dass der Prozess der Risikobestimmung umsetzbar und realistisch ist.
- Einbeziehung von möglichst vielen Personen in den Prozess, insbesondere jener, die direkt von den Folgen des Risikos betroffen sind.
- Verwendung eines systematischen Ansatzes, um sicher zu stellen, dass alle Risiken und Gefahrenquellen richtig eingeordnet werden.
- Zielsetzung, nur die größeren Risiken umfassend zu ermitteln.
- Sammlung von möglichst vielen Informationen und entsprechende bestmögliche Analyse im Vorfeld der Analysephase.
- Beginn bei der Ermittlung der Gefahrenursachen.
- Bewertung des Risikos, das auf diese Gefahrenquellen zurückzuführen ist.
- Kontinuierliche Erfassung der durchgeführten Bewertungen, einschließlich der getroffenen Annahmen (Risikoverzeichnis).

Zudem sind die unmittelbar an der Erstellung eines Projektes beteiligten Akteure bei der Bewertung der Risikofolgen oft zu optimistisch, da sie unbewusst vom Fortschritt der Arbeiten beeinflusst werden und im Wesentlichen auf den Abschluss dieser ausgerichtet sind. Beim Ausführungsprozess kommt der Beteiligung von externen Fachleuten, die dazu in der Lage sind, potentielle Risikoquellen mit erhöhter Objektivität zu erfassen, eine wesentliche Bedeutung zu.

Ai fini pratici, nella conduzione dei processi di definizione, analisi e gestione del rischio, è utile:

- Assicurarsi che il processo di definizione del rischio sia attuabile e realistico.
- Coinvolgere più soggetti possibili nel processo, in particolar modo coloro che risultano direttamente interessati dalle conseguenze del rischio.
- Utilizzare un approccio sistematico per assicurare che tutti i rischi e le fonti di pericolosità vengano correttamente catalogati.
- Prefiggersi lo scopo di identificare compiutamente solo i rischi di maggiore entità.
- Raccogliere il maggior numero di informazioni possibili e analizzarle al meglio prima di cominciare la fase di analisi.
- Cominciare dall'identificazione delle cause di pericolosità.
- Valutare il rischio derivante da tali elementi di pericolosità.
- Tenere costantemente una registrazione delle valutazioni eseguite, comprendendo le assunzioni fatte (registro del rischio).

Oltre a ciò, spesso gli operatori coinvolti direttamente nella redazione di un progetto si dimostrano troppo ottimisti nel valutare le conseguenze dei rischi, poiché risultano inconsapevolmente influenzati dall'avanzamento dei lavori e sono orientati principalmente al loro completamento. Diventa allora fondamentale il contributo di tecnici specializzati esterni al processo realizzativo, in grado di cogliere con maggiore obiettività gli aspetti che possono costituire fonte di rischio.

4 RISIKOMANAGEMENT

4.1 VORWORT

In der Planung die folgenden Merkmale daher bereits definiert wurden:

- Das globale geologisch-geomechanische Modell.
- Die Vortriebsausrüstung.
- Die Tunnelauskleidung.
- Das Überwachungssystem und die Erkundungen während des Vortriebs.
- Die Risikobedingungen und die Risikominderung.

Die im gegenständlichen Bericht enthaltenen Angaben müssen somit aus der Perspektive des zyklischen Bewertungs- und Überarbeitungsprozesses der neuen Inputdaten, des fortlaufenden Kenntnisstandes, der möglichen Variationen der Planungslösungen und der Ausführungstechnologien sowie der daraus folgenden ständigen Aktualisierung des Verfahrens der Risikobewertung, -analyse und des Risikomanagements betrachtet werden.

Dieser Bericht behandelt im Wesentlichen den dritten Teil des Prozesses (Risikomanagement). Da logisch und operativ jedoch auch die ersten beiden Teile behandelt werden, werden diese nachfolgend erörtert und analysiert.

4.2 SITUATION DES POTENTIELLEN RISIKOS (SRP) UND DER GEOTECHNISCHEN RISIKEN

Die Risikobewertung bzw. -ermittlung erfolgt qualitativ, ausgehend von der Definition von GEFÄHRLICHEN EREIGNISSEN (hazard), von Erscheinungen, die eine potentielle Auswirkung in Form von negativen Folgen haben und somit die Quelle des daraus folgenden Risikos sind.

An dieser Stelle werden die folgenden gefährlichen Ereignisse (hazard) bzw. potentiellen Risikosituationen (SRP) untersucht:

- 1) Ortsbrustinstabilität.
- 2) Höhlungsinstabilität, starke Deformationen in Verbindung mit Materialeinsturz.
- 3) Stark asymmetrische Verformungslage: Deformations- und Lasten-Asymmetrie.
- 4) Schlotbildung
- 5) Abplatzungen und Abbröckelungen: Instabilität durch Biegung bzw. Biegedrillknickung.

4 GESTIONE DEL RISCHIO

4.1 PREMESSA

Nel progetto sono già state definite le seguenti caratteristiche (geometriche, meccaniche, operative):

- Il modello geologico-geomeccanico globale.
- L'attrezzatura di scavo.
- Il rivestimento della galleria.
- Il sistema di monitoraggio e prospezione in avanzamento.
- Le condizioni di rischio e la loro mitigazione.

Le indicazioni contenute nella presente devono quindi essere intese nell'ottica del processo ciclico di valutazione e revisione dei nuovi dati di input, del grado di conoscenza progressivo, delle possibili variazioni nelle soluzioni progettuali e nelle tecnologie realizzative e nel conseguente costante aggiornamento della procedura di valutazione, analisi e gestione del rischio.

Questa relazione si occupa in particolare della terza parte del processo (gestione del rischio). Tuttavia, dal momento che essa ricomprende logicamente e operativamente anche le prime due, si partirà nel seguito dalla loro discussione e analisi.

4.2 SITUAZIONE DEL RISCHIO POTENZIALE (SRP) E RISCHI GEOTECNICI

La valutazione o identificazione del rischio viene svolta qualitativamente partendo dalla definizione di EVENTI PERICOLOSI (hazard), di fenomeni che hanno un potenziale impatto in termini di conseguenze negative, cioè sono la fonte del conseguente rischio.

I possibili eventi pericolosi (hazard) o situazioni di rischio potenziale (SRP) che vengono presi in esame in questa sede sono:

- 1) Instabilità del fronte.
- 2) Instabilità del cavo, grandi deformazioni associate a collassi di materiale.
- 3) Stato deformativo fortemente dissimetrico: dissimmetria di deformazione e di carico.
- 4) Formazione di camini
- 5) Splaccaggio e sgretolamento: instabilità flessionali o per imbozzamento.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 6) Verwerfungen und Überschiebungen: Austritt der Verfüllung, Verschlechterung der allgemeinen Bedingungen, Wasser- oder Gaszutritte, Feinmaterialzutritt. 7) Infiltrationen und Porendruck: Starke, plötzliche Wasserzutritte mit Bildung von Gradienten und möglichem Materialzutritt. 8) Gasvorkommen 9) Auflösung oder Transport: Änderung der physischen Materialeigenschaften aufgrund von Änderungen des Wassergehalts oder Transport von Feinteilen 10) Aushub in gemischte Lithotypen verschiedener Art: Unregelmäßiges Verhalten, Übergangsbereiche mit unterschiedlicher Durchlässigkeit und möglichen Wasser- oder Gaszutritten. 11) Schwellung 12) Abbruch oder Abgleiten von Felsblöcken. 13) Bergschlag 14) Interferenzen zwischen angrenzenden Höhlungen 15) Gleichgewichtsverlust und Strukturlabilität während der Aushubvertiefung in mehreren Phasen 16) Vorkommen von radioaktivem Gestein 17) Blockierung von mechanischen Elementen (clogging) 18) Hohe Temperaturen 19) Auswirkungen auf Wasserressourcen | <ul style="list-style-type: none"> 6) Faglie e sovrascorimenti: rilascio del riempimento, peggioramento delle condizioni generali, venute d'acqua o di gas, rifluimenti. 7) Infiltrazioni e pressione interstiziale: forti venute d'acqua improvvise con sviluppo di gradienti e possibili invasioni di materiale. 8) Presenza di gas 9) Dissoluzione o trasporto: modifica delle caratteristiche fisiche del materiale per variazioni del contenuto d'acqua o per trasporto di particelle fini. 10) Scavo in litotipi misti: disomogeneità di comportamento, zone di transizione a diversa permeabilità con possibili venute d'acqua o gas. 11) Rigonfiamento 12) Distacco o scivolamento di blocchi rocciosi. 13) Colpo di montagna (rock burst) 14) Interferenze fra cavità limitrofe 15) Perdita di equilibrio e labilità delle strutture durante il ribasso di scavi in più fasi 16) Presenza di minerali radioattivi 17) Presa di elementi meccanici (clogging) 18) Alte temperature 19) Impatti sulle risorse idriche |
|--|--|

Alle oben angeführten SRP können im Wesentlichen zu diesen Risiken führen:

- a) Wesentliche Behinderung des Einsatzes der Geräte und des Personals.
- b) Zusammenbruch oder beträchtlicher Schaden der Innenschale.
- c) Auswirkungen auf Umwelt und andere Strukturen

Insbesondere:

- Die SRP 1, 2, 4, 6, 7, 8, 11, 13, 15, 16, 17, 18, können zum Risiko a) führen, d.h. im Wesentlichen zum Auftreten von derart umfangreichen Verformungen, Wasser- oder Gaszutritten, dass der reguläre Vortrieb blockiert wird (zum Beispiel, Blockierung des Schildes im Fall von Vortrieb mit Schild TBM). Diese Bedingungen können in geomechanisch äußerst ungünstigen Situationen auftreten.

Tutte le SRP sopra elencate possono tradursi essenzialmente nei seguenti rischi:

- a) Significativo impedimento all'impiego delle attrezzature e delle maestranze.
- b) Collasso o danno significativo del rivestimento.
- c) Impatti su ambiente e su altre strutture

In particolare:

- Le SRP 1, 2, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, possono determinare il rischio a), che consiste essenzialmente nel manifestarsi di deformazioni dello scavo, di venute d'acqua o di gas e in generale di condizioni tali da bloccare il regolare processo di scavo (per esempio intrappolamento dello scudo per gli scavi con TBM scudate). Queste condizioni si possono rinvenire in situazioni geomeccaniche veramente deteriori.

- Die SRP 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14 können zum Risiko b) führen, d.h. zum mehr oder weniger starken, weitläufigen und von Zutritten im Lichtraum begleiteten Bruch der Auskleidung. Es sei darauf hingewiesen, dass das Projekt der Innenschale bereits die Arbeit unter den an-geführten geomechanischen Bedingungen vorsieht, aber mit weitgehend symmetrischen und gleichmäßig auftretenden Verformungen, Schub- und Druckbelastungen und homogener Belastung des Innenschalenurisses. Die Aufmerksamkeit ist demnach auf all jene Situationen zu richten, in denen Verformungen, Schub- und Druckbelastungen asymmetrisch und auf Ab-schnitte der Innenschale beschränkt auftreten können und die Belastung des Innenschalenurisses nicht homogen ist. Es handelt sich hierbei um weniger extreme (dadurch wahrscheinlichere!), aber heimtückischere und schwieriger auszumachende und vorherzusehende Situationen als jene des Risikos a), die somit für das Schadensausmaß ebenfalls von großer Wichtigkeit sein können
- Die SRP 4 und 19 können das Risiko c) verursachen, welches dem Einfluss auf Umwelt und bestehende Strukturen entspricht. Für diese SRP wird auf die entsprechenden Planungsunterlagen [17], [18] verwiesen sowie auf die Dokumente der Sektoren 18 (Erschütterungen und geodätische Setzungen) und 74 (Umweltüberwachungsplan) des Dokumentenverzeichnisses.

4.3 RISIKOMINDERUNGSMASSNAHMEN

In der Risikoanalyse sind dort, wo die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisfalls höher ist als vorab festgelegt, spezifische Risikominderungsmaßnahmen vorzusehen.

4.3.1 Konventioneller Vortrieb

Für die konventionellen Aushübe sind folgende Risikominderungsmaßnahmen geplant:

- Ortsbrustinstabilität (SRP1)
 - Aushubabschnitte ohne Ortsbrustfestigung: Aufnahme der Ortsbrustfestigung, Wechsel zu einem schwereren Abschnitt (siehe Kapitel 4.4.10).
 - Aushubabschnitte mit Ortsbrustfestigung: Zunahme der Anzahl von Ortsbrusteinschlüssen, Wechsel zu einem schwereren Abschnitt (siehe Kapitel 4.4.10).
- Höhlungsinstabilität, starke Verformungen (SRP2)
 - Wechsel zu einem schwereren Aushubabschnitt, mit eventueller verformbare Außenschale (siehe Kapitel 4.4.10).
- Stark asymmetrische Verformungslage (SRP3)

- Le SRP 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14 possono determinare il rischio b) che consiste nella rottura, più o meno intensa, estesa e accompagnata da ingressi in sagoma, del rivestimento. Si noti che il progetto del rivestimento prevede già l'attraversamento di tali condizioni geomeccaniche ma con manifestazioni delle deformazioni, delle spinte e dei carichi essenzialmente simmetriche e uniformemente distribuite e con condizioni di vincolo omogenee sul perimetro del rivestimento. L'attenzione va quindi posta su tutte quelle situazioni in cui, invece, deformazioni, spinte e carichi possono manifestarsi in modo dissimmetrico o concentrato su porzioni limitate del rivestimento e le condizioni di vincolo non siano omogenee sul perimetro. Si tratta di condizioni meno estreme (quindi più probabili!) di quelle che caratterizzano il rischio a) ma più subdole e difficili da evidenziare e prevedere e possono essere comunque altrettanto importanti in termini di valore del danno.
- Le SRP 4 e 19 possono determinare il rischio c), che corrisponde all'impatto sull'ambiente o sulle strutture esistenti. Per queste SRP si rimanda ai corrispondenti elaborati progettuali [17], [18] e nei documenti contenuti nei settori 18 (Vibrazioni e cedimenti geodetici), 74 (Progetto di monitoraggio ambientale) dell'Elenco Elaborati.

4.3 INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

L'analisi del rischio deve prevedere, laddove la probabilità di un evento dannoso risulti superiore a un valore prefissato, di intervenire con specifici interventi in grado di limitare convenientemente il rischio.

4.3.1 Scavo in tradizionale

Per gli scavi in tradizionale sono previsti i seguenti interventi di mitigazione del rischio:

- Instabilità del fronte (SRP 1)
 - Sezioni di Scavo senza consolidamento del fronte: messa in opera del consolidamento del fronte, passaggio a una sezione più pesante (si veda Capitolo 4.4.10).
 - Sezioni di Scavo con consolidamento del fronte: aumento del numero di inclusi sul fronte, passaggio a una sezione più pesante (si veda Capitolo 4.4.10).
- Instabilità del cavo, grandi deformazioni (SRP 2)
 - Passaggio a una Sezione di Scavo più pesante, eventualmente con rivestimento di prima fase deformabile (si veda Capitolo 4.4.10).

- Wechsel zu einem schwereren Aushubabschnitt mit eventueller verformbare Außenschale (siehe Kapitel 4.4.10).
- Anbringung von Zusatznietungen von geeigneter Länge an spezifischen Aushubstücken
- Schlotbildung (SRP4)
- SRP im Allgemeinen nicht bedeutend für diese Bauwerke (Gesteinsaushub, Abdeckungen immer über 80m).
- Anwendung von Vortriebseingriffe wie Bohrschrauben oder eventuell eingespritzten Einschlüsse aus VTR, oder Ergänzungen dieser Eingriffe für die Abschnitte bei denen diese bereits eingeplant sind.
- Abplatzungen und Abbröckelungen (SRP5)
- Anbringung von Zusatznietungen von geeigneter Länge an spezifischen Aushubstücken
- Verwerfungen und Überschiebungen (SRP6)
- Kleinere Verwerfungen: Wechsel zu einem schwereren Abschnitt (siehe Kapitel 4.4.10).
- Bedeutende Verwerfungen: Vertiefung der geologisch-geomechanischen und hydrogeologischen Bedingungen mit darauffolgende Festlegung der gezielten Ergänzungseingriffe.
- Infiltrationen und Porendruck (SRP7)
- Ausführung der Vortriebdränage.
- Gasvorkommen (SRP8)
- Anpassung des Lüftungssystems während der Bauphase.
- Auflösung oder Transport (SRP9)
- Ausführung der Vortriebdränage eventuell mit Preventer-Vorrichtungen, um die Wasserzutritte zu regulieren und die Drücke abzubauen.
- Ausführung von Vortriebsfestigung mit Zement- oder Harzgemische.
- Aushub in gemischte Lithotypen (SRP10)
- Anwendung eines den geomechanischen Eigenschaften des schwächeren Lithotypen entsprechenden Aushubabschnitts
- Anbringung von Zusatznietungen von geeigneter Länge an spezifischen Aushubstücken
- Schwellung (SRP11)
- Einführung von Technologien und Methoden, welche die Wassernutzung begrenzen, während des Aushubs und der Anwendungsphase von Eingrenzungseingriffe.
- Sofortiger Schutz der Aushuboberflächen mit Spritzbeton, um die Aussetzung an das Umfeld zu vermeiden.
- Anbringung, sofern möglich, von steifen Außenschalen, welche die Druckentlastung auf den Aushubumriss reduzieren.
- Eventueller Wechsel zu einem Aushubabschnitt mit verformbarer Außenschale (siehe Kapitel 4.4.10) bei übertriebenen Schwellungsdrücke durch Anbringung von geeigneten Zusatznietungen an den Umriss.
- Angepasste Bemaßung der Innenschalen.
- Abbruch oder Abgleiten von Felsblöcken (SRP12)
- Stato deformativo fortemente dissimetrico (SRP 3)
 - Passaggio a una Sezione di Scavo più pesante, eventualmente con rivestimento di prima fase deformabile (si veda Capitolo 4.4.10).
 - Applicazione di chiodature integrative di opportuna lunghezza su porzioni specifiche dello scavo
- Formazione di camini (SRP 4)
 - SRP in generale non significativa per le opere in oggetto (scavo in roccia, coperture sempre superiori a 80m).
 - Applicazione di interventi in avanzamento quali elementi autopercoranti o inclusi in VTR eventualmente iniettati o integrazione di tali interventi per le sezioni di scavo che già li prevedono
- Splaccaggio e sgretolamento (SRP 5)
 - Applicazione di chiodature integrative di opportuna lunghezza su porzioni specifiche dello scavo.
- Faglie e sovrascorrimenti (SRP 6)
 - Faglie di dimensioni ridotte: passaggio a una sezione più pesante (si veda Capitolo 4.4.10).
 - Faglie di dimensioni significative: approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche, con successiva definizione di interventi integrativi mirati.
- Infiltrazioni e pressione interstiziale (SRP 7)
 - Esecuzione di drenaggi in avanzamento.
- Presenza di gas (SRP 8)
 - Adeguamento del sistema di ventilazione in fase di costruzione.
- Dissoluzione o trasporto (SRP 9)
 - Esecuzione di drenaggi in avanzamento eventualmente con dispositivi preventer per regimare le venute d'acqua e abbattere le pressioni.
 - Esecuzione di consolidamenti in avanzamento con miscele cementizie o resine.
- Scavo in litotipi misti (SRP 10)
 - Applicazione di una Sezione di Scavo corrispondente alle caratteristiche geomeccaniche del litotipo più debole.
 - Applicazione di chiodature integrative di opportuna lunghezza su porzioni specifiche dello scavo.
- Rigonfiamento (SRP 11)
 - Adozione, nel corso dello scavo e delle fasi di applicazione degli interventi di confinamento, di tecnologie e metodi che minimizzino l'impiego di acqua.
 - Immediata protezione delle superfici di scavo con betoncino proiettato per evitare l'esposizione all'ambiente.
 - Adozione, per quanto possibile, di rivestimenti di prima fase rigidi che riducano le decompressioni sul contorno dello scavo.
 - Eventuale passaggio a una Sezione di Scavo con rivestimento di prima fase deformabile (si veda

- Inbetriebsetzung von Nietungen als Stütze der Blöcke, Wechsel zu einem schwereren Aushubabschnitt (siehe Kapitel 4.4.10).
- Bergschlag (SRP13)
- Wechsel zum entsprechenden Aushubabschnitt - TRb (siehe Kapitel 4.4.10).
- Reduzierung der Vortriebsgeschwindigkeit
- Ausführung von Vortriebssondierungen zur Spannungsfreilassung.
- Interferenzen zwischen angrenzende Höhlungen (SRP14)
- Anwendung von spezifischen Eingrenzungseingriffen zur Verstärkung der Gesteinsstücke, welche zwischen angrenzende und/oder kreuzende Höhlungen liegen.
- Gleichgewichtsverlust und Strukturlabilität während der Aushubvertiefung in mehreren Phasen (SRP15)
- Inbetriebsetzung von Nahteingriffe unter den verschiedenen Außenschalenstücken (z.B. Installation einer Bewehrungsmatte, mit Nietungen befestigt, im Überlagerungsbereich).
- Vorkommen von radioaktivem Gestein (SRP16)
- Anwendung von geeignetem Schutz für das untertage arbeitende Personal und/oder Reduzierung der Aussetzungszeit.
- Blockierung von mechanischen Elementen (SRP17)
- Nicht bedeutende SRP für konventionelle Vortriebe.
- Hohe Temperaturen (SRP18)
- Anpassung des Kühlungssystems während der Bauphase.

4.3.2 Vortrieb mit offener TBM

Für die Aushübe mit offener TBM sind folgende Risikominderungseingriffe geplant:

- Ortsbrustinstabilität (SRP1)
- Festlegung der gezielten Vortriebseingrenzungseingriffe.
- Höhlungsinstabilität, starke Verformungen (SRP2)
- Wechsel zu einem schwereren Aushubabschnitt (siehe Kapitel 4.4.10).
- Eventuelle Vortriebsunterbrechung sowie Festlegung der gezielten Vortriebseingrenzungseingriffe.
- Stark asymmetrische Verformungslage (SRP3)
- Wechsel zu einem schwereren Aushubabschnitt und/oder Anbringung von Zusatznietungen von geeigneter Länge an spezifischen Aushubstücken
- Schlotbildung (SRP4)
- SRP im Allgemeinen nicht bedeutend für diese Bauwerke (Gesteinsaushub, Abdeckungen immer über 80m).

- Capitolo 4.4.10) se le pressioni di rigonfiamento risultano eccessive, con applicazione di adeguate chiodature sul contorno.
- Dimensionamento opportuno dei rivestimenti definitivi.
 - Distacco o scivolamento di blocchi rocciosi (SRP 12)
 - Messa in opera di chiodature per il sostegno dei blocchi, passaggio a una Sezione di Scavo più pesante (si veda Capitolo 4.4.10).
 - Rock burst(SRP 13)
 - Passaggio alla corrispondente Sezione di Scavo -TRb (si veda Capitolo 4.4.10).
 - Riduzione della velocità di avanzamento
 - Esecuzione di perforazioni in avanzamento per il rilascio preventivo delle tensioni
 - Interferenze fra cavità limitrofe (SRP 14)
 - Applicazione di interventi di confinamento specifici per il rinforzo delle porzioni rocciose comprese tra le cavità limitrofe e / o interferenti.
 - Perdita di equilibrio e labilità delle strutture durante il ribasso di scavi in più fasi (SRP 15)
 - Messa in opera di interventi di cucitura tra le diverse porzioni di rivestimento di prima fase (es. installazione di uno strato di rete elettrosaldada nella zona di sovrapposizione, ancorata con chiodature).
 - Presenza di minerali radioattivi (SRP 16)
 - Adozione di specifiche protezioni per il personale operante in sotterraneo e / riduzione del tempo di esposizione.
 - Presa di elementi meccanici(SRP 17)
 - SRP non significativa per gli scavi in tradizionale.
 - Alte temperature (SRP 18)
 - Adeguamento del sistema di raffreddamento in fase di costruzione.

4.3.2 Scavo con TBM aperta

Per gli scavi con TBM aperta sono previsti i seguenti interventi di mitigazione del rischio:

- Instabilità del fronte (SRP 1)
- Definizione di interventi mirati di consolidamento in avanzamento.
- Instabilità del cavo, grandi deformazioni (SRP 2)
- Passaggio a una Sezione di Scavo più pesante (si veda Capitolo 4.4.10).
- Eventuale sospensione dell'avanzamento e definizione di interventi mirati di consolidamento in avanzamento.
- Stato deformativo fortemente dissimetrico (SRP 3)
- Passaggio a una Sezione di Scavo più pesante e / o applicazione di chiodature integrative di opportuna lunghezza su porzioni specifiche dello scavo.
- Formazione di camini (SRP 4)
- SRP in generale non significativa per le opere in oggetto (scavo in roccia, coperture sempre superiori a 80m).

- Anwendung von Vortriebseingriffe wie Bohrschrauben oder eventuell eingespritzten Einschlüsse aus VTR, oder Ergänzungen dieser Eingriffe für die Abschnitte (GL-MA4) bei denen diese bereits eingeplant sind.
- Abplatzungen und Abbröckelungen (SRP5)
- Anbringung von Zusatznietungen von geeigneter Länge an spezifischen Aushubstücken
- Verwerfungen und Überschiebungen (SRP6)
- Kleinere Verwerfungen: Wechsel zu einem schwereren Abschnitt (siehe Kapitel 4.4.10).
- Bedeutende Verwerfungen: Vertiefung der geologisch-geomechanischen und hydrogeologischen Bedingungen mit darauffolgende Festlegung der gezielten Ergänzungseingriffe.
- Infiltrationen und Porendruck (SRP7)
- Ausführung der Vortriebdränage.
- Gasvorkommen (SRP8)
- Anpassung des Lüftungssystems während der Bauphase.
- Auflösung oder Transport (SRP9)
- Ausführung der Vortriebdränage eventuell mit Preventer-Vorrichtungen, um die Wasserzutritte zu regulieren und die Drücke abzubauen.
- Ausführung von Vortriebsfestigung mit Zement- oder Harzgemische.
- Aushub in gemischte Lithotypen (SRP10)
- Anwendung eines den geomechanischen Eigenschaften des schwächeren Lithotypen entsprechenden Aushubabschnitts
- Anbringung von Zusatznietungen von geeigneter Länge an spezifischen Aushubstücken
- Schwellung (SRP11)
- Präventiver Abbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen sowie hydrogeologischen Bedingungen; Festlegung der gezielten Eingrenzungseingriffe.
- Einführung von Technologien und Methoden, welche die Wassernutzung begrenzen, während des Aushubs und der Anwendungsphase von Eingrenzungseingriffe.
- Sofortiger Schutz der Aushuboberflächen mit Spritzbeton, um die Aussetzung an das Umfeld zu vermeiden.
- Anbringung, sofern möglich, von steifen Außenschalen, welche die Druckentlastung auf den Aushubumriss reduzieren.
- Eventueller Wechsel zu einem Aushubabschnitt mit verformbarer Außenschale bei übertriebenen Schwellungsdrücke durch Anbringung von geeigneten Zusatznietungen an den Umriss.
- Angepasste Bemaßung der Innenschalen.
- Abbruch oder Abgleiten von Felsblöcken (SRP12)
- Inbetriebsetzung von Nietungen als Stütze der Blöcke, Wechsel zu einem schwereren Aushubabschnitt (siehe Kapitel 4.4.10).
- Bergschlag (SRP13)
- Wechsel zum Aushubabschnitt GL-MARb (siehe Kapitel 4.4.10).
- Reduzierung der Vortriebsgeschwindigkeit
- Applikatione di interventi in avanzamento quali elementi autopercoranti o inclusi in VTR eventualmente iniettati o integrazione di tali interventi per le sezioni di scavo (GL-MA4) che già li prevedono.
- Splaccaggio e sgretolamento (SRP 5)
- Applikatione di chiodature integrative di opportuna lunghezza su porzioni specifiche dello scavo.
- Faglie e sovrascorrimenti (SRP 6)
- Faglie di dimensioni ridotte: passaggio a una sezione più pesante (si veda Capitolo 4.4.10).
- Faglie di dimensioni significative: approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche, con successiva definizione di interventi integrativi mirati.
- Infiltrazioni e pressione interstiziale (SRP 7)
- Esecuzione di drenaggi in avanzamento.
- Presenza di gas (SRP 8)
- Adeguamento del sistema di ventilazione in fase di costruzione.
- Dissoluzione o trasporto (SRP 9)
- Esecuzione di drenaggi in avanzamento eventualmente con dispositivi preventer per regimare le venute d'acqua e abbattere le pressioni.
- Esecuzione di consolidamenti in avanzamento con miscele cementizie o resine.
- Scavo in litotipi misti (SRP 10)
- Applikatione di una Sezione di Scavo corrispondente alle caratteristiche geomeccaniche del litotipo più debole.
- Applikatione di chiodature integrative di opportuna lunghezza su porzioni specifiche dello scavo
- Rigonfiamento (SRP 11)
- Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; definizione di interventi integrativi mirati.
- Adozione, nel corso dello scavo e delle fasi di applicazione degli interventi di confinamento, di tecnologie e metodi che minimizzino l'impiego di acqua.
- Immediata protezione delle superfici di scavo con betoncino proiettato per evitare l'esposizione all'ambiente.
- Adozione, per quanto possibile, di rivestimenti di prima fase rigidi che riducano le decompressioni sul contorno dello scavo.
- Eventuale passaggio a una Sezione di Scavo con rivestimento di prima fase deformabile se le pressioni di rigonfiamento risultano eccessive, con applicazione di adeguate chiodature sul contorno.
- Dimensionamento opportuno dei rivestimenti definitivi.
- Distacco o scivolamento di blocchi rocciosi (SRP 12)

- Ausführung von Vortriebssondierungen zur Spannungsfreilassung.
- Interferenzen zwischen angrenzende Höhlungen (SRP14)
- Anwendung von spezifischen Eingrenzungseingriffen zur Verstärkung der Gesteinsstücke, welche zwischen angrenzende und/oder kreuzende Höhlungen liegen.
- Gleichgewichtsverlust und Strukturlabilität während der Aushubvertiefung in mehreren Phasen (SRP15)
- Nicht bedeutende SRP für diese Bauwerke.
- Vorkommen von radioaktivem Gestein (SRP16)
- Anwendung von geeignetem Schutz für das untertage arbeitende Personal und/oder Reduzierung der Aussetzungszeit.
- Blockierung von mechanischen Elementen (SRP17)
- Einsatz von bestimmten Konditionierungszusätzen des Aushubmaterials; Minimalisierung des Wassereinsatzes während der Aushubarbeiten.
- Hohe Temperaturen (SRP18)
- Anpassung des Kühlungssystems während der Bauphase.

4.3.3 Vortrieb mit Schild-TBM

Für die Aushübe mit Schild-TBM Tübbing Schalen aus Stahlbeton sind folgende Risikominderungeingriffe geplant:

- Ortsbrustinstabilität (SRP 1)
- Gezielte Vortriebseingrenzungseingriffe (Typ 1, Typ 2, Typ 3).
- Höhlungsinstabilität, starke Verformungen (SRP 2)
- Präventiver Vortriebsabbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen; Anwendung der geplanten besonderen Eingriffen (Typ 1, Typ 2, Typ 3).
- Stark asymmetrische Verformungslage (SRP 3)
- Präventiver Vortriebsabbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen; Anwendung der geplanten besonderen Eingriffen (Typ 1, Typ 2, Typ 3).
- Schlotbildung (SRP 4)
- SRP im Allgemeinen nicht bedeutend für diese Bauwerke (Gesteinsaushub, Abdeckungen immer über 80m).
- Präventiver Vortriebsabbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen; Anwendung der geplanten besonderen Eingriffen (Typ 1, Typ 2, Typ 3).
- Abplatzungen und Abbröckelungen (SRP 5)
- Präventiver Vortriebsabbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen; Anwendung der geplanten besonderen Eingriffen (Typ 1, Typ 2, Typ 3).

- Messa in opera di chiodature per il sostegno dei blocchi, passaggio a una Sezione di Scavo più pesante (si veda Capitolo 4.4.10).
- Rock burst(SRP 13)
- Passaggio alla Sezione di Scavo GL-MARb (si veda Capitolo 4.4.10).
- Riduzione della velocità di avanzamento
- Esecuzione di perforazioni in avanzamento per il rilascio preventivo delle tensioni
- Interferenze fra cavità limitrofe (SRP 14)
- Applicazione di interventi di confinamento specifici per il rinforzo delle porzioni rocciose comprese tra le cavità limitrofe e / o interferenti.
- Perdita di equilibrio e labilità delle strutture (SRP 15)
- SRP non significativa per le opere in oggetto.
- Presenza di minerali radioattivi (SRP 16)
- Adozione di specifiche protezioni per il personale operante in sotterraneo e / riduzione del tempo di esposizione.
- Presa di elementi meccanici (SRP 17)
- Impiego di specifici additivi condizionatori del materiale di scavo; minimizzazione dell'impiego di acqua nelle operazioni di scavo.
- Alte temperature (SRP 18)
- Adeguamento del sistema di raffreddamento in fase di costruzione.

4.3.3 Scavo con TBM scudata

Per gli scavi con TBM scudata con rivestimento in conci prefabbricati in c.a. sono previsti i seguenti interventi di mitigazione del rischio:

- Instabilità del fronte (SRP 1)
- Interventi mirati di consolidamento in avanzamento (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).
- Instabilità del cavo, grandi deformazioni (SRP 2)
- Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).
- Stato deformativo fortemente dissimmetrico (SRP 3)
- Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).
- Formazione di camini (SRP 4)
- SRP in generale non significativa per le opere in oggetto (scavo in roccia, coperture sempre superiori a 80m).
- Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).
- Splaccaggio e sgretolamento (SRP 5)

- Verwerfungen und Überschiebungen (SRP 6)
- Präventiver Vortriebsabbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen; Anwendung der geplanten besonderen Eingriffe (Typ 1, Typ 2, Typ 3).
- Infiltrationen und Porendruck (SRP 7)
- Anwendung der geplanten besonderen Eingriffe (Typ 1, Typ 2, Typ 3), welche auch die Ausführung von Vortriebsdrainage vorsehen.
- Gasvorkommen (SRP 8)
- Anpassung des Lüftungssystems während der Bauphase.
- Auflösung oder Transport (SRP 9)
- Anwendung der geplanten besonderen Eingriffe (Typ 1, Typ 2, Typ 3), welche auch die Ausführung von Vortriebsdrainage vorsehen.
- Aushub in gemischte Lithotypen (SRP 10)
- Präventiver Vortriebsabbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen; Anwendung der geplanten besonderen Eingriffe (Typ 1, Typ 2, Typ 3).
- Schwellung (SRP 11)
- Präventiver Abbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen sowie hydrogeologischen Bedingungen; Ausführung der gezielten Eingrenzungseingriffe.
- Einführung von Technologien und Methoden, welche die Wassernutzung begrenzen, während des Aushubs und der Anwendungsphase von Eingrenzungseingriffe.
- Angepasste Bemaßung der Innenschalen.
- Abbruch oder Abgleiten von Felsblöcken (SRP 12)
- Präventiver Abbruch, Vertiefung der geologisch-geomechanischen sowie hydrogeologischen Bedingungen für die eventuelle Ausführung von gezielten Eingriffen.
- Bergschlag (SRP 13)
- Präventiver Abbruch, Vertiefung der geologisch-geomechanischen sowie hydrogeologischen Bedingungen für die eventuelle Ausführung von gezielten Eingriffen.
- Reduzierung der Vortriebsgeschwindigkeit
- Ausführung von Vortriebssondierungen zur Spannungsfreilassung.
- Interferenzen zwischen angrenzende Höhlungen (SRP14)
- Nicht bedeutende SRP für diese Bauwerke.
- Gleichgewichtsverlust und Strukturlabilität während der Aushubvertiefung in mehreren Phasen (SRP15)
- Anwendung von spezifischen Eingrenzungseingriffen zur Verstärkung der Gesteinsstücke, welche zwischen angrenzende und/oder kreuzende Höhlungen liegen.
- Vorkommen von radioaktivem Gestein (SRP16)
- Anwendung von geeignetem Schutz für das untertage arbeitende Personal und/oder Reduzierung der Aussetzungszeit.
- Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).
- Faglie e sovrascorrimenti (SRP 6)
- Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).
- Infiltrazioni e pressione interstiziale (SRP 7)
- Messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 2, Tipo 3), che prevedono anche l'esecuzione di drenaggi in avanzamento.
- Presenza di gas (SRP 8)
- Adeguamento del sistema di ventilazione in fase di costruzione.
- Dissoluzione o trasporto (SRP 9)
- Messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 2, Tipo 3), che prevedono anche l'esecuzione di drenaggi in avanzamento.
- Scavo in litotipi misti (SRP 10)
- Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).
- Rigonfiamento (SRP 11)
- Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi mirati.
- Adozione, nel corso dello scavo e delle fasi di applicazione degli interventi di confinamento, di tecnologie e metodi che minimizzino l'impiego di acqua.
- Dimensionamento opportuno dei rivestimenti definitivi.
- Distacco o scivolamento di blocchi rocciosi (SRP 12)
- Arresto preventivo dell'avanzamento, approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idro-geologiche, nell'eventuale messa a punto di interventi integrativi mirati.
- Rock burst (SRP 13)
- Arresto preventivo dell'avanzamento, approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idro-geologiche, nell'eventuale messa a punto di interventi integrativi mirati.
- Riduzione della velocità di avanzamento
- Esecuzione di perforazioni in avanzamento per il rilascio preventivo delle tensioni
- Interferenze fra cavità limitrofe (SRP 14)
- SRP non significativa per le opere in oggetto.
- Perdita di equilibrio e labilità delle strutture (SRP 15)
- Applicazione di interventi di confinamento specifici per il rinforzo delle porzioni rocciose comprese tra le cavità limitrofe e / o interferenti.

- Blockierung von mechanischen Elementen (SRP17)
- Einsatz von bestimmten Konditionierungszusätzen des Aushubmaterials; Minimalisierung des Wassereinsatzes während der Aushubarbeiten.
- Hohe Temperaturen (SRP18)
- Anpassung des Kühlungssystems während der Bauphase.

4.4 EINRICHTUNG DES RISIKOMANAGEMENTSYSTEMS

4.4.1 Operative Struktur des Risikomanagements

Das für das Risikomanagement zuständige Team muss folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Fachliche Kompetenz (im Bereich Geologie, Geomechanik, Untertagebau, TBM-Vortrieb).
- Angemessene Erfahrung in Theorie und Praxis.
- Tiefreichende Kenntnisse der spezifischen Problemstellung (des geologischen Modells, des Projekts, der Geräteeigenschaften etc.).
- Sich der SRP, der Risiken und der Risikomanagementverfahren bewusst sein und in der Lage sein, dieses laufend zu verfeinern.
- Direkter und laufender Zugang zu sämtlichen Informationen.
- Gewährleistung ständiger Anwesenheit auf der Baustelle.
- Entscheidungsflexibilität (kurze Entscheidungskette aus einer, maximal zwei Ebenen).
- Angemessene Entscheidungsbefugnisse.
- Möglichkeit sofortiger Mitteilung der Entscheidungen an alle Beteiligten.

Das Team kann beispielsweise aus einem Techniker für jede Arbeitsschicht und einem verantwortlichen Koordinator bestehen, der von zwei Beratern (aus den Bereichen Geologie- und Geomechanikplanung) unterstützt wird.

4.4.2 Aufgaben und Verantwortlichkeiten der operativen Struktur

- Erstellung, Ausfüllung und laufende Aktualisierung des Risikoverzeichnisses, mindestens einmal pro Monat.

- Presenza di minerali radioattivi (SRP 16)
- Adozione di specifiche protezioni per il personale operante in sotterraneo e / riduzione del tempo di esposizione.
- Presa di elementi meccanici (SRP 17)
- Impiego di specifici additivi condizionatori del materiale di scavo; minimizzazione dell'impiego di acqua nelle operazioni di scavo.
- Alte temperature (SRP 18)
- Adeguamento del sistema di raffreddamento in fase di costruzione.

4.4 MESSA A PUNTO DEL SISTEMA DI GESTIONE DEL RISCHIO

4.4.1 Struttura operativa di gestione del rischio

Il team a cui è deputata la gestione del rischio deve possedere le seguenti caratteristiche:

- Competenza specifica (in campo geologico, geomeccanico, delle opere sotterranee, dello scavo con TBM).
- Adeguata esperienza teorica e pratica.
- Profonda conoscenza del problema specifico (del modello geologico, del progetto, delle caratteristiche delle attrezzature, ecc.).
- Essere coscienti delle SRP, dei rischi e delle procedure di gestione ed essere in grado di operare il processo continuo di affinamento.
- Avere accesso diretto e continuo alle informazioni derivanti dal sistema di monitoraggio e dalle prospezioni in corso di scavo.
- Garantire una presenza continuativa sul cantiere.
- Agilità decisionale (catena decisionale corta, composta da uno, massimo due livelli).
- Adeguati poteri decisori.
- Possibilità di immediata comunicazione delle decisioni a tutti gli interessati.

La struttura del team dovrebbe essere costituita, per esempio, da un tecnico per ogni turno di lavoro e da un coordinatore responsabile affiancato da due consultant (geologico e geomeccanico-progettuale).

4.4.2 Compiti e responsabilità della struttura operativa

- Redigere, compilare e mantenere costantemente aggiornato il registro del rischio, con cadenza almeno mensile.

- Durchführung der systematischen Messungen, Erhebungen und Kontrollen, die in diesen Zuständigkeitsbereich fallen.
- Sammlung, Auswertung, Analyse und Interpretation sämtlicher Mess-, Erhebungs- und Kontrollergebnisse.
- Rechtzeitige Vorsichts- und Alarmmeldungen.
- Festlegung des zu verwendenden Auskleidungstyps und rechtzeitige Mitteilung an die Arbeiter.
- Entscheidung hinsichtlich Vortriebsstopp.
- Vorschlag und Begründung der Durchführung nicht systematischer Beweissicherungen und Vorauserkundungen.
- Vorschlag und Begründung von Maßnahmen oder ergänzenden Beweissicherungen und Erkundungen.
- Laufende Information aller Beteiligten über den Ablauf.

4.4.3 Risikoverzeichnis

Dieses Dokument ist von der operativen Struktur laufend zu aktualisieren und hat Folgendes zu enthalten:

- Die prognostizierten und die tatsächlich während des Vortriebs angetroffenen SRP.
- Die prognostizierten Risiken und die tatsächlich angetroffenen Schäden und/oder Unregelmäßigkeiten.
- Die für die diversen Indikatoren erwarteten Schwellenwerte und die tatsächlich angetroffenen.
- Die Ergebnisse der systematischen Messungen, Erhebungen und Kontrollen.
- Die Ergebnisse der nicht systematischen Messungen, Erhebungen und Kontrollen.
- Die Rückgabe der strukturierten Ergebnisse, die Nachverfolgung deren Analyse und Interpretation.
- Die getroffenen Entscheidungen und deren Begründung.
- Die Durchführungsanfragen der nicht systematischen Überwachungen und Vortriebsprospektionen sowie deren Begründung.
- Die Vorschläge der Minderungseingriffe oder der Überwachungen und Prospektionen unterschiedliche Grenzwerte der Indikatoren sowie deren Begründung

- Effettuare le misure, i rilievi e i controlli sistematici di propria competenza.
- Raccogliere, restituire, analizzare e interpretare tutti i risultati di misure, rilievi e controlli.
- Effettuare tempestivamente le comunicazioni di attenzione e di allarme.
- Decidere il tipo di rivestimento da adottare e inviarne tempestivamente la comunicazione agli operatori.
- Decidere l'arresto dell'avanzamento.
- Proporre e giustificare l'esecuzione di monitoraggi e prospezioni in avanzamento non sistematici.
- Proporre e giustificare l'adozione di interventi di mitigazione o di monitoraggi e prospezioni integrativi.
- Informare costantemente tutti gli operatori interessati della procedura.

4.4.3 Registro del rischio

È un documento che deve essere costantemente aggiornato dalla struttura operativa e che deve contenere:

- Le SRP previste e quelle realmente incontrate durante l'avanzamento.
- I rischi previsti e i danni e/o le anomalie effettivamente riscontrate.
- I valori di soglia attesi per i vari indicatori e quelli effettivamente riscontrati.
- I risultati delle misure, dei rilievi e dei controlli sistematici.
- I risultati delle misure, dei rilievi e dei controlli non sistematici.
- La restituzione organizzata dei risultati, la traccia della loro analisi e interpretazione.
- Le decisioni prese e la loro giustificazione.
- Le richieste dell'esecuzione di monitoraggi e prospezioni in avanzamento non sistematici e la loro giustificazione.
- Le proposte di integrazione di interventi di mitigazione o di monitoraggi e prospezioni, di diversi valori di soglia degli indicatori e la loro giustificazione.
- Il riferimento agli estensori delle varie parti del registro.

- Den Hinweis auf die Verfasser der einzelnen Abschnitte des Verzeichnisses.

4.4.4 Beweissicherungen und Erkundungen zur Ermittlung der Risikobedingungen

Die Beweissicherungs- und Erkundungstätigkeiten zur Ermittlung der Risikobedingungen sind detailliert im Bericht [8], sowie den Profilen [9]-[12], beschrieben und in den Tabellen des Anhangs 1: Überwachungsaktivitäten zusammengefasst.

4.4.5 Zur Ermittlung der Risikobedingungen verwendete Parameter

Aus der Untersuchung der Daten aus den vom Überwachungs- und Prospektionssystem entnommenen Erkenntnisinstrumenten, sowie aus weiteren bedeutenden Daten, welche während des Aushubs gewonnen wurden, können folgende Parameter für die geomechanische Charakterisierung und Festlegung der Gebirgsreaktion auf den Ausbruch entnommen werden:

- Hammer- und Dauerkernbohrungen, in Vortrieb und radial: Verfeinerung des geologischen Modells und Prognose der Bereiche mit potentieller Gefährdung.
- Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwand: RMR-Indizes und strukturgeologische Teilparameter, welche diesen definieren (Lithologie, Widerstand, Zerklüftung, Abstand, Verfall, vorhandenes Wasser, Einfälle, Trennflächen, Anisotropie usw.).
- Geophysikalische seismische Erhebungen: Lage und Abstand der wichtigsten Trennflächen, vorhandene Verwerfungen (nicht parallel zur Tunnelachse verlaufende Reflektoren).
- Vom BEAM-System erhobene geoelektrische Parameter: Wasservorkommen, Zerklüftungsgrad des Gebirges.
- Messung der Lärmemissionen: Beanspruchung des Gebirges und Lokalisierung der potenziellen Klüfte.
- TBM-Parameter und Analyse des Aushubmaterials: globaler Gesteinswiderstand und dessen Verhalten, Material mit anomalen petrographischen Eigenschaften.
- Überwachung Gas und Radioaktivität: Vorkommen giftiger und schädlicher Gase und Radioaktivität.
- Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Wassereigenschaften für die Hauptwasserzutritte: Wasservorkommen, Schüttung der Wassereintritte, nützliche hydrogeologische

4.4.4 Monitoraggi e prospezioni utilizzate per definizione delle condizioni di rischio

Le attività di monitoraggio e prospezione utilizzate per la previsione delle condizioni di rischio sono descritte nel dettaglio nella relazione [8] e nei profili 8] -[12] e riassunte nelle tabelle dell'Appendice 1: Attività di monitoraggio.

4.4.5 Parametri utilizzati per la definizione delle condizioni di rischio

Dallo studio dei dati ottenuti da ciascuno degli strumenti conoscitivi desunti dal sistema di monitoraggio e prospezione, e da ulteriori dati significativi ricavati nel corso dello scavo, si possono ricavare i seguenti parametri per la caratterizzazione geomeccanica e la determinazione del comportamento allo scavo dell'ammasso roccioso:

- Sondaggi a distruzione di nucleo e a carotaggio continuo, in avanzamento e radiali: affinamento del modello geologico e previsione delle zone soggette alle situazioni di rischio potenziale.
- Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo: indice RMR e parametri geostrutturali parziali che lo definiscono (litologia, resistenza, fatturazione, spaziatura, alterazione, presenza d'acqua, giaciture discontinuità, anisotropia, ecc.).
- Rilievi geofisici sismici: posizione e spaziatura delle discontinuità principali, presenza di faglie (riflettori non paralleli alla galleria).
- Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM: presenza d'acqua, stato di fratturazione dell'ammasso roccioso.
- Misura delle emissioni acustiche: condizioni di sollecitazione dell'ammasso roccioso e localizzazione dei punti di potenziale frattura.
- Parametri fresa e analisi del materiale di scavo: resistenza globale dell'ammasso e suo comportamento; presenza di materiale avente caratteristiche petrografiche anomale.
- Monitoraggio gas e radioattività: presenza di gas tossici e nocivi e di radioattività.
- Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali: presenza d'acqua, portata delle venute, informazioni

Informationen, um das geologisch-geomechanische Modell zu ergänzen.

- Optische Visiere, zweckdienliche Niete, radialer Mehrpunktausdehnungsmesser, erhöhte Dehnungsmesser an der Ortsbrust: Verformung des Gebirges und der Begrenzungsaußenstrukturen.
- Dehnungsmesser mit Schwingstreifen auf den Lehrgerüsten, Lastzellen unten den Lehrgerüstfüßen, Druckzellen im Spritzbeton, Dehnungsmesser mit Schwingstreifen an den Tübbingenden aus: Stahlbeton: Verformung/Spannung in den Außenschalen
- Dehnungsmesser mit Schwingstreifen an der Innenschale, Dehnungsmesser mit Schwingstreifen Tübbingenden aus: Spannungsbedingungen an der Schale.

4.4.6 Datenauswertung für das Risikomanagement

Auch wenn grundsätzlich alle Daten zur Ermittlung der Risikobedingungen verwendet werden können, ist es erforderlich, einige wenige für eine unmittelbare Analyse herauszuarbeiten. Dies bedeutet nicht die Vernachlässigung der anderen, sondern die Durchführung folgender Tätigkeiten:

- Erstellung eines Gesamtbezugsrahmens auf der Grundlage sämtlicher verfügbarer Daten.
- Durchführung einer Schnellanalyse der wichtigsten Daten (wesentlichen Indikatoren oder KPI).
- Vergleich des Analyseergebnisses mit dem Bezugsrahmen zu dessen Bestätigung oder Widerlegung.
- Falls erforderlich, weitere Datenerhebung.
- Aktualisierung des Referenzrahmens auf der Grundlage sämtlicher verfügbarer Daten.
- Wiederholung des Vorgangs.

Die wesentlichen Indikatoren, auf die sich das Urteil über den Risikograd stützen soll, sind jene, die am leichtesten und schnellsten (vorausgesetzt, sie sind für die Analyse relevant) und somit häufiger erhoben werden können. Die Verantwortung hinsichtlich Sammlung oder direkte Erhebung, Auswertung und sofortige Interpretation dieser Daten muss direkt dem Risikomanagementteam obliegen. Dies sind:

Konventioneller Vortrieb:

- Hammer- und Dauerkernbohrungen (nur für nicht vom Erkundungsstollen aus untersuchte Strecken

idrogeologische utili a completare il modello geologico-geomeccanico.

- Mire ottiche, chiodi strumentati, estensimetri multibase radiali, estensimetri incrementali sul fronte: deformazione dell'ammasso roccioso e delle strutture di confinamento di prima fase.
- Estensimetri a corda vibrante sulle centine, celle di carico sotto i piedi delle centine, celle di pressione nel betoncino proiettato, estensimetri a corda vibrante nei conci in c.a.: deformazione/tensione nel rivestimento 1a fase
- Estensimetri a corda vibrante nel rivestimento definitivo, estensimetri a corda vibrante nei conci in c.a.: condizioni di sollecitazione nel rivestimento.

4.4.6 Modalità di analisi dei dati per la gestione del rischio

Se è vero che, in linea generale, tutti i dati sono utili per definire le condizioni di rischio, nel particolare è necessario estrapolare alcuni per effettuare un'analisi tempestiva. Questo non vuol dire trascurare gli altri, ma effettuare un processo circolare che prevede le seguenti azioni:

- Costruire un quadro di riferimento complessivo sulla base di tutti i dati disponibili.
- Effettuare un'analisi speditiva dei dati essenziali (indicatori essenziali o KPI).
- Confrontare il risultato dell'analisi col quadro di riferimento per confermarlo o contraddirlo.
- Raccogliere ulteriori dati se necessario.
- Aggiornare il quadro di riferimento in base a tutti i dati disponibili.
- Ripetere il processo.

Nel particolare gli indicatori essenziali su cui si deve basare il giudizio sul grado di rischio sono quelli più facilmente e rapidamente acquisibili (ammessa la loro significatività agli effetti dell'analisi) e quindi rilevabili con maggiore frequenza. Essi sono anche i dati la cui responsabilità di raccolta o rilievo diretto, restituzione e immediata interpretazione deve essere posta direttamente in capo al team di gestione del rischio. Essi sono:

Scavo in tradizionale:

- Sondaggi a distruzione e a carotaggio continuo (solo per tratte non indagate dal Cunicolo Esplorativo e in

und in Annäherung an die Verwerfungszone in der FdE), und eventuelle Proben Vorort.

- Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwand und Analyse des Aushubmaterials.
- Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Wassereigenschaften für die Hauptwasserzutritte.
- Konvergenz- und Extrusion Maße.
- Verformung-/Spannungsmaße in den Außenschalen.

Vortrieb mit offener TBM:

- Hammer- und Dauerkernbohrungen (nur für nicht vom Erkundungsstollen aus untersuchte Strecken), und eventuelle Proben Vorort.
- Geomechanische Klassifikation der Aushubwand und Analyse des Aushubmaterials.
- TBM-Parameter: Durchdringungsgeschwindigkeit (m/h), Stoßzeit (min), Durchdringungsgeschwindigkeit (mm/m), Vorschubdruck (kN), Drehmoment (kNm), Motorenabsorption (Amp).
- Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Wassereigenschaften für die größten Wasserzutritte.
- Verformung-/Spannungsmaße in den Außenschalen.

Vortrieb mit Schild TBM:

- Hammer- und Dauerkernbohrungen (nur in kritischen Strecken, in Annäherung an die Verwerfungszonen und/oder wenn die Ergebnisse der systematischen Untersuchungen unsicher erscheinen), und eventuelle Proben Vorort.
- Analyse des Aushub- und Bohrungsmaterials.
- TBM-Parameter: Durchdringungsgeschwindigkeit (m/h), Stoßzeit (min), Durchdringungsgeschwindigkeit (mm/m), Vorschubdruck (kN), Drehmoment (kNm), - Motorenabsorption (Amp), Splitt-Volumen (m³/m).
- Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Wassereigenschaften für die größten Wasserzutritte.
- Mit Schwingseitenausdehnungsmessern ausgerüstete Tübbinge aus Stahlbeton

Die sonstige Indikatoren sind:

avvicinamento alle zone di faglia nella FdE) ed eventuali prove in sito.

- Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo e analisi del materiale di scavo.
- Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali.
- Misure di convergenza e di estrusione.
- Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase.

Scavo con TBM aperta:

- Sondaggi a distruzione e a carotaggio continuo (solo per tratte non indagate dal Cunicolo Esplorativo) ed eventuali prove in sito.
- Classificazione geomeccanica delle pareti di scavo e analisi del materiale di scavo.
- Parametri fresa: velocità di penetrazione (m/h), tempo di spinta (min), velocità di penetrazione (mm/m), spinta propulsione (kN), torque (kNm), assorbimento dei motori (Amp).
- Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali.
- Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase.

Scavo con TBM scudata:

- Sondaggi a distruzione e a carotaggio continuo (solo in tratte critiche, in avvicinamento alle zone di faglia e/o se i risultati delle indagini sistematiche risultano incerti) ed eventuali prove in sito.
- Analisi del materiale di scavo e di perforazione.
- Parametri fresa: velocità di penetrazione (m/h), tempo di spinta (min), velocità di penetrazione (mm/m), spinta propulsione (kN), torque (kNm), assorbimento dei motori (Amp), volumi di pea-gravel (m³/m).
- Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali.
- Conci in c.a. strumentati con estensimetri a corda vibrante.

Gli altri indicatori sono:

- Geophysikalische seismische Erhebungen.
- Vom BEAM-System erhobene geoelektrische Parameter (nur für Vortrieb mit offener oder Schild-TBM).
- Messung der Lärmemissionen.
- Überwachung Gas und Radioaktivität.
- Rilievi geofisici sismici.
- Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM (solo per scavo con TBM aperta o scudata).
- Misura delle emissioni acustiche.
- Monitoraggio gas e radioattività.

Im Folgenden werden die oben angeführten Indikatoren (wichtigsten und sonstigen) erläutert.

4.4.7 Relevanz der Indikatoren

4.4.7.1 Bohrungen, Prospektionen und geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände

Es erscheint nicht erforderlich, die Relevanz und Bedeutung aller angeführten Parameter zu erläutern. Unterstrichen werden soll, dass eine Beurteilung der Anisotropie, Asymmetrie und Unregelmäßigkeiten unabdingbar für die Ermittlung des Risikos ist.

4.4.7.2 Geophysikalische seismische Erhebungen

Ermöglichen die Ermittlung von Reflektoren hinter der Ortsbrust, welche Hauptdiskontinuitäten des Gebirges und/oder der Verwerfungen entsprechen, und deren Lage zu überprüfen.

4.4.7.3 Vom BEAM-System erhobene geoelektrische Parameter

Die Untersuchung erlaubt es die Verschlechterungen der Gebirgsbedingungen oder Wasservorkommen hervorzuheben.

4.4.7.4 Messung der Lärmemissionen

Diese Maße ermöglichen es die starken Lärmemissionen, welche das Bergschlagphänomen begleiten, zu erheben.

4.4.7.5 TBM-Parameter

Das Gegenteil der Durchdringungsgeschwindigkeit, die Stoßzeit und der Vorschubdruck sind im Allgemeinen proportional zum Durchdringungswiderstand und somit Index des Gesteinswiderstands.

Insbesondere bei gleichzeitig hohem Drehmoment und niedrigem Schub können Fälle auftreten, bei denen eine hohe Motoraufnahme auf Rotationsprobleme aufgrund besonders schlechten Materials hinweist. In diesem Fall kann auch die Geschwindigkeit niedrig sein.

Ein abweichender Wert des Splitt-Volumens (für Schild TBM) bedeutet, dass der Ring Raum auf der Rückseite der Auskleidung nicht vollständig verfüllt wurde und kann sowohl auf eine schlecht ausgeführte Verfüllung als auch eine

Nel seguito vengono discussi gli indicatori (essenziali e altri) sopra indicati.

4.4.7 Significatività degli indicatori

4.4.7.1 Sondaggi, prospezioni in avanzamento e classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo

Si ritiene di non dover commentare la significatività e l'importanza di tutti i parametri elencati. Si sottolinea quanto siano strategici ai fini della determinazione del rischio la valutazione delle condizioni di anisotropia, dissimmetria e disomogeneità.

4.4.7.2 Rilievi geofisici sismici

Consentono di individuare riflettori dietro il fronte di scavo, corrispondenti a discontinuità principali dell'ammasso e/o faglie, e di verificarne la giacitura.

4.4.7.3 Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM

L'indagine permette di evidenziare peggioramenti delle condizioni dell'ammasso roccioso o presenza di acqua.

4.4.7.4 Misura delle emissioni acustiche

Queste misure permettono di rilevare le forti emissioni acustiche che accompagnano il fenomeno del rock burst.

4.4.7.5 Parametri fresa

L'inverso della velocità di penetrazione, il tempo di spinta e la spinta del propulsore sono, in generale, proporzionali alla resistenza alla penetrazione e quindi indice della resistenza dell'ammasso.

Possono darsi casi in cui, soprattutto in concomitanza con una torque elevata e una spinta bassa, un elevato assorbimento dei motori indichi una difficoltà di rotazione dovuta a un materiale particolarmente scadente. In questo caso anche la velocità può risultare bassa.

Un valore anomalo del volume di pea-gravel (per TBM scudate) significa un non completo intasamento del vuoto anulare a tergo del rivestimento e può testimoniare sia un intasamento mal eseguito che una eccessiva deformazione

übermäßige Verformung des Gebirges hinweisen, jedenfalls auf eine unregelmäßige Belastung des Schalenumrisses.

4.4.7.6 Analyse des Aushubmaterials

Material mit atypischer Farbe (atypisch in Bezug auf das prognostizierte Gestein, so wie Verwitterungserscheinungen und/oder Auftreten von tonhaltigem Material) ist zum einen leicht festzustellen, wenn es in ausreichender Menge vorkommt, zum anderen weist es auf einen Verfall, Tektonisierung, Umwandlung des Materials und somit auf eine tektonische Störung oder auf chemisch-physikalische Faktoren hin, die die Zusammensetzung des Gesteins verändern.

4.4.7.7 Überwachung Gas und Radioaktivität

Die Überprüfung des explosiven oder gefährlichen Gasvorkommen (Methan, Schwefelwasserstoff, Kohlenstoffdioxid, Stickstoff, Radon) sowie der Radioaktivität ist ausschlaggebend für den Aushub unter Sicherheitsbedingungen.

4.4.7.8 Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften der Hauptwasserzutritte

Die Durchflussmenge der Hauptwasserzutritte, die unter Kontrolle gehalten werden müssen, ist eine Voraussetzung zur Festlegung des hydrogeologischen Modells. Die Herkunft der Wasserzutritte ist ein wichtiger Parameter, der mit anderen geostrukturellen und statischen Daten (Anisotropie und asymmetrische Verhaltensweisen) gekoppelt werden muss.

Die Temperatur ist grundlegend für die Ermittlung einer strukturellen und tektonischen Veränderung.

Die Maßnahmen zur Bewältigung der Störungszonen sollen die Auswirkungen auf zwei der wichtigsten Quellen reduzieren, die die Verwirklichung der oben genannten Bauwerke betreffen. Es handelt sich dabei um die Quelle Kaltwasser im Pfitschtal und um die Brenner Therme im Eisacktal, zwischen den Projektkilometern 36+000 und km 40+000.

Durch spezifische Wasserentnahme werden die chemische-physikalische Eigenschaften des Zirkulationswassers bestimmt, und diese mit der ursprünglichen Modellmaßnahme verglichen.

4.4.7.9 Konvergenz- und Extrusionmaße

Ermöglichen den Verformungszustand des Gebirges an der Ortsbrust und dem Aushubumriss zu überprüfen; diese heben eventuelle Asymmetrien oder Inhomogenität des Verhaltens hervor.

dell'ammasso, in ogni caso una condizione di disomogeneità del vincolo sul contorno del rivestimento.

4.4.7.6 Analisi del materiale di scavo

La presenza di materiale di colore anomalo nello smarino o di risulta dei sondaggi (atipico rispetto all'ammasso di roccia previsto, così come la presenza di alterazioni e/o componenti argillose) oltre che a essere abbastanza facilmente rilevabile se in quantità significativa, è indice di alterazione, tettonizzazione, trasformazione del materiale e quindi della presenza di un disturbo tettonico o dell'azione di fattori di indebolimento chimico-fisico della struttura del materiale.

4.4.7.7 Monitoraggio gas e radioattività

La verifica della presenza di gas esplosivi o pericolosi (metano, acido solfidrico, biossido di carbonio, azoto, radon) e della radioattività è essenziale per lo scavo in condizioni di sicurezza.

4.4.7.8 Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali

La portata d'acqua delle venute principali, da tenere sotto controllo nel tempo, è condizione per la definizione del modello idrogeologico. La provenienza delle venute è importante parametro da incrociare con altri dati geostrutturali e statici (anisotropia e dissimmetrie di comportamento).

La temperatura è fondamentale per verificare il cambiamento del regime strutturale e tettonico.

In avvicinamento alle tratte di possibile interferenza con le sorgenti delle Terme del Brennero e di Kaltwasser sono previste anche prove specifiche su campioni d'acqua prelevati dai sondaggi in avanzamento, al fine di identificare le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua circolante e confrontarle con le ipotesi alla base del modello idrogeologico. Per ulteriori dettagli si veda la relazione [18].

4.4.7.9 Misure di convergenza e di estrusione

Permettono di verificare lo stato di deformazione dell'ammasso sul fronte e sul contorno dello scavo; rilevano eventuali dissimmetrie o disomogeneità di comportamento.

4.4.7.10 Verformung-/Spannungsmaße in den Außenschalen

Sie ermöglichen es, die Belastung der strukturellen Elemente, aus denen die Schale besteht, unter Kontrolle zu halten.

4.4.7.11 Mit Schwingsaitenausdehnungsmesser ausgerüstete Stahlbetontübbinge

Sie ermöglichen es, die Belastung der strukturellen Elemente, aus denen die Schale besteht, unter Kontrolle zu halten.

4.4.8 Methoden, Verantwortlichkeiten und Häufigkeit der Erhebungen

4.4.8.1 Bohrungen

Es sind folgende Bohrungen geplant [8]:

- Erkundungsstollen, konventioneller Aushub nach Norden:
 - Hammerbohrung alle 100 m mit Überlagerung von 50 m.
 - Dauerkernbohrung (im Vortrieb und radial), in Annäherung an die kartographierten Verwerfungszonen.
- Erkundungsstollen, Aushub nach Norden mit Schild-TBM:
 - Hammerbohrung alle 100 m mit Überlagerung von 50 m.
 - Dauerkernbohrung (im Vortrieb und radial), in Annäherung an die kartographierten Verwerfungszonen.
- Haupttunnel, Aushub nach Norden mit Schild-TBM:
 - Hammerbohrung nur in kritischen Zonen.
 - Dauerkernbohrung (im Vortrieb und radial), wenn die systematischen Untersuchungsergebnisse unsicher sind.
- Haupttunnel, konventioneller Aushub nach Norden:
 - Dauerkernbohrung (im Vortrieb und radial), insbesondere in der Strecke der Nothaltestelle (FdE) sowie in Annäherung an die kartographierten Verwerfungszonen.
- Haupttunnel, Aushub nach Süden mit offener TBM:
 - Hammerbohrung für Strecken, welche vom Erkundungsstollen aus nicht untersucht wurden.
- Haupttunnel, konventioneller Aushub nach Süden:
 - Hammerbohrung.

4.4.8.2 Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und Aushubwände

Die Messung ist von den Mitgliedern des Risikomanagementteams durchzuführen. Die Messungen sind 1 Mal am Vortrieb (konventionell Vortrieb) oder 1 Mal pro Tag (offene TBM). Dies bestimmt auch die Messhäufigkeit der anderen relevanten Indikatoren.

4.4.8.3 Geophysikalische seismische Erhebungen

4.4.7.10 Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase

Permettono di tenere sotto controllo le condizioni di lavoro degli elementi strutturali componenti il rivestimento.

4.4.7.11 Conci in c.a. strumentati con estensimetri a corda vibrante

Permettono di tenere sotto controllo le condizioni di lavoro degli elementi strutturali componenti il rivestimento.

4.4.8 Modalità, responsabilità e frequenza di rilievo

4.4.8.1 Sondaggi

Sono previsti i seguenti sondaggi [8]:

- Cunicolo Esplorativo, scavo in tradizionale verso nord:
 - Sondaggio a distruzione di nucleo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m.
 - Sondaggi a carotaggio continuo (in avanzamento e radiali), in avvicinamento alle zone di faglia cartografate.
- Cunicolo Esplorativo, scavo con TBM scudata verso nord:
 - Sondaggio a distruzione di nucleo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m.
 - Sondaggi a carotaggio continuo (in avanzamento e radiali), in avvicinamento alle zone di faglia cartografate.
- Gallerie di Linea, scavo con TBM scudata verso nord:
 - Sondaggio a distruzione di nucleo, solo in tratte critiche.
 - Sondaggi a carotaggio continuo (in avanzamento e radiali), se i risultati delle indagini sistematiche sono incerti.
- Gallerie di Linea, scavo in tradizionale verso nord:
 - Sondaggi a carotaggio continuo (in avanzamento e radiali), in particolare nella tratta della Fermata di Emergenza (FdE) e in avvicinamento alle zone di faglia cartografate.
- Gallerie di Linea, scavo con TBM aperta verso sud:
 - sondaggio a distruzione di nucleo, per tratte non indagate dal Cunicolo Esplorativo.
- Gallerie di Linea, scavo in tradizionale verso sud:
 - sondaggio a distruzione di nucleo.

4.4.8.2 Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo

Il rilievo deve essere effettuato dai componenti del team di gestione del rischio. La frequenza dei rilievi deve essere di 1 volta a sfondo (scavo in tradizionale) o 1 volta al giorno (scavo con TBM aperta). Essa determina anche la frequenza con cui vengono rilevati tutti gli altri indicatori essenziali.

4.4.8.3 Rilievi geofisici sismici

Wie für die Hammerbohrungen, müssen die seismischen Erhebungen ungefähr alle 100 m Vortrieb ausgeführt werden und eine Abdeckung von ca. 150 m über der Ortsbrust hinaus sichern, um eine Teilüberlagerung mit der zuvor durchgeführten Erhebung zu haben.

4.4.8.4 Vom BEAM-System erhobene geoelektrische Parameter

Die geoelektrische Erhebung ununterbrochen durchgeführt mittels eines am Fräskopf befestigten Systems des Typs BEAM (Bore Tunneling Electrical Ahead Monitoring) oder ähnliches.

4.4.8.5 Messung der Lärmemissionen

Das Messungssystem, welches aus mindestens sechs Sektionen besteht, muss alle 50 m im Inneren der Höhlung positioniert werden und nutzt die bereits für die seismische Überwachung ausgeführten Löcher, während eine Datensammelstation außerhalb des Tunnels gestellt wird.

4.4.8.6 TBM-Parameter

Die oben angegebenen Parameter sind in den Bauberichten angeführt und werden für jeden Vorschub von den Tunnelarbeitern manuell in der Kurzfassung so-wie täglich in ausführlicher Fassung vom technischen Büropersonal ausgefüllt (Anhang 2: Beispiel für TBM Bericht).

Auf der Grundlage der gesammelten Daten ist die spezifische Energie (kWh/m^3) aus (Arbeitsspannung der Motoren \times Aufnahme \times Stoßzeit / Ausbruchsvolumen) [$\text{VAh/m}^3 = \text{kWh/m}^3$] zu berechnen.

Sämtliche Daten müssen auf den einzelnen Vortrieb bezogen werden, und dem Risikomanagementteam sowohl in Kurzfassung an der Ortsbrust als auch in ausführlicher Form im Büro zur Verfügung stehen.

4.4.8.7 Analyse des Aushubmaterials

Das Material ist für jeden Vortrieb vom Förderband zu entnehmen und ist dem Risikomanagementteam an der Ortsbrust in entsprechenden Behältern mit konstantem Volumen zur Verfügung zu stellen (möglichst durchsichtige Säcke mit Volumen von mehreren dm^3).

4.4.8.8 Überwachung Gas und Radioaktivität

Im Fall von TBM Aushub muss für die katalytischen Sensoren der erste am Ausgang des Hauptförderbands der Aushubkaverne (Teleskopie), der zweite über den Übergang von Haupt- zu Nebenförderband, der dritte am Ausgang des Luftfilters gelegt werden. Im Fall von mechanisiertem Vortrieb muss das System direkt mit dem Überwachungssystem der TBM verbunden sein und deren Funktion in all ihren Hauptkomponenten blockieren sobald die Grenzwerte überschritten werden.

Come per i sondaggi a distruzione di nucleo i rilievi sismici devono essere eseguiti all'incirca ogni 100 m di avanzamento e garantire una copertura di circa 150 m oltre il fronte di scavo, in modo da avere una sovrapposizione parziale con il rilievo eseguito in precedenza.

4.4.8.4 Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM

Il rilievo geoelettrico è effettuato in continuo mediante un sistema tipo BEAM (Bore Tunneling Electrical Ahead Monitoring) o simile montato sulla testa delle frese.

4.4.8.5 Misura delle emissioni acustiche

Il sistema di misura, composto da un minimo di sei sezioni, va posizionato ogni 50 m all'interno della cavità e sfrutta i fori già eseguiti per il monitoraggio sismico, mentre una stazione di raccolta dati viene posta all'esterno della galleria.

4.4.8.6 Parametri fresa

I parametri sopra indicati sono riportati sui rapportini di cantiere e vengono compilati per ogni spinta manualmente dagli operatori in galleria in forma sintetica e giornalmente in forma completa dal personale tecnico di ufficio (Appendice 2: Esempio di report TBM).

A valle della raccolta dati dovrà essere calcolata l'energia specifica (kWh/m^3) derivata come (tensione di lavoro dei motori \times assorbimento \times tempo di spinta / volume scavato) [$\text{VAh/m}^3 = \text{kWh/m}^3$].

Tutti i dati devono essere riferiti al singolo avanzamento e messi a disposizione del team di gestione del rischio sia al fronte in forma sintetica che in ufficio in forma completa.

4.4.8.7 Analisi del materiale di scavo

Il materiale deve essere prelevato per ogni avanzamento dal nastro trasportatore e deve essere messo a disposizione, al fronte, al team di gestione del rischio in appositi contenitori a volume costante (sacchi di qualche dm^3 possibilmente trasparenti).

4.4.8.8 Monitoraggio gas e radioattività

Nel caso di scavo con TBM i sensori catalitici devono essere posati uno in uscita del nastro primario della camera di scavo (telescopica), il secondo sul passaggio tra nastro primario a nastro secondario e il terzo in uscita dell'abbattitore di polveri. Nel caso di avanzamento meccanizzato, il sistema deve essere direttamente collegato con il sistema di controllo della TBM e bloccarne le funzionalità in tutte le sue componenti primarie in caso di superamento dei valori soglia.

Für den konventionellen Aushub werden die Sensoren an der erstnutzbaren Umleitung positioniert.

4.4.8.9 Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Wassereigenschaften für die Hauptwasserzutritte

Diese sind vom Risikomanagementteam durchzuführen.

4.4.8.10 Konvergenz- und Extrusionmaße

Diese sind vom Risikomanagementteam durchzuführen, hinsichtlich der Messstationen, die sich am nächsten am Vortrieb befinden und bedeutende Spannungsänderungen aufweisen.

4.4.8.11 Verformung-/Spannungsmaße in den Außenschalen

Diese sind vom Risikomanagementteam durchzuführen, hinsichtlich der Messstationen, die sich am nächsten am Vortrieb befinden und bedeutende Spannungs- und Verformungsänderungen aufweisen.

4.4.8.12 Mit Schwingsaitenausdehnungsmesser ausgerüstete Stahlbetontübbinge

Diese sind vom Risikomanagementteam durchzuführen, hinsichtlich der Ringe, die sich am nächsten am Vortrieb befinden und bedeutende Spannungsänderungen aufweisen.

4.4.9 Schwellenwerte der Indikatoren

4.4.9.1 Festlegung der Schwellenwerte

Mit Warnschwelle wird der Wert irgendeines Indikatoren beschrieben bei dessen Erreichung folgende Eingriffe eingesetzt werden müssen:

- Konventioneller Aushub oder mit offener TBM: Vorbereitung aller Mittel und Materialien um einen schnellen Wechsel zu einem schwererem Aushubabschnitt des gerade angewandten, laut Folge -T2/Rb, -T3, -T4, -T5, -T6 (konventioneller Aushub) oder -MA2/MARb, -MA3, -MA4, (Aushub mit offener TBM) zu ermöglichen.
- Aushub mit Schild-TBM: Ausführung von ergänzenden Untersuchungen.

Mit Alarmschwelle wird der Wert irgendeines Indikatoren beschrieben bei dessen Erreichung folgende Eingriffe eingesetzt werden müssen:

- Konventioneller Aushub oder mit offener TBM: sofortige Anwendung des schwereren Aushubabschnitts als desjenigen welches gerade angewandt wird, laut der zuvor angegebenen Folge.
- Aushub mit Schild-TBM: Vortriebunterbrechung, Ausführung von ergänzenden Untersuchungen,

Per lo scavo in tradizionale i sensori vengono posizionati in corrispondenza del primo by-pass utile.

4.4.8.9 Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali

Devono essere a carico del team di gestione del rischio.

4.4.8.10 Misure di convergenza e di estrusione

Devono essere a carico del team di gestione del rischio, per quanto riguarda le stazioni più vicine all'avanzamento che mostrano variazioni significative dello stato tensionale.

4.4.8.11 Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase

Devono essere a carico del team di gestione del rischio, per quanto riguarda le stazioni più vicine all'avanzamento che mostrano variazioni significative dello stato tensionale e deformativo.

4.4.8.12 Conci in c.a. strumentati con estensimetri a corda vibrante

Devono essere a carico del team di gestione del rischio, per quanto riguarda gli anelli più vicini all'avanzamento che mostrano variazioni significative dello stato tensionale.

4.4.9 Valori di soglia degli indicatori

4.4.9.1 Definizione dei valori di soglia e indicazioni generali per il cambio di sezione

Con Soglia di Attenzione si definisce quel valore di uno qualsiasi degli indicatori, raggiunto il quale dovranno essere messi in opera i seguenti interventi:

- Scavo in tradizionale o con TBM aperta: predisposizione di tutti i mezzi e i materiali per consentire un tempestivo passaggio a una Sezione di Scavo più pesante di quella correntemente applicata, secondo la successione -T2/Rb, -T3, -T4, -T5, -T6 (scavo in tradizionale) o -MA2/MARb, -MA3, -MA4, (scavo con TBM aperta).
- Scavo con TBM scudata: esecuzione di indagini integrative.

Con Soglia di Allarme si definisce quel valore di uno qualsiasi degli indicatori, raggiunto il quale dovranno essere messi in opera i seguenti interventi:

- Scavo in tradizionale o con TBM aperta: immediata adozione della Sezione di Scavo più pesante di quella correntemente applicata, secondo la successione precedentemente indicata.
- Scavo con TBM scudata: sospensione dell'avanzamento, esecuzione di indagini integrative,

Anwendung der vorgesehenen besonderen Eingriffe [17], eventuelle Festlegung andere bestimmten Eingriffe.

In Folge werden einige weitere Hinweise für konventionelle Aushübe oder denen mit offener TBM aufgezeigt.

Falls die Alarm- und Vorsichtsschwelle systematisch während des Vortriebs verringert werden und immer dann wenn kein Wechsel zu einer weniger widerstandsfähigen Lithologie vorgesehen sind, wird man jeweils zur Vorbereitung aller Mittel und Materialien fortfahren, um den Wechsel zu einem leichteren als den gerade angewandten Aushubabschnitt zu zulassen, oder an dessen sofortige Anwendung, laut umgekehrte Folge als die zuvor angegebene.

Im Falle von Aushubabschnitte mit verformbarer Außenschale (-T6) gelten folgende Anweisungen: falls radiale Konvergenzen nächst des Extraaushubs des genutzten Schnitts vor einem Ortsbrustabstand von 1.5 Ø, erreicht werden, muss sofort mit der Installation einer Strukturschale verfahren werden und der Fortführung des Aushubs mit einem schwereren Schnitt als den gegenwärtige.

Sollten die Alarmschwellwerte der Spannungen in Folge der Installation der Außenschale überschritten werden, müssen strukturelle Festigungseingriffe auf die bereits ausgearbeiteten Schalen getroffen werden.

Sollten die Alarmschwellwerte des maximalen Extraaushubs während der Anwendung der schwereren Aushubabschnitte (-T6 für konventionelle Aushübe, -MA4 für Aushübe mit offener TBM) überschritten werden, muss, über dem im vorhergehenden Punkt beschriebenem hinaus, der Aushub mit folgenden Maßnahmen fortfahren:

- Reduzierung des Längsabstands der Vortriebeingriffe auf den Umriss.
- Reduzierung des Ortsbrustabstands der Außenschalenanbringung.
- Eventuelle weitere Intensivierungen der Eingriffe (z.B.: Reduzierung des Querabstands der Radial- und Vortriebnietungen)

Die so erhaltenen Kennwerte der Beständigkeit und Verformbarkeit wurden nicht immer bei den Berechnungen zur Dimensionierung der Ausbruchquerschnitte und der Innenschalen berücksichtigt. Tatsächlich ist die Ausdehnung der CZ so begrenzt (höchstens 10-12m, mit Ausnahme der Störung S11, für die Sondermaßnahmen geplant sind; insgesamt entsprechen die CZ ungefähr 450m der 22 Projektkilometer), dass es für zu konservativ erachtet wurde, eigens für diese Zonen einen Ausbruchquerschnitt zu dimensionieren; die Durchquerung dieser Abschnitte kann

messa in opera degli interventi particolari previsti [17], eventuale definizione di altri interventi specifici.

Nel seguito si riportano alcune indicazioni ulteriori per gli scavi in tradizionale o con TBM aperta.

In caso le Soglie di Allarme e di Attenzione vengano sistematicamente minorate nel corso dell'avanzamento e sempre che non siano previsti passaggi a litologie meno resistenti, si procederà rispettivamente alla predisposizione di tutti i mezzi e i materiali per consentire il passaggio ad una Sezione di Scavo più leggera di quella correntemente applicata o alla sua immediata applicazione secondo la successione inversa a quella precedentemente indicata.

Nel caso di Sezioni di Scavo con rivestimento di prima fase deformabile (-T6) valgono le seguenti ulteriori indicazioni: se dovessero essere raggiunte convergenze radiali prossime all'extrascavo della sezione in uso prima di una distanza dal fronte di 1.5 Ø, è necessario procedere immediatamente con il completamento del rivestimento e proseguire lo scavo con una sezione più pesante di quella corrente.

Se dovessero essere superati i valori di Soglia di Allarme delle tensioni a seguito dell'installazione del rivestimento di prima fase dovranno essere adottati interventi di rinforzo strutturale sui rivestimenti già in opera.

Se dovessero essere superati i valori di Soglia di Allarme o di extrascavo massimo nel corso dell'applicazione delle Sezioni di Scavo più pesanti (-T6 per gli scavi in tradizionale, -MA4 per gli scavi con TBM aperta), oltre a quanto specificato nel punto precedente, lo scavo dovrà proseguire con i seguenti accorgimenti:

- Riduzione del passo longitudinale degli interventi in avanzamento sul contorno.
- Riduzione della distanza dal fronte di applicazione del rivestimento di prima fase.
- Eventuali ulteriori intensificazioni degli interventi (per esempio: riduzione del passo trasversale delle chiodature radiali e in avanzamento, riduzione del passo delle centine).

Si evidenzia che i parametri di resistenza e di deformabilità delle CZ delle faglie e di alcuni ammassi particolarmente scadenti (es. GA-T-R-8f) non sono sempre stati usati nei calcoli svolti per il dimensionamento delle sezioni di scavo e dei rivestimenti definitivi. Infatti queste zone hanno estensioni talmente limitate (al massimo 10-12m) che si è ritenuto eccessivamente cautelativo dimensionare una sezione apposita; l'attraversamento di tali tratte è gestito in modo più efficiente attraverso eventuali incrementi degli interventi, definiti in base alle risultanze del sistema di monitoraggio,

durch eine allfällige Steigerung der Maßnahmen effizienter erfolgen, die anhand der Ergebnisse des Beweissicherungssystems im Rahmen des Risikomanagementsystems definiert werden.

-

Sollten sich im Laufe des Aushubs heftige Abstoßungs- oder Spaltungsphänomene der Höhlungswände zeigen, bei niedrigeren Abdeckungen als die zur Anwendung der Aushubabschnitte Typ -Rb vorgesehenen, muss mit der Ergänzung der an dieser Strecke angewandten Aushubabschnitte durch geplante Eingriffe zur Kontrolle der heftige Abstoßungspänomene verfahren werden, oder es müssen direkt die Schnitte Typ -Rb übernommen werden.

Das oben beschriebene sieht von Erwägungen verbunden mit der Wirkung des Wasservorkommens ab. In diesem letzteren Fall wird die Durchführung von Vortriebsdränagen zur Herabsetzung der Wasserdrücke im Ortsbrustbereich vorgesehen. Im Extremfall, zurzeit nicht vorgesehen da es als unwahrscheinlich erscheint, wenn an mit den Wasserzutritten bedeutende Feinmaterialzutritte verknüpft wären und die Dränage Ausführung nicht ausreichend die Drücke an der Ortsbrust verringern könnte, müssen andere Regelschnitte als die heute vorgesehenen erarbeitet werden.

Für die Konvergenz wird der Mittelwert der Radialkomponenten der Visierverschiebungen übernommen, falls diese sich nicht merkbar unterscheiden, sonst wird der Höchstwert der Radialkomponenten der Visierverschiebungen berücksichtigt.

Zur Erhaltung der Konvergenzgeschwindigkeit wird der oben festgelegte Konvergenzwert durch den Ortsbrustabstand des Maßschnitts dividiert, wobei dieser im Laufe des Vortriebs mit den in Folge angegebenen Schwellen verglichen wird.

Die Überschreitung der Vorsichts- und Alarmschwelle der Belastungen an den Radialnietungen, wenn nicht mit der Überschreitung der Grenzwerte der anderen Indikatoren verbunden, setzt keine Änderung des Aushubabschnitts voraus.

4.4.9.2 Schwellenwerte

Die Festlegung der Warn- und Alarmschwellenwerte einiger Indikatoren ist lediglich relativ zu den Mittelwerten oder charakteristischen Werten eines Standardvortriebs Diese sind im Laufe des Vortriebs und unter Berücksichtigung der Daten des bereits durchgeführten Vortriebs zu ermitteln. Nur durch einen Vergleich der von einigen Indikatoren in den einzelnen Tunnelabschnitten angenommenen Werte gelangt man zur

nell'ambito del sistema di gestione del rischio. In particolare, nel caso di deformazioni elevate e/o rigonfiamento possono essere implementate le seguenti azioni:

- Messa in opera di interventi particolari (es. iniezioni), nel caso di deformazioni elevate.
- Incremento della resistenza dei rivestimenti, nel caso di rigonfiamento.

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 tipo -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 Rb.

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, se alle venute d'acqua fossero associate importati rifluimenti di materiale sciolto e l'esecuzione del drenaggio non riuscisse a deprimere sufficientemente le pressioni in corrispondenza del fronte, sarà necessario studiare sezioni tipo diverse da quelle oggi preventivate.

Per Convergenza si assumerà il valore medio delle componenti radiali di spostamento delle mire nel caso esse non differiscano sensibilmente, altrimenti verrà considerato il valore massimo delle componenti radiali di spostamento delle mire.

Per ottenere la velocità di convergenza si dividerà il valore di Convergenza sopra definito per la distanza dal fronte della sezione di misura, confrontandolo nel corso dell'avanzamento con le soglie indicate nel seguito.

Il superamento delle Soglie di Attenzione e di Allarme della sollecitazioni nei chiodi radiali, se non abbinato al superamento dei valori di soglia degli altri indicatori, non comporta il cambiamento della Sezione di Scavo.

4.4.9.2 Valori di soglia

La definizione dei valori di soglia di attenzione e di allarme di alcuni indicatori non può che essere relativa ai valori medi o caratteristici di un avanzamento nei limiti della norma, da individuare nel corso dell'avanzamento stesso e tenuto conto dei dati storici dell'avanzamento già eseguito. Soltanto il confronto tra i valori assunti da alcuni degli indicatori nelle varie tratte di galleria potrà portare anche alla definizione

quantitativen Festlegung ihrer Bedeutung für die einzelnen Risikoklassen. Diese Indikatoren, deren Schwellenwerte relativ auf Grundlage einer entsprechenden Analyse des bereits erfolgten Vortriebs fest-gelegt werden, sind folgende:

- TBM-Parameter, insbesondere für und Splitt-Volumen [m^3/m]: ein unregelmäßiger Wert ist als Alarmschwellenwert für das Risiko b) (hohes Risiko) zu werten.
- Geophysikalische seismische Erhebungen.
- Vom BEAM-System erhobene geoelektrische Parameter.
- Messung der Lärmemissionen.
- Überwachung Gas und Radioaktivität.
- Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften der Hauptzutritte.

Was die übrigen Indikatoren anbelangt, kann ein qualitativer Schwellenwert festgelegt werden:

- Bohrungen:
 - Jegliche atypische des Aushubmaterial, sowie Verwitterungserscheinungen und/oder Auftreten von tonhaltigem Material ist als Warnschwellenwert für das Risiko a) zu werten (mittleres Risiko).
- Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände:
 - Sämtliche Geomechanischen Situationen, die Asymmetrien, Anisotropien, unregelmäßiges und ungleich-förmiges Verhalten aufweisen, sind als Warn- oder Alarmschwellenwerte für das Risiko b) zu werten, und zwar je nach Qualitätsklasse des Gesteins, wie oben ausgeführt (mittleres oder hohes Risiko je nachdem, ob es sich um Klasse III oder IV handelt).
- Analyse des Aushubmaterials:
 - Jegliche atypische Färbung des Ausbruchsmaterials, sowie Verwitterungserscheinungen und/oder Auftreten von tonhaltigem Material müssen als Warnschwellenwert für das Risiko a) gewertet werden (mittleres Risiko).

Für die übrigen Indikatoren werden folgende quantitative Schwellenwerte festgelegt:

- Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände - RMR-Index (konventioneller Vortrieb, Vortrieb mit offene TBM):
 - Aushubabschnitte -T2, -MA2, und -TRb, MARb, Warnschwelle: RMR nahe an 60, sich verschlechternde geomechanische Bedingungen.
 - Aushubabschnitte -T2, -MA2, e -TRb, MARb, Warnschwelle: RMR=60.

quantitativa dei loro range significativi per le varie classi di rischio. Questi indicatori, i cui valori di soglia devono essere definiti in termini relativi, sulla base di un'apposita analisi dell'avanzamento pregresso, sono:

- Parametri fresa, in particolare i volumi di pea-gravel [m^3/m]: un valore anomalo deve essere considerato come soglia di allarme per il rischio b) (rischio elevato).
- Rilievi geofisici sismici.
- Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM.
- Misura delle emissioni acustiche.
- Monitoraggio gas e radioattività.
- Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali.

Per altri indicatori è possibile la definizione di un valore di soglia in termini qualitativi:

- Sondaggi:
 - Qualsiasi materiale atipico rispetto all'ammasso di roccia previsto, così come la presenza di alterazioni e/o componenti argillose, dovrà essere considerata come un valore di soglia di attenzione per il rischio a) (rischio medio).
- Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo:
 - Tutte le situazioni geomeccaniche che predispongano a dissimmetrie, anisotropie, disomogeneità e disuniformità di comportamento devono essere considerate come soglia di attenzione o di allarme per il rischio b) a seconda della classe di qualità dell'ammasso roccioso, come definita successivamente (rischio medio o elevato a seconda della classe III o IV).
- Analisi del materiale di scavo:
 - Qualsiasi colorazione del materiale di scavo atipica rispetto all'ammasso di roccia previsto, così come la presenza di alterazioni e/o componenti argillose, dovrà essere considerata come un valore di soglia di attenzione per il rischio a) (rischio medio).

Per gli altri indicatori si stabiliscono i seguenti valori di soglia quantitativi:

- Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo - Indice RMR (scavo in tradizionale o con TBM aperta):
 - Sezioni di Scavo -T2, -MA2, e -TRb, MARb, soglia di attenzione: RMR prossimo a 60, condizioni geomeccaniche in peggioramento.
 - Sezioni di Scavo -T2, -MA2, e -TRb, MARb, soglia di allarme: RMR=60.

- Aushubabschnitte -T3, -MA3, Warnschwelle: RMR nahe an 40, sich verschlechternde geomechanische Bedingungen.
- Aushubabschnitte -T3, -MA3, Warnschwelle: RMR=40.
- Aushubabschnitte -T4, -MA4, Warnschwelle: RMR nahe an 20, sich verschlechternde geomechanische Bedingungen, Vorkommen von Schiefer und Kataklasit.
- Aushubabschnitte -T4, -MA4, Warnschwelle: RMR=20, Vorkommen von Schiefer und Kataklasit.
- Aushubabschnitte -T5, Warnschwelle: RMR nahe an 20, sich verschlechternde geomechanische Bedingungen, Vorkommen von Kraine, Schluffsteine, Tonschichten und Kakirite.
- Aushubabschnitte -T5, Warnschwelle: RMR=20, Vorkommen von Kraine, Schluffsteine, Tonschichten und Kakirite
- Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände - RMR-Index (Vortrieb mit Schild-TBM):
 - <20 Alarmschwelle Risiko a) (hohes Risiko).
 - 21 – 40 Warnschwelle Risiko a) (mittleres Risiko); Warn- oder Alarmschwelle Risiko b) (hohes oder mittleres Risiko je nach den geomechanischen Gegebenheiten).
 - 41 – 60 Warnschwelle Risiko b) (mittleres Risiko je nach den geomechanischen Gegebenheiten).
- Konvergenz- und Extrusionmaße - Abschnitte mit steifer Schale (von da -T1 bis -T5 und von -MA2 bis -MA4)
 - 1% R_{vortrieb} : Warnschwelle Risiko a) (mittleres Risiko)
 - 2% R_{vortrieb} : Alarmschwelle Risiko a) (hohes Risiko)
- Konvergenz- und Extrusionmaße - Abschnitte mit verformbarer Schale (-T6)
 - 2% R_{vortrieb} : Warnschwelle Risiko a) (mittleres Risiko)
 - 4% R_{vortrieb} : Alarmschwelle Risiko a) (hohes Risiko)
- Konvergenzgeschwindigkeit
 - 1.5cm/m (mittlere Geschwindigkeit in den ersten 1.5Ø): Warnschwelle Risiko a) (mittleres Risiko)
 - 2.0cm/m (mittlere Geschwindigkeit in den ersten 1.5Ø): Alarmschwelle Risiko a) (hohes Risiko)
- Verformung-/Spannungsmaße in der Außenschale
 - $0.77 \cdot f_{cd}$ (oder $0.77 \cdot f_{yd}$): Warnschwelle Risiko b) (mittleres Risiko)
 - $1.00 \cdot f_{cd}$ (oder $1.00 \cdot f_{yd}$): Alarmschwelle Risiko b) (hohes Risiko)
- Tübbinge aus Stahlbeton, ausgerüstet mit Schwingsaitenausdehnungsmesser.
 - $0.77 \cdot f_{cd}$ (oder $0.77 \cdot f_{yd}$): Warnschwelle Risiko b) (mittleres Risiko)
 - $1.00 \cdot f_{cd}$ (oder $1.00 \cdot f_{yd}$): Alarmschwelle Risiko b) (hohes Risiko)
- Sezioni di Scavo -T3, -MA3, soglia di attenzione: RMR prossimo a 40, condizioni geomeccaniche in peggioramento.
- Sezioni di Scavo -T3, -MA3, soglia di allarme: RMR=40.
- Sezioni di Scavo -T4, -MA4, soglia di attenzione: RMR prossimo a 20, condizioni geomeccaniche in peggioramento, presenza di Scisti e Cataclasiti.
- Sezioni di Scavo -T4, -MA4, soglia di allarme: RMR=20, presenza di Scisti e Cataclasiti.
- Sezioni di Scavo -T5, soglia di attenzione: RMR prossimo a 20, condizioni geomeccaniche in peggioramento, presenza di di Carniole, Siltiti, Clay-gouge e Fault gouge.
- Sezioni di Scavo -T5, soglia di allarme: RMR=20, presenza di Carniole, Siltiti, Clay-gouge e Fault gouge.
- Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo - Indice RMR (Scavo con TBM scudata):
 - <20 soglia di allarme rischio a) (rischio elevato).
 - 21 – 40 soglia di attenzione rischio a) (rischio medio); soglia di attenzione o di allarme rischio b) (rischio elevato o medio a seconda delle condizioni geomeccaniche).
 - 41 – 60 soglia di attenzione rischio b) (rischio medio a seconda condizioni geomeccaniche).
- Misure di convergenza e di estrusione - Sezioni con rivestimento rigido (da -T1 a -T5 e da -MA2 a -MA4)
 - 1% R_{scavo} : soglia di attenzione rischio a) (rischio medio)
 - 2% R_{scavo} : soglia di allarme rischio a) (rischio elevato)
- Misure di convergenza e di estrusione - Sezioni con rivestimento deformabile (-T6)
 - 2% R_{scavo} : soglia di attenzione rischio a) (rischio medio)
 - 4% R_{scavo} : soglia di allarme rischio a) (rischio elevato)
- Velocità di convergenza
 - 1.5cm/m (velocità media nei primi 1.5Ø): soglia di attenzione rischio a) (rischio medio)
 - 2.0cm/m (velocità media nei primi 1.5Ø): soglia di allarme rischio a) (rischio elevato)
- Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase
 - $0.77 \cdot f_{cd}$ (o $0.77 \cdot f_{yd}$): soglia di attenzione rischio b) (rischio medio)
 - $1.00 \cdot f_{cd}$ (o $1.00 \cdot f_{yd}$): soglia di allarme rischio b) (rischio elevato)
- Conci in c.a. strumentati con estensimetri a corda vibrante.
 - $0.77 \cdot f_{cd}$ (o $0.77 \cdot f_{yd}$): soglia di attenzione rischio b) (rischio medio)
 - $1.00 \cdot f_{cd}$ (o $1.00 \cdot f_{yd}$): soglia di allarme rischio b) (rischio elevato)

In Anhang 3 ist eine Checkliste aufgezeigt, welche als Grundlage für das Ausfüllen des Risikoverzeichnisses dienen kann.

4.4.10 Risikostufen, entsprechende Handlungen und Minderungsmaßnahmen

4.4.10.1 Niedriges Risiko

Wesentliche Indikatoren:

- Bohrungen
 - Keine Unregelmäßigkeit.
- Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände
 - Strukturgeologische Daten welche entsprechend und homogen zum Prognosemodell und zu derer welche im vorhergehenden Tunnelabschnitt festgestellt wurden.
 - Es wurden keine Phänomene oder Bedingungen festgestellt, welche auf eine merkliche Verschlechterung der Gebirgsverhältnisse im Abschnitt nach der Ortsbrust hinweisen.
 - RMR über der Warnschwelle des zurzeit angewandten Aushubabschnitts (konventioneller Aushub oder mit offene TBM), RMR>40 (Aushub mit Schild-TBM).
- Fräsen-Parameter
 - Keine Unregelmäßigkeit.
- Analyse des Aushubmaterials
 - Keine Unregelmäßigkeit.
- Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften der Hauptzutritte
 - Keine Unregelmäßigkeit: kein Wasservorkommen oder höchstens Feuchtigkeit und Tropfwasser.
- Konvergenz- und Extrusionmaße
 - $\leq 1\%$ R_{vortrieb}
- Konvergenzgeschwindigkeit
 - $\leq 1.5\text{cm/m}$

Andere Indikatoren:

- Geophysikalische seismische Erhebungen
 - Keine Unregelmäßigkeit: im Zuge der geophysikalischen Prospektionen wurde kein signifikanter Reflektor festgestellt bzw. höchstens schwache Reflektoren Spuren, welche den Reflektoren der vorhergehenden Abschnitte entsprechen.
- Vom BEAM-System erhobene geoelektrische Parameter
 - Keine oder höchstens schwache Unregelmäßigkeiten.
- Messung der Lärmemissionen
 - Keine Unregelmäßigkeit: fehlende Lärmemissionen von der Höhlung entfernt und jedenfalls nicht typisch für eine beginnende Verformung.
- Überwachung Gas und Radioaktivität

In Appendice si riporta una check-list che può costituire la base per la compilazione del Registro del Rischio.

4.4.10 Livelli di rischio, azioni conseguenti e interventi di mitigazione

4.4.10.1 Rischio basso

Indicatori essenziali:

- Sondaggi
 - Nessuna anomalia.
- Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo
 - Dati geostrutturali coerenti ed omogenei con il modello di previsione e con quelli riscontrati nella parte precedente di galleria.
 - Non si riscontrano fenomeni e condizioni tali da far prevedere un sensibile peggioramento delle condizioni dell'ammasso roccioso nella tratta oltre il fronte di scavo.
 - RMR superiore alla Soglia di Attenzione della Sezione di Scavo attualmente applicata (scavo in tradizionale o con TBM aperta), RMR>40 (scavo con TBM scudata).
- Parametri fresa
 - Nessuna anomalia.
- Analisi del materiale di scavo
 - Nessuna anomalia.
- Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali
 - Nessuna anomalia: nessuna presenza d'acqua o al più umidità e stitilicidi.
- Misure di convergenza e di estrusione
 - $\leq 1\%$ R_{scavo}
- Velocità di convergenza
 - $\leq 1.5\text{cm/m}$

Altri indicatori:

- Rilievi geofisici sismici
 - Nessuna anomalia: nessun riflettore significativo individuato dalle prospezioni geofisiche o, al più, tracce di deboli riflettori coerenti con quelle già riscontrate nelle tratte precedenti.
- Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM
 - Nessuna o al più deboli anomalie.
- Misura delle emissioni acustiche
 - Nessuna anomalia: emissioni acustiche assenti, lontane dalla cavità o comunque non significative di fenomeni di incipiente frattura.
- Monitoraggio gas e radioattività
 - Nessuna anomalia.

- Keine Unregelmäßigkeit.

Entsprechende Handlungen

Nur systematische Tätigkeiten [8]:

- Hammerbohrungen (TBM Aushub nach Norden).
- Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände.
- Analyse des Aushubmaterials
- Geophysikalische seismische Erhebungen
- Vom BEAM-System erhobene geoelektrische Parameter.
- Messung der Lärmemissionen.
- Fräsen-Parameter
- Überwachung Gas und Radioaktivität.
- Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften für die Hauptzutritte.
- Konvergenz- und Extrusionmaße
- Verformung-/Spannungsmaße in der Außenschale
- **Minderungsmaßnahmen**

Keine.

4.4.10.2 Mittleres Risiko

Wesentliche Indikatoren:

- Bohrungen
- Vom Modell nicht vorgesehenes Vorkommen von Ausbruchmaterial.
- Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände
- Entsprechend und homogen Strukturgeologische Daten mit denen die im vorhergehenden Tunnelabschnitt festgestellt wurden, mit entsprechenden Trennflächenhinweise, die jenen entsprechen, die bereits im Tunnel bzw. regional beobachtet wurden. Hinweise auf eine mögliche Verschlechterung der Gebirgsverhältnisse: Verstärkte Klüftung verknüpft mit einer allgemeinen Zunahme des Verfalls der Trennflächen und ihrer Öffnung.
- RMR nahe an der Warnschwelle des zurzeit angewandten Aushubabschnitts (konventioneller Aushub oder mit offener TBM), $20 < RMR < 40$ (Aushub mit Schild-TBM).
- Geomechanische Situationen, die auf Asymmetrien, Anisotropien, Inhomogenität und Ungleichmäßigkeit des Verhaltens deuten.
- Fräsen-Parameter
- Zeichen von Unregelmäßigkeiten im Vergleich zu den vorherigen Abschnitten.
- Beträchtliche Reduzierung der spezifischen Energie.

Azioni conseguenti:

Solo attività sistematiche [8]:

- Sondaggi a distruzione di nucleo (scavo con TBM verso nord).
- Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo.
- Analisi del materiale di scavo.
- Rilievi geofisici sismici.
- Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM.
- Misura delle emissioni acustiche.
- Parametri fresa.
- Monitoraggio gas e radioattività.
- Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali.
- Misure di convergenza e di estrusione
- Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase
- **Interventi di mitigazione**

Nessuno.

4.4.10.2 Rischio medio

Indicatori essenziali:

- Sondaggi
- Presenza di materiale di scavo non previsto dal modello.
- Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo
- Dati geostrutturali coerenti e omogenei con il modello e con quelli riscontrati nella parte precedente di galleria, con indizi di discontinuità coerenti con quelle già osservate in galleria e/o individuate a scala regionale. Segnali di un possibile peggioramento delle condizioni dell'ammasso roccioso: incremento del grado di fratturazione associato a un generale aumento dello stato di alterazione dei giunti e dell'apertura degli stessi.
- RMR prossimo alla Soglia di Attenzione della Sezione di Scavo attualmente applicata (scavo in tradizionale o con TBM aperta), $20 < RMR < 40$ (scavo con TBM scudata).
- Situazioni geomeccaniche che predispongano a dissimmetrie, anisotropie, disomogeneità e disuniformità di comportamento.
- Parametri fresa
- Segnali di anomalie rispetto alle tratte precedenti.
- Significativa riduzione della Energia Specifica.
- Analisi del materiale di scavo

- Analyse des Aushubmaterials
- Aushubmaterial mit atypischer Färbung bzw. mit Verfallserscheinungen und/oder Auftreten von tonhaltigem Material.
- Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften der Hauptzutritte
- Nicht druckhafte Wasserzutritte. Die Wassertemperaturen entsprechen denen des vorherigen Abschnitts.
- Konvergenz- und Extrusionmaße
- $1 \div 2\%$ R_{vortrieb}
- Konvergenzgeschwindigkeit
- $1.5 \div 2.0 \text{ cm/m}$

Andere Indikatoren:

- Geophysikalische seismische Erhebungen
- Einer oder mehrere markierte Reflektoren, von den geophysikalischen Prospektionen ermittelt.
- Vom BEAM-System erhobene geoelektrische Parameter
- Anzeichen auf Wasservorkommen und auf Gebirgsklüftung.
- Messung der Lärmemissionen
- Signifikante Lärmemissionen von beginnende Klüftung-Phänomene.
- Überwachung Gas und Radioaktivität
- Vorkommen von giftigen und schädlichen Gasen und/oder von Radioaktivität über der Warnschwelle.

Entsprechende Handlungen

Über den systematischen Tätigkeiten hinaus (Beschrieben in Kapitel 4.4.10.1) sind folgende nicht systematischen Tätigkeiten vorgesehen [8]:

- Konventioneller Aushub, mit offener TBM und mit Schild-TBM: eventuelle Bohrungen (Hammer oder Dauerkernbohrungen), radial und im Vortrieb.

Minderungsmaßnahmen

Der Konventioneller Aushub, mit offener TBM: Vorbereitung aller Mittel und Materialien um einen schnellen Wechsel zu einem schwererem Aushubabschnitt des gerade angewandten, laut Folge -T2/Rb, -T3, -T4, -T5, -T6 (konventioneller Aushub), -MA2/MARb, -MA3, -MA4, (Aushub mit offener TBM) zu ermöglichen

Nur für SRP 13 (Bergschlag): Wechsel zum Aushubabschnitt-TRb oder -MARb.

Für SRP 8 (Gasvorkommen), 16 (Vorkommen von radioaktiven Mineralien): Inbetriebsetzung der im Kapitel 4.3 beschriebenen spezifischen Minderungsmaßnahmen.

Für SRP 11 (Vorkommen von schwellendem Material): Vorbereitung aller Mittel und Materialien um einen schnellen

- Presenza di materiale di scavo con colorazione atipica o con presenza di alterazioni e/o componenti argillose.
- Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali
- Venute d'acqua, non in pressione. Temperatura delle acque coerenti con quelle osservate nella tratta precedente.
- Misure di convergenza e di estrusione
- $1 \div 2\%$ R_{scavo}
- Velocità di convergenza
- $1.5 \div 2.0 \text{ cm/m}$

Altri indicatori:

- Rilievi geofisici sismici
- Uno o più riflettori marcati, individuati dalle prospezioni geofisiche.
- Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM
- Segnali di presenza d'acqua e di fatturazione nell'ammasso roccioso.
- Misura delle emissioni acustiche
- Emissioni acustiche significative di fenomeni di incipiente frattura.
- Monitoraggio gas e radioattività
- Presenza di gas tossici e nocivi e/o di radioattività sopra i livelli di soglia di attenzione.

Azioni conseguenti:

Oltre alle attività sistematiche (descritte nel Capitolo 4.4.10.1) si prevedono le seguenti attività non sistematiche [8]:

- Scavo in tradizionale, con TBM aperta e con TBM scudata: eventuali sondaggi (a distruzione o a carotaggio continuo), radiali e in avanzamento.

Interventi di mitigazione

Scavo in tradizionale, scavo con TBM aperta: predisposizione di tutti i mezzi e i materiali per consentire un tempestivo passaggio a una Sezione di Scavo più pesante di quella correntemente applicata, secondo la successione, -T2/-TRb, -T3, -T4, -T5, -T6 (scavo in tradizionale), -MA2/-MARb, -MA3 - MA4 (scavo con TBM aperta).

Solo per SRP 13 (rock burst): passaggio alla Sezione di Scavo -TRb o -MARb.

Per SRP 8 (presenza di gas), 16 (presenza di minerali radioattivi), 18 (alte temperature): messa in opera degli interventi di mitigazione specifici descritti nel Capitolo 4.3.

Per SRP 11 (presenza di materiali rigonfianti): predisposizione di tutti i mezzi e i materiali per consentire un tempestivo

Wechsel zum Aushubabschnitt -T6 (auch für leichtere Aushübe als den -T5) zu ermöglichen.

4.4.10.3 Erhöhtes Risiko

Wesentliche Indikatoren:

- Bohrungen
 - Beträchtliches Vorkommen von nicht vom Modell vorgesehenen Aushubmaterial.
- Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände
 - Augenscheinliche Anzeichen für eine Verschlechterung der Gebirgsverhältnisse.
 - Trennflächen, welche dem Modell oder denen im Tunnel bereits beobachteten und/oder auf regionaler Ebene ermittelten Trennflächen nicht entsprechen.
 - RMR nahe an der Warnschwelle des zurzeit angewandten Aushubabschnitts (konventioneller Aushub oder mit offener TBM), $RMR \leq 20$ (Aushub mit Schild-TBM)
- Fräsen-Parameter
 - Offensichtliche und bedeutende Anomalien im Vergleich zu den vorherigen Erhebungen.
 - Drastische Reduzierung der spezifischen Energie.
- Analyse des Aushubmaterials
 - Beträchtliches Vorkommen von Aushubmaterial mit atypischer Färbung bzw. mit Verfallserscheinungen und/oder Auftreten von tonhaltigem Material.
- Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften der Hauptzutritte
 - Druckhafte Wasserzutritte entlang der Trennflächen mit Temperaturen, die den vorher gemessenen nicht entsprechen.
- Konvergenz- und Extrusionsmaße
 - $\geq 2\%$ R_{vortrieb}
- Konvergenzgeschwindigkeit
 - $\geq 2.0 \text{ cm/m}$

Andere Indikatoren:

- Geophysikalische seismische Erhebungen
 - Einer oder mehrere markierte Reflektoren, von den geophysikalischen Prospektionen ermittelt.
- Vom BEAM-System erhobene geoelektrische Parameter
 - Anzeichen von Wasservorkommen und Gebirgsklüftung.
- Messung der Lärmemissionen
 - Signifikante Lärmemissionen von beginnenden Klüftung Phänomenen.
- Überwachung Gas und Radioaktivität
 - Vorkommen von giftigen und schädlichen Gasen und/oder von Radioaktivität über der Warnschwelle.

Entsprechende Maßnahmen

passaggio alla Sezione di Scavo -T6 (anche per Sezioni di Scavo più leggere della -T5).

4.4.10.3 Rischio elevato

Indicatori essenziali:

- Sondaggi
 - Cospicua presenza materiale di scavo non previsto dal modello.
- Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo
 - Evidenti segni di peggioramento delle condizioni dell'ammasso roccioso.
 - Discontinuità non coerenti col modello o con quelle già osservate in galleria e/o individuate alla scala regionale.
 - RMR prossimo alla Soglia di Allarme della Sezione di Scavo attualmente applicata (scavo in tradizionale o con TBM aperta), $RMR \leq 20$ (scavo con TBM scudata).
- Parametri fresa
 - Evidenti e significative anomalie rispetto alle rilevazioni precedenti.
 - Drastica riduzione dell'Energia Specifica.
- Analisi del materiale di scavo
 - Cospicua presenza materiale di scavo con colorazione atipica o con presenza di alterazioni e/o componenti argillose.
- Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali
 - Venute d'acqua in pressione lungo i giunti, aventi temperature non coerenti con quelle precedentemente misurate.
- Misure di convergenza e di estrusione
 - $\geq 2\%$ R_{scavo}
- Velocità di convergenza
 - $\geq 2.0 \text{ cm/m}$

Altri indicatori:

- Rilievi geofisici sismici
 - Uno o più riflettori marcati, individuati dalle prospezioni geofisiche.
- Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM
 - Segnali di presenza d'acqua e di fatturazione nell'ammasso roccioso.
- Misura delle emissioni acustiche
 - Emissioni acustiche significative di fenomeni di incipiente frattura.
- Monitoraggio gas e radioattività
 - Presenza di gas tossici e nocivi e/o di radioattività sopra i livelli di soglia di attenzione.

Azioni conseguenti:

Über den systematischen Tätigkeiten hinaus (Beschrieben in Kapitel 4.4.10.1) sind folgende nicht systematischen Tätigkeiten vorgesehen [8]:

- Eventuelle Bohrungen (Hammer oder Dauerkernbohrungen), radial und im Vortrieb.

Minderungsmaßnahmen

Aushub mit Schild-TBM: Unterbrechung des Vortriebs. In den Strecken, welche in den geomechanischen Detailprofilen [14][15][16] ermittelt wurden, Ausführung der besonderen in [1] beschriebene Eingriffen. Eventuelle Vorbereitung andere spezifische Eingriffe.

Konventioneller Aushub, Aushub mit offener TBM: sofortiger Wechsel zu einem schwererem Aushubabschnitt des gerade angewandten, laut Folge -T2/Rb, -T3, -T4, -T5, -T6 (konventioneller Aushub), -MA2/MARb, -MA3, -MA4, (Aushub mit offener TBM). Nur für SRP (Bergschlag) Wechsel zum Aushubabschnitt -TRb oder -MARb.

Nur für SRP (Bergschlag) Wechsel zum Aushubabschnitt -TRb oder -MARb

Für SRP 8 (Gasvorkommen), 16 (Vorkommen von radioaktiven Mineralien), 18 (hohe Temperaturen): Inbetriebsetzung der im Kapitel 4.3 beschriebenen spezifischen Minderungsmaßnahmen.

Für SRP 11 (Vorkommen von schwellendem Material): Vorbereitung aller Mittel und Materialien um einen schnellen Wechsel zum Aushubabschnitt -T6 (auch für leichtere Aushübe als den -T5) zu ermöglichen.

4.4.11 Weitere Abwägungen

Das Auftreten von Phänomene, welche den regulären Vortrieb hindern, oder von Schäden an den Schalen, trotz Inbetriebsetzung aller in diesem Bericht beschriebenen Maßnahmen und Verfahren, umso mehr wenn diese Phänomene nicht durch Anwendung der o.a. ergänzenden Maßnahmen kontrolliert und beschränkt werden können, deutet auf eine mangelnde Effizienz des Risikomanagementsystems hin. In solchen einem Fall, muss das Risikomanagementverfahren überarbeitet werden, und insbesondere:

- Die Bestimmung der SRP und ihrer spezifischen Einflüsse auf Risiko b.
- Die korrekte und sorgfältige Durchführung der Aufgaben und die Anwendung der Verantwortlichkeiten der operativen Struktur des Risikomanagements und aller Betroffenen
- Die effektive Relevanz der Indikatoren und die Richtigkeit der entsprechenden Grenzwerte

Oltre alle attività sistematiche (descritte nel Capitolo 4.4.10.1) si prevedono le seguenti attività non sistematiche [8]:

- Eventuali sondaggi (a distruzione o a carotaggio continuo), radiali e in avanzamento.

Interventi di mitigazione

Scavo con TBM scudata: sospensione dell'avanzamento. Nelle tratte identificate nei profili geomeccanici di dettaglio [14][15][16], esecuzione degli interventi particolari descritti in [1]. Eventuale predisposizione di alti interventi specifici

Scavo in tradizionale, scavo con TBM aperta: immediato passaggio a una Sezione di Scavo più pesante di quella correntemente applicata, secondo la successione -T2/-TRb, -T3, -T4, -T5, -T6 (scavo in tradizionale), -MA2/-MARb, -MA3 -MA4 (scavo con TBM aperta). Solo per SRP 13 (rock burst), passaggio alla Sezione di Scavo -TRb o -MARb.

Solo per SRP 13 (rock burst): passaggio alla Sezione di Scavo -TRb o -MARb.

Per SRP 8 (presenza di gas), 16 (presenza di minerali radioattivi), 18 (alte temperature): messa in opera degli interventi di mitigazione specifici descritti nel Capitolo 4.3.

Per SRP 11 (presenza di materiali rigonfianti): immediato passaggio alla Sezione di Scavo -T6 (anche per Sezioni di Scavo più leggere della -T5).

4.4.11 Ulteriori considerazioni

Il verificarsi, nonostante la messa in opera di tutti gli accorgimenti e le procedure descritte nel presente documento, di fenomeni tali da impedire il regolare avanzamento dello scavo o di danni ai rivestimenti, a maggior ragione se tali fenomeni non possono essere controllati e limitati con l'applicazione degli interventi integrativi sopra descritti, segnala una mancanza di efficacia del sistema di Gestione del Rischio. In tale caso dovrà essere rivalutata la procedura di gestione del rischio e in particolare:

- La definizione degli SRP e della loro specifica influenza sul rischio b.
- Il corretto e diligente svolgimento dei compiti e l'applicazione delle responsabilità della struttura operativa di gestione e di tutti gli interessati
- L'effettiva significatività degli indicatori e la correttezza dei loro valori di soglia

- Die Wirksamkeit der Maßnahmen und die Notwendigkeit, diese zu ergänzen.
- L'efficacia degli interventi di mitigazione e la necessità di una loro integrazione.

5 VERZEICHNISSE

5.1 ANLAGENVERZEICHNIS

- ANHANG 1 - ÜBERWACHUNGSAKTIVITÄT
- ANHANG 2 - BEISPIEL FÜR TBM BERICHTE
- ANHANG 3 - CHECKLISTENBEISPIEL FÜR DAS RISIKOMANAGEMENT

5.2 REFERENZDOKUMENTE

5.2.1 Eingangsdokumente

5.2.1.1 Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3

- [1] 02_H61_EG_990_KTB_D0700_11165 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Anlage H: Besondere Maßnahme zur Verbesserung und Abdichtung des Gebirges
- [2] 02_H61_EG_991_KAP_D0700_12004 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Trassierungsplan – Grundriss Trassierung Haupttunnel Ost
- [3] 02_H61_EG_991_KAP_D0700_12005 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Trassierungsplan – Grundriss Trassierung Haupttunnel West
- [4] 02_H61_EG_991_KLP_D0700_12050-12061 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Lageplan – Bauwerkelageplan (Tafel 12/25 - 25/25)
- [5] 02_H61_EG_991_KLS_D0700_12100 - 12110 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Längsprofil – Bauwerks- und Trassierungslängsprofil - Haupttunnel Ost (Tafel 15/25 – 25/25)
- [6] 02_H61_EG_991_KLS_D0700_12200 - 12210 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke – Längenschnitt – Bautechnisches Längenprofil und Trassierung - Weströhre (Tafel 15/25 – 25/25)
- [7] 02_H61_OP_060_KHS_D0700_22127 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Nothaltestelle – Horizontalschnitt – NL-Gesamtlageplan
- [8] 02_H61_MO_994_BT_BTB_D0700_17001 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 – Gesamtbauwerke - Technischer Bericht

5 ELENCHI

5.1 ELENCO APPENDICI

- APPENDICE 1 - ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO
- APPENDICE 2 - ESEMPIO DI REPORT TBM
- APPENDICE 3 - ESEMPIO DI CHECK-LIST PER LA GESTIONE DEL RISCHIO

5.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

5.2.1 Documenti in ingresso

5.2.1.1 Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3

- [1] 02_H61_EG_990_KTB_D0700_11165 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Relazione tecnica – Allegato H: Interventi particolari di consolidamento e impermeabilizzazione dell'ammasso roccioso
- [2] 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
- [3] 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
- [4] 02_H61_EG_991_KLP_D0700_12050-12061 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Planimetria di tracciamento – Planimetria di tracciamento Galleria principale Ovest
- [5] 02_H61_EG_991_KLS_D0700_12100 - 12110 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali – Planimetria – Planimetria delle opere (Tav. 12/25 - 25/25)
- [6] 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 Est (Tav. 15/25 - 25/25)
- [7] 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 (Tav. 15/25 - 25/25)
- [8] 02_H61_OP_060_KHS_D0700_22127 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva -

- Bericht über Überwachungen und Prospektionen im Tunnel
- [9] 02_H61_MO_994_MLS_D0700_17010-17011-17012-17013-17020-17026-17027 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 – Gesamtbauwerke - Längsprofil - Profil und Schnitte des Haupttunnels Ost (Tafel 1/7 – 7/7)
- [10] 02_H61_MO_994_MLS_D0700_17014-17015-17016-17017-17021-17028-17029 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 – Gesamtbauwerke - Längsprofil - Profil und Schnitte des Haupttunnels West (Tafel 1/7 – 7/7)
- [11] 02_H61_MO_994_MLS_D0700_17018-17023-17024-17025 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 – Gesamtbauwerke - Längsprofil - Profil und Schnitte des Erkundungsstollen (Tafel 1/4 - 4/4)
- [12] 02_H61_MO_994_MLS_D0700_17019 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 – Gesamtbauwerke - Längsprofil - Profil und Schnitte Mails Fensterstollen und dazugehörige Bauwerke
- [13] 02_H61_MO_994_MLS_D0700_17022 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 – Gesamtbauwerke - Längsprofil - Profil und Schnitte Zugangstunnel und Zentralstollen von Freienfeld
- [14] 02_H61_GD_035_GLS_D0700_23005-23006- Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung -- D0700: Baulos Mails 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 3 - Längsprofil – Geomechanisches- und Planungs-Voraussichtsprüfung Haupttunnel Ost (Tafel 6/7 - 7/7)
- [15] 02_H61_GD_035_GLS_D0700_23007-23008- Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 3 - Längsprofil – Geomechanisches- und Planungs-Voraussichtsprüfung Haupttunnel West (Tafel 6/7 - 7/7)
- [16] 02_H61_GD_035_GLS_D0700_23002-23003-23004- Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 3 - Längsprofil – Geomechanisches- und Planungs-Voraussichtsprüfung Erkundungsstollen (Tafel 2/4 - 4/4)
- [17] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11165- Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mails 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht
- D0700: Lotto Mails 2-3 - Fermata di Emergenza – Sezione orizzontale – NL-Planimetria generale
- [8] 02_H61_MO_994_BT_D0700_17001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mails 2-3 - Opere generali - Relazione tecnica – Relazione sui monitoraggi e le prospezioni in galleria
- [9] 02_H61_MO_994_MLS_D0700_17010-17011-17012-17013-17020-17026-17027 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mails 2-3 - Opere generali- Profilo longitudinale – Profilo e sezioni Galleria principale Est (Tav 1/7 – 7/7)
- [10] 02_H61_MO_994_MLS_D0700_17014-17015-17016-17017-17021-17028-17029- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mails 2-3 - Opere generali- Profilo longitudinale – Profilo e sezioni Galleria principale Ovest (Tav 1/7 – 7/7)
- [11] 02_H61_MO_994_MLS_D0700_17018-17023-17024-17025- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mails 2-3 - Opere generali- Profilo longitudinale – Profilo e sezioni Cunicolo Esplorativo Est (Tav 1/4 – 4/4)
- [12] 02_H61_MO_994_MLS_D0700_17019- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mails 2-3 - Opere generali- Profilo longitudinale – Profilo e sezioni Finestra di Mails e opere annesse
- [13] 02_H61_MO_994_MLS_D0700_17022- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mails 2-3 - Opere generali- Profilo longitudinale – Profilo e sezioni Galleria di Accesso e Cunicolo centrale Trens
- [14] 02_H61_GD_035_GLS_D0700_23005-23006- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mails 2-3 - Opere generali Parte 3 - Profilo longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Galleria principale Est (Tav. 6/7 - 7/7)
- [15] 02_H61_GD_035_GLS_D0700_23007-23008- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mails 2-3 - Opere generali Parte 3 - Profilo longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Galleria principale Ovest (Tav. 6/7 - 7/7)
- [16] 02_H61_GD_035_GLS_D0700_23002-23003-23004- Galleria di Base del Brennero - Progettazione

– Beilage H: Besondere Festigungs- und Abdichtungseingriffe

[18] 02_H61_OP_035_KTB_D0700_23058- Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 3 - Technischer Bericht – Bericht über den Wasserressourcenschutz

esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali Parte 3 - Profilo longitudinale – Profilo geomeccanico e progettuale di previsione Cunicolo Esplorativo (Tav. 2/4 - 4/4)

[17] 02_H61_DT_990_KTB_D0700_11165- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali - Relazione tecnica – Allegato H: Interventi particolari di consolidamento e impermeabilizzazione dell'ammasso roccioso

[18] 02_H61_OP_035_KTB_D0700_23058- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali Parte 3 - Relazione tecnica – Relazione sulla salvaguardia delle risorse idriche

5.2.2 Normen und Richtlinien

[19] Technische Konstruktionsnormen 2008 – NTC 2008;

[20] Leitfaden N.617, Anordnung zur Anwendung der "Neue technische Konstruktionsnormen", des MD 14. Januar 2008

5.2.3 Ausgangsdokumente

[21] 02_H61_GD_090_KTB_D0700_21043- Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 1 - Technisches Bericht - Richtlinien zur Anwendung der Aushubschnitte

[22] 02_H61_GD_040_KTB_D0700_22900- Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 2 - Technisches Bericht - Richtlinien zur Anwendung der Aushubschnitte

[23] 02_H61_GD_035_KTB_D0700_23053- Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 3 - Technisches Bericht - Richtlinien zur Anwendung der Aushubschnitte

5.2.2 Normative e linee guida

[19] Norme Tecniche delle Costruzioni 2008 – NTC 2008;

[20] Circolare n.617, Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008

5.2.3 Documenti in uscita

[21] 02_H61_GD_090_KTB_D0700_21043- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali Parte 1 - Relazione tecnica – Linee guida per l'applicazione delle sezioni di scavo

[22] 02_H61_GD_040_KTB_D0700_22900- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali Parte 2 - Relazione tecnica – Linee guida per l'applicazione delle sezioni di scavo

[23] 02_H61_GD_035_KTB_D0700_23053- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Opere generali Parte 3 - Relazione tecnica – Linee guida per l'applicazione delle sezioni di scavo

**ANHANG 1 – ÜBERWACHUNGSAKTIVITÄT
[8]**

**APPENDICE 1 - ATTIVITÀ DI
MONITORAGGIO [8]**

1A - SYSTEMATISCHE UNTERSUCHUNGEN IM VERLAUFE DES VORTRIEBES

Bauteil	Sektionen Typ	Kilometrierung Ost-Röhre [Kilometrierung weitere Bauwerke]			Systematische Untersuchungen im Verlaufe des Vortriebes							
		Dehnung Bauteil	von [km]	bis [km]	Geostruktuelle Vermessung der Abbaufont	Radialsondierung mit Kernzerstörung	Geophysikalische Seismikuntersuchungen mit TRT	Geoelektrische Vermessungen (BEAM)	Messungen der Geräuschemissionen	Aufzeichnung und Analyse der Fräsenparameter	Überwachung Gase und Strahlungen	Messungen der Wassermenge
Erkundungsstollen (bergmännischer Vortrieb)	C-T	46+014 - 46+844 [13+290 - 12+460 CE]	46+014 [13+290 CE]	46+844 [12+460 CE]	Jeder Durchbruch	Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m	Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m	K.A.	K.A.	K.A.	Kontinuierlich	Kontinuierliche Vermessungspunkte: Kontinuierliche Messungen, Vermessung entlang der Tunnel: etwa mit einem Mindestabstand von 500m, Häufigkeit der Messungen im Ermessen der Bauleitung.
Erkundungsstollen (Ausbruch mit Schild-TBM)	C-MS	32+088 - 46+014 [27+217 - 13+290 CE]	32+088 [27+217 CE]	46+014 [13+290 CE]	--	Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m	Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m	Kontinuierlich	Kontinuierlich (Anmerkung 1)	Kontinuierlich	Kontinuierlich	
Haupttunnel (Ausbruch mit Schild-TBM)	GL-MS	32+088 - 44+192 [32+047 - 44+155 GL Weströhre]	32+088 [32+047 GL Weströhre]	35+911 [35+883 GL Weströhre]	--	--	Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m	Kontinuierlich	Kontinuierlich (Anmerkung 1)	Kontinuierlich	Kontinuierlich	
			35+911 [35+883 GL Weströhre]	37+511 [37+508 GL Weströhre]		Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m						
			37+511 [37+508 GL Weströhre]	40+352 [40+315 GL Weströhre]		--						
			40+352 [40+315 GL Weströhre]	43+352 [43+315 GL Weströhre]		Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m						
			43+352 [43+315 GL Weströhre]	44+192 [44+155 GL Weströhre]		--						
Haupttunnel Montagekammer TBM Norden (bergmännischer Vortrieb)	GL-CM	44+192 - 44+352 [44+155 - 44+315 GL Weströhre]	44+192 [44+155 GL Weströhre]	44+352 [44+315 GL Weströhre]	Jeder Durchbruch	--	--	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 1)	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 2)	
Haupttunnel (bergmännischer Vortrieb)	GL-T	44+352 - 44+555 [44+315 - 44+518 GL Weströhre]	44+352 [44+315 GL Weströhre]	44+555 [44+518 GL Weströhre]	Jeder Durchbruch	--	Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 1)	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 2)	
Haupttunnel Nothaltestelle (bergmännischer Vortrieb)	FdE-GL-T	44+555 - 45+025 [44+518 - 44+988 GL Weströhre]	44+555 [44+518 GL Weströhre]	45+025 [44+988 GL Weströhre]	Jeder Durchbruch	--	--	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 1)	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 2)	
Haupttunnel (bergmännischer Vortrieb)	GL-T	45+025 - 47+259 [44+988 - 47+222 GL Weströhre]	45+025 [44+988 GL Weströhre]	47+259 [47+222 GL Weströhre]	Jeder Durchbruch	--	Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 1)	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 2)	
Bestehende Haupttunnel (bergmännischer Vortrieb, Los Mauls 1)	GL-E-T	47+259 - 49+082 [47+222 - 49+057 GL Weströhre]	47+259 [47+222 GL Weströhre]	49+082 [49+057 GL Weströhre]	--	--	--	--	--	--	--	
Haupttunnel (bergmännischer Vortrieb)	GL-MAT	49+082 - 49+118 [49+057 - 49+241 GL Weströhre]	49+082 [49+057 GL Weströhre]	49+118 [49+241 GL Weströhre]	Jeder Durchbruch	--	--	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 1)	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 2)	
Haupttunnel (Ausbruch mit offener TBM)	GL-MA	49+118 - 52+622 [49+241 - 52+845 GL Weströhre]	49+118 [49+241 GL Weströhre]	51+580 [51+571 GL Weströhre]	Täglich	--	--	--	Kontinuierlich (Anmerkung 1)	Kontinuierlich	Kontinuierlich	
			51+580 [51+571 GL Weströhre]	52+622 [52+845 GL Weströhre]		Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m	Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m					
Haupttunnel Doppelpgleis (bergmännischer Vortrieb)	GA-DA GL-D GL-DM	52+622 - 54+015 [52+845 - 54+002 GL Weströhre]	52+622 [52+845 GL Weströhre]	54+015 [54+002 GL Weströhre]	Jeder Durchbruch	Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m	Kontinuierlich, alle 100 m mit Überlappung von 50 m	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 1)	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 2)	
Zufahrtstunnel Trems (bergmännischer Vortrieb)	GA-T	45+192 - 18+909 [0+000 - 3+806 GA]	45+192 [0+000 GA]	48+909 [3+806 GA]	Jeder Durchbruch	--	--	K.A.	--	K.A.	Kontinuierlich (Anmerkung 2)	

Anmerkung 1: Messungen sind etwa für Deckungen von mehr als 1000m für die folgenden Materialien zu planen:

- Gneiss der Vorgranit-Platte
- Quarzite und Quarzitschiefer der Gebirgsformation Kaserer und im Trias (Pflitsch, Basis der Pflitsch-Schicht, Basis der Flatschspitz-Schicht)
- Amphibolite der kristallinen Austroalpinen Platte
- Tonalite von Mauls (auch für Deckgestein unter 1000m)
- Brixon-Granit

Anmerkung 2: Messungen der Radioaktivität sind nur für folgende Materialien vorzusehen:

- Paragneis der kristallinen Austroalpinen Platte
- Tonalite von Mauls
- Brixon-Granit

1A - INDAGINI SISTEMATICHE NEL CORSO DELL'AVANZAMENTO

Parte d'opera	Sezioni tipo	Progressive Canna Est [Progressive altre opere]			Indagini sistematiche nel corso dell'avanzamento							
		Estensione parte d'opera	da [km]	a [km]	Rilievo geostrutturale del fronte di scavo	Sondaggio a distruzione di nucleo	Rilievi geofisici sismici TRT	Rilievi geoelettrici (BEAM)	Misure emissioni acustiche	Registrazione ed analisi parametri fresa	Monitoraggio gas e radiazioni	Misure di portata d'acqua
Cunicolo Esplorativo (Scavo in tradizionale)	C-T	46+014 - 46+844 [13+290 - 12+460 CE]	46+014 [13+290 CE]	46+844 [12+460 CE]	Ogni sfondo	Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m	Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m	N.A.	N.A.	N.A.	Continuo	Punti di rilevamento continuo: misure in continuo. Rilevamento lungo le gallerie: indicativamente con distanza minima 500m, frequenza delle misure a discrezione della DL.
Cunicolo Esplorativo (Scavo con TBM scudata)	C-MS	32+088 - 46+014 [27+217 - 13+290 CE]	32+088 [27+217 CE]	46+014 [13+290 CE]	--	Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m	Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m	Continuo	Continuo (Nota 1)	Continuo	Continuo	
Gallerie di Linea (Scavo con TBM scudata)	GL-MS	32+088 - 44+192 [32+047 - 44+155 GL Ovest]	32+088 [32+047 GL Ovest]	35+911 [35+883 GL Ovest]	--	--	Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m	Continuo	Continuo (Nota 1)	Continuo	Continuo	
			35+911 [35+883 GL Ovest]	37+511 [37+508 GL Ovest]		Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m						
			37+511 [37+508 GL Ovest]	40+352 [40+315 GL Ovest]		--						
			40+352 [40+315 GL Ovest]	43+352 [43+315 GL Ovest]		Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m						
			43+352 [43+315 GL Ovest]	44+192 [44+155 GL Ovest]		--						
Gallerie di Linea Cameroni di montaggio TBM Nord (Scavo in tradizionale)	GL-CM	44+192 - 44+352 [44+155 - 44+315 GL Ovest]	44+192 [44+155 GL Ovest]	44+352 [44+315 GL Ovest]	Ogni sfondo	--	--	N.A.	Continuo (Nota 1)	N.A.	Continuo (Nota 2)	
Gallerie di Linea (Scavo in tradizionale)	GL-T	44+352 - 44+555 [44+315 - 44+518 GL Ovest]	44+352 [44+315 GL Ovest]	44+555 [44+518 GL Ovest]	Ogni sfondo	--	Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m	N.A.	Continuo (Nota 1)	N.A.	Continuo (Nota 2)	
Gallerie di Linea Fermata d'emergenza (Scavo in tradizionale)	FdE-GL-T	44+555 - 45+025 [44+518 - 44+988 GL Ovest]	44+555 [44+518 GL Ovest]	45+025 [44+988 GL Ovest]	Ogni sfondo	--	--	N.A.	Continuo (Nota 1)	N.A.	Continuo (Nota 2)	
Gallerie di Linea (Scavo in tradizionale)	GL-T	45+025 - 47+259 [44+988 - 47+222 GL Ovest]	45+025 [44+988 GL Ovest]	47+259 [47+222 GL Ovest]	Ogni sfondo	--	Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m	N.A.	Continuo (Nota 1)	N.A.	Continuo (Nota 2)	
Gallerie di Linea Esistenti (Scavo in tradizionale Lotto Mules 1)	GL-E-T	47+259 - 49+082 [47+222 - 49+057 GL Ovest]	47+259 [47+222 GL Ovest]	49+082 [49+057 GL Ovest]	--	--	--	--	--	--	--	
Gallerie di Linea (Scavo in tradizionale)	GL-MAT	49+082 - 49+118 [49+057 - 49+241 GL Ovest]	49+082 [49+057 GL Ovest]	49+118 [49+241 GL Ovest]	Ogni sfondo	--	--	N.A.	Continuo (Nota 1)	N.A.	Continuo (Nota 2)	
Gallerie di Linea (Scavo con TBM aperta)	GL-MA	49+118 - 52+622 [49+241 - 52+845 GL Ovest]	49+118 [49+241 GL Ovest]	51+580 [51+571 GL Ovest]	Giomaliero	--	--	--	Continuo (Nota 1)	Continuo	Continuo	
			51+580 [51+571 GL Ovest]	52+622 [52+845 GL Ovest]		Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m	Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m					
Gallerie di Linea Doppio binario (Scavo in tradizionale)	GA-DA GL-D GL-DM	52+622 - 54+015 [52+845 - 54+002 GL Ovest]	52+622 [52+845 GL Ovest]	54+015 [54+002 GL Ovest]	Ogni sfondo	Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m	Continuo, ogni 100 m con sovrapposizione di 50 m	N.A.	Continuo (Nota 1)	N.A.	Continuo (Nota 2)	
Galleria di Accesso di Trens (Scavo in tradizionale)	GA-T	45+192 - 18+909 [0+000 - 3+806 GA]	45+192 [0+000 GA]	48+909 [3+806 GA]	Ogni sfondo	--	--	N.A.	--	N.A.	Continuo (Nota 2)	

Nota 1: Misure da prevedere indicativamente per coperture superiori a 1000m nei seguenti materiali:

- Gneiss del basamento pregranitico
- Quarziti e Scisti quarzatici della Formazione di Kaserer e nel Triassico (Val di Vizze, base della Falda di Vizze, base della Falda di Flatschspitz)
- Anfiboliti del Basamento Cristallino Austroalpino
- Tonaliti di Mules (anche per coperture inferiori a 1000m)
- Granito di Bressanone

Nota 2: Misure di radioattività da prevedere solamente nei seguenti materiali:

- Paragneiss del Basamento Cristallino Austroalpino
- Tonaliti di Mules
- Granito di Bressanone

1B - PUNKTUELLE UNTERSUCHUNGEN IM VERLAUFE DES VORTRIEBES

Bauteil	Kilometrierung Ost-Röhre [Kilometrierung weitere Bauwerke]			Punktueller Untersuchungen im Verlaufe des Vortriebes		
	Dehnung Bauteil	von [km]	bis [km]	Sondierungen mit durchgängiger Kernbohrung (im Vortrieb und radial)	Radialsondierung mit Kernzerstörung	Hydrogeologische und thermometrische Vermessungen
Erkundungstollen (bergmännischer Vortrieb)	46+014 - 46+844 [13+290 - 12+460 CE]	46+014 [13+290 CE]	46+844 [12+460 CE]	Bei der Annäherung an kartografierte Störungszonen. Gesamt Kernbohrungen = 2000m	Störungszone in Richtung Haupttunnel. Gesamt Sondierungen = 500m	Stationen sind etwa in Höhe der Flussmessungen entlang der Tunnel zu positionieren (Mindestabstand 500m). Messungsbefugtheit im Ermessen der Bauleitung.
Erkundungstollen (Ausbruch mit Schild-TBM)	32+088 - 46+014 [27+217 - 13+290 CE]	32+088 [27+217 CE]	46+014 [13+290 CE]			
Haupttunnel (Ausbruch mit Schild-TBM)	32+088 - 44+192 [32+047 - 44+155 GL Weströhre]	32+088 [32+047 GL Weströhre]	35+911 [35+883 GL Weströhre]	Nur bei unsicheren Ergebnissen der systematischen Untersuchungen	--	
		35+911 [35+883 GL Weströhre]	37+511 [37+508 GL Weströhre]		--	
		37+511 [37+508 GL Weströhre]	40+352 [40+315 GL Weströhre]		--	
		40+352 [40+315 GL Weströhre]	43+352 [43+315 GL Weströhre]		--	
		43+352 [43+315 GL Weströhre]	44+192 [44+155 GL Weströhre]		--	
Haupttunnel Montagekammer TBM Norden (bergmännischer Vortrieb)	44+192 - 44+352 [44+155 - 44+315 GL Weströhre]	44+192 [44+155 GL Weströhre]	44+352 [44+315 GL Weströhre]	--	--	
Haupttunnel (bergmännischer Vortrieb)	44+352 - 44+555 [44+315 - 44+518 GL Weströhre]	44+352 [44+315 GL Weströhre]	44+555 [44+518 GL Weströhre]	--	--	
Haupttunnel Nothaltestelle (bergmännischer Vortrieb)	44+555 - 45+025 [44+518 - 44+988 GL Weströhre]	44+555 [44+518 GL Weströhre]	45+025 [44+988 GL Weströhre]	Bei der Annäherung an kartografierte Störungszonen. Gesamt Kernbohrungen = 200m	Störungszone. Gesamt Sondierungen = 200m	
Haupttunnel (bergmännischer Vortrieb)	45+025 - 47+259 [44+988 - 47+222 GL Weströhre]	45+025 [44+988 GL Weströhre]	47+259 [47+222 GL Weströhre]	--	--	
Bestehende Haupttunnel (bergmännischer Vortrieb, Los Mauls 1)	47+259 - 49+082 [47+222 - 49+057 GL Weströhre]	47+259 [47+222 GL Weströhre]	49+082 [49+057 GL Weströhre]	--	--	
Haupttunnel (bergmännischer Vortrieb)	49+082 - 49+118 [49+057 - 49+241 GL Weströhre]	49+082 [49+057 GL Weströhre]	49+118 [49+241 GL Weströhre]	--	--	
Haupttunnel (Ausbruch mit offener TBM)	49+118 - 52+622 [49+241 - 52+845 GL Weströhre]	49+118 [49+241 GL Weströhre]	51+580 [51+571 GL Weströhre]	--	--	
		51+580 [51+571 GL Weströhre]	52+622 [52+845 GL Weströhre]	--	--	
Haupttunnel Doppelgleis (bergmännischer Vortrieb)	52+622 - 54+015 [52+845 - 54+002 GL Weströhre]	52+622 [52+845 GL Weströhre]	54+015 [54+002 GL Weströhre]	--	--	
Zufahrtstunnel Trems (bergmännischer Vortrieb)	45+192 - 18+909 [0+000 - 3+806 GA]	45+192 [0+000 GA]	48+909 [3+806 GA]	--	--	

1B - INDAGINI PUNTUALI NEL CORSO DELL'AVANZAMENTO

Parte d'opera	Progressive Canna Est [Progressive altre opere]			Indagini puntuali nel corso dell'avanzamento		
	Estensione parte d'opera	da [km]	a [km]	Sondaggi a carotaggio continuo (in avanzamento e radiali)	Sondaggi radiali a distruzione di nucleo	Rilievi idrogeologici e termometrici
Cunicolo Esplorativo (Scavo in tradizionale)	46+014 - 46+844 [13+290 - 12+460 CE]	46+014 [13+290 CE]	46+844 [12+460 CE]	In avvicinamento alle zone di faglia cartografate. Totale carotaggi = 2000m	Zone di faglia verso gallerie di linea. Totale sondaggi = 500m	Stazioni da posizionare indicativamente in corrispondenza delle misure di portata lungo le gallerie (distanza minima 500m). Frequenza delle misure a discrezione della DL.
Cunicolo Esplorativo (Scavo con TBM scudata)	32+088 - 46+014 [27+217 - 13+290 CE]	32+088 [27+217 CE]	46+014 [13+290 CE]			
Gallerie di Linea (Scavo con TBM scudata)	32+088 - 44+192 [32+047 - 44+155 GL Ovest]	32+088 [32+047 GL Ovest]	35+911 [35+883 GL Ovest]	Solo se risultati incerti delle indagini sistematiche	--	
		35+911 [35+883 GL Ovest]	37+511 [37+508 GL Ovest]		--	
		37+511 [37+508 GL Ovest]	40+352 [40+315 GL Ovest]		--	
		40+352 [40+315 GL Ovest]	43+352 [43+315 GL Ovest]		--	
		43+352 [43+315 GL Ovest]	44+192 [44+155 GL Ovest]		--	
Gallerie di Linea Camerone di montaggio TBM Nord (Scavo in tradizionale)	44+192 - 44+352 [44+155 - 44+315 GL Ovest]	44+192 [44+155 GL Ovest]	44+352 [44+315 GL Ovest]	--	--	
Gallerie di Linea (Scavo in tradizionale)	44+352 - 44+555 [44+315 - 44+518 GL Ovest]	44+352 [44+315 GL Ovest]	44+555 [44+518 GL Ovest]	--	--	
Gallerie di Linea Fermata d'emergenza (Scavo in tradizionale)	44+555 - 45+025 [44+518 - 44+988 GL Ovest]	44+555 [44+518 GL Ovest]	45+025 [44+988 GL Ovest]	In avvicinamento delle zone di faglia cartografate. Totale carotaggi = 200m	Zone di faglia. Totale sondaggi = 200m	
Gallerie di Linea (Scavo in tradizionale)	45+025 - 47+259 [44+988 - 47+222 GL Ovest]	45+025 [44+988 GL Ovest]	47+259 [47+222 GL Ovest]	--	--	
Gallerie di Linea Esistenti (Scavo in tradizionale Lotto Mules 1)	47+259 - 49+082 [47+222 - 49+057 GL Ovest]	47+259 [47+222 GL Ovest]	49+082 [49+057 GL Ovest]	--	--	
Gallerie di Linea (Scavo in tradizionale)	49+082 - 49+118 [49+057 - 49+241 GL Ovest]	49+082 [49+057 GL Ovest]	49+118 [49+241 GL Ovest]	--	--	
Gallerie di Linea (Scavo con TBM aperta)	49+118 - 52+622 [49+241 - 52+845 GL Ovest]	49+118 [49+241 GL Ovest]	51+580 [51+571 GL Ovest]	--	--	
		51+580 [51+571 GL Ovest]	52+622 [52+845 GL Ovest]	--	--	
Gallerie di Linea Doppio binario (Scavo in tradizionale)	52+622 - 54+015 [52+845 - 54+002 GL Ovest]	52+622 [52+845 GL Ovest]	54+015 [54+002 GL Ovest]	--	--	
Galleria di Accesso di Treno (Scavo in tradizionale)	45+192 - 18+909 [0+000 - 3+806 GA]	45+192 [0+000 GA]	48+909 [3+806 GA]	--	--	

1C - ÜBERWACHUNG WÄHREND DER AUSFÜHRUNG UND FÜR DEN BETRIEB

Bauteil	Kilometrierung Ost-Röhre [Kilometrierung weitere Bauwerke]			Überwachungen während der Bauarbeiten						Spannungsmessungen an den Tübbing	Betriebsorientierte Überwachung	
	Dehnung Bauteil	von [km]	bis [km]	Konvergenzmessung an	Messung der Extrusion der Abbaufont	Messungen der Verformung des Gesteins			Messungen der Verformung/Spannung in der Betonierung Phase 1		Innenschale als Ortbeton	
				Optische Ziele	Optische Ziele	Messnägel	Multibasis-Radialdehnungsmesser	Inkrementelle Dehnungsmesser an der Front	Kraftmessdosens unter den Füßen der Lehrbogen Druckmessdosens im Spritzbeton			Dehnungsmessgerät mit Vibrationsfeder
Erkundungstollen (bergmännischer Vortrieb)	46+014 - 46+844 [13+290 - 12+460 CE]	46+014 [13+290 CE]	46+844 [12+460 CE]	Jede Vortrieb-Woche	Im Falle längerer Stillstände beim Vortrieb	Etwa eine Station alle 50m in den Streckenabschnitten mit Betonierung der 1. Phase mit einzementierten Nägeln	Etwa alle 600m und in Höhe von Störungszonen oder kritischen Zonen	Störungszonen und kritische Bereiche.	1 Station alle 50 m (Einbau der Druckmessdosens nach Ermessen der Bauleitung)	--	Etwa 1 Station alle 500m (Mindestabstand)	
Erkundungstollen (Ausbruch mit Schild-TBM)	32+088 - 46+014 [27+217 - 13+290 CE]	32+088 [27+217 CE]	46+014 [13+290 CE]	2 Messstationen in Höhe der Haltebuchten/Nischen in kritischen Bereichen	--	--	1 Messstation in Höhe der Haltebuchten/Nischen in kritischen Bereichen	--	--	Etwa alle 500m und in Höhe von Störungszonen oder kritischen Zonen		
Haupttunnel (Ausbruch mit Schild-TBM)	32+088 - 44+192 [32+047 - 44+155 GL Weströhre]	32+088 [32+047 GL Weströhre]	35+911 [35+883 GL Weströhre]	Zwei Abschnitte in Höhe jeder Anbindung von Querstellen	--	--	1 Messstation in Höhe der Querstellen in kritischen Bereichen	--	--			
		35+911 [35+883 GL Weströhre]	37+511 [37+508 GL Weströhre]		--	--		--				
		37+511 [37+508 GL Weströhre]	40+352 [40+315 GL Weströhre]		--	--		--				
		40+352 [40+315 GL Weströhre]	43+352 [43+315 GL Weströhre]		--	--		--				
Haupttunnel Montagekammer TBM Norden (bergmännischer Vortrieb)	44+192 - 44+352 [44+155 - 44+315 GL Weströhre]	44+192 [44+155 GL Weströhre]	44+352 [44+315 GL Weströhre]	2 Messabschnitte für jede Kaverne	--	--	2 Messabschnitte für jede Kaverne	--	--			
		44+352 - 44+555 [44+315 - 44+518 GL Weströhre]	44+352 [44+315 GL Weströhre]	44+555 [44+518 GL Weströhre]	Jede Vortrieb-Woche	Im Falle längerer Stillstände beim Vortrieb	Etwa eine Station alle 50m in den Streckenabschnitten mit Betonierung der 1. Phase mit einzementierten Nägeln	Etwa alle 600m und in Höhe von Störungszonen oder kritischen Zonen	Störungszonen und kritische Bereiche.	1 Station alle 50 m (Einbau der Druckmessdosens nach Ermessen der Bauleitung)		
Haupttunnel Nothaltsstelle (bergmännischer Vortrieb)	44+555 - 45+025 [44+518 - 44+988 GL Weströhre]	44+555 [44+518 GL Weströhre]	45+025 [44+988 GL Weströhre]	Jede Vortrieb-Woche und in Höhe von Störungszonen	--	--	--	--	--			
Haupttunnel (bergmännischer Vortrieb)	45+025 - 47+259 [44+988 - 47+222 GL Weströhre]	45+025 [44+988 GL Weströhre]	47+259 [47+222 GL Weströhre]	Jede Vortrieb-Woche	--	--	--	--	--			
Bestehende Haupttunnel (bergmännischer Vortrieb, Los Mauls 1)	47+259 - 49+082 [47+222 - 49+057 GL Weströhre]	47+259 [47+222 GL Weströhre]	49+082 [49+057 GL Weströhre]	--	--	--	--	--	--			
Haupttunnel (bergmännischer Vortrieb)	49+082 - 49+118 [49+057 - 49+241 GL Weströhre]	49+082 [49+057 GL Weströhre]	49+118 [49+241 GL Weströhre]	Jede Vortrieb-Woche	Im Falle längerer Stillstände beim Vortrieb	--	--	Störungszonen und kritische Bereiche.	--			
Haupttunnel (Ausbruch mit offener TBM)	49+118 - 52+622 [49+241 - 52+845 GL Weströhre]	49+118 [49+241 GL Weströhre]	51+580 [51+571 GL Weströhre]	2 Messstationen in Höhe jedes Anschlusses von Querstellen	--	Etwa eine Station alle 50m in den Streckenabschnitten mit Betonierung der 1. Phase mit einzementierten Nägeln	Etwa alle 600m und in Höhe von Störungszonen oder kritischen Zonen	--	1 Station alle 50 m (Einbau der Druckmessdosens nach Ermessen der Bauleitung)			
		51+580 [51+571 GL Weströhre]	52+622 [52+845 GL Weströhre]		--	--						
Haupttunnel Doppelgleis (bergmännischer Vortrieb)	52+622 - 54+015 [52+845 - 54+002 GL Weströhre]	52+622 [52+845 GL Weströhre]	54+015 [54+002 GL Weströhre]	Jede Vortrieb-Woche	Im Falle längerer Stillstände beim Vortrieb	--	Störungszonen und kritische Bereiche.	--	--			
Zufahrtstunnel Trene (bergmännischer Vortrieb)	45+192 - 18+909 [0+000 - 3+806 GA]	45+192 [0+000 GA]	48+909 [3+806 GA]	Jede Vortrieb-Woche	--	--	--	--	--			

1C - MONITORAGGI IN CORSO D'OPERA E FINALIZZATI ALL'ESERCIZIO

Parte d'opera	Progressive Canna Eat [Progressive altre opere]			Monitoraggi in corso d'opera						Misure di tensione nei conci prefabbricati	Monitoraggi finalizzati all'esercizio
	Estensione parte d'opera	da [km]	a [km]	Misure di convergenza	Misure di estrusione del fronte	Misure di deformazione dell'ammasso roccioso			Misure di deformazione/tensione nel rivestimento 1a fase		Rivest. def. gettato in opera
				Mire ottiche	Mire ottiche	Chiodi strumentati	Estensimetri multibase radiali	Estensimetri incrementali sul fronte	Estensimetri a corda vibrante sulle centine Celle di carico sotto i piedi delle centine Celle di pressione nel betoncino proiettato		Estensimetri a corda vibrante
Cunicolo Esplorativo (Scavo in tradizionale)	46+014 - 46+844 [13+290 - 12+460 CE]	46+014 [13+290 CE]	46+844 [12+460 CE]	Ogni settimana di avanzamento	In caso di soste prolungate dell'avanzamento	Una stazione indicativamente ogni 50m nelle tratte con rivestimento di 1a fase con chiodi cementati...	Indicativamente ogni 600m e in corrispondenza delle zone di faglia o delle zone critiche.	Zone di faglia e zone critiche	1 stazione ogni 50m (installazione delle celle di pressione a discrezione della DL)	--	
Cunicolo Esplorativo (Scavo con TBM scudata)	32+088 - 46+014 [27+217 - 13+290 CE]	32+088 [27+217 CE]	46+014 [13+290 CE]	2 stazioni di misura in corrispondenza di piazzole/nicchie in zone critiche.	--	--	1 stazione di misura in corrispondenza di piazzole/nicchie in zone critiche.	--			
Gallerie di Linea (Scavo con TBM scudata)	32+088 - 44+192 [32+047 - 44+155 GL Ovest]	32+088 [32+047 GL Ovest]	35+911 [35+883 GL Ovest]	Due sezioni in corrispondenza di ogni innesto cunicoli trasversali	--	--	1 stazione di misura in corrispondenza dei cunicoli trasversali in zone critiche.	--	--	Indicativamente ogni 500m e in corrispondenza delle zone di faglia o delle zone critiche.	
		35+911 [35+883 GL Ovest]	37+511 [37+508 GL Ovest]		--	--					
		37+511 [37+508 GL Ovest]	40+352 [40+315 GL Ovest]		--	--					
		40+352 [40+315 GL Ovest]	43+352 [43+315 GL Ovest]		--	--					
		43+352 [43+315 GL Ovest]	44+192 [44+155 GL Ovest]		--	--					
Gallerie di Linea Camerone di montaggio TBM Nord (Scavo in tradizionale)	44+192 - 44+352 [44+155 - 44+315 GL Ovest]	44+192 [44+155 GL Ovest]	44+352 [44+315 GL Ovest]	2 sezioni di misura per ogni camerone			2 stazioni di misura per ogni camerone.	--			Indicativamente 1 stazione ogni 500m (distanza minima)
Gallerie di Linea (Scavo in tradizionale)	44+352 - 44+555 [44+315 - 44+518 GL Ovest]	44+352 [44+315 GL Ovest]	44+555 [44+518 GL Ovest]	Ogni settimana di avanzamento	In caso di soste prolungate dell'avanzamento	Una stazione indicativamente ogni 50m nelle tratte con rivestimento di 1a fase con chiodi cementati	Indicativamente ogni 600m e in corrispondenza delle zone di faglia o delle zone critiche.	Zone di faglia e zone critiche.	1 stazione ogni 50m (installazione delle celle di pressione a discrezione della DL)	--	
Gallerie di Linea Fermata d'emergenza (Scavo in tradizionale)	44+555 - 45+025 [44+518 - 44+988 GL Ovest]	44+555 [44+518 GL Ovest]	45+025 [44+988 GL Ovest]	Ogni settimana di avanzamento e in corrispondenza delle zone di faglia						--	
Gallerie di Linea (Scavo in tradizionale)	45+025 - 47+259 [44+988 - 47+222 GL Ovest]	45+025 [44+988 GL Ovest]	47+259 [47+222 GL Ovest]	Ogni settimana di avanzamento						--	
Gallerie di Linea Esistenti (Scavo in tradizionale Lotto Mules 1)	47+259 - 49+082 [47+222 - 49+057 GL Ovest]	47+259 [47+222 GL Ovest]	49+082 [49+057 GL Ovest]	--	--	--	--	--	--	--	
Gallerie di Linea (Scavo in tradizionale)	49+082 - 49+118 [49+057 - 49+241 GL Ovest]	49+082 [49+057 GL Ovest]	49+118 [49+241 GL Ovest]	Ogni settimana di avanzamento	In caso di soste prolungate dell'avanzamento			Zone di faglia e zone critiche.		--	
Gallerie di Linea (Scavo con TBM aperta)	49+118 - 52+622 [49+241 - 52+845 GL Ovest]	49+118 [49+241 GL Ovest]	51+580 [51+571 GL Ovest]	2 stazioni di misura in corrispondenza di ogni innesto cunicoli trasversali	--	Una stazione indicativamente ogni 50m nelle tratte con rivestimento di 1a fase con chiodi cementati	Indicativamente ogni 600m e in corrispondenza delle zone di faglia o delle zone critiche.	--	1 stazione ogni 50m (installazione delle celle di pressione a discrezione della DL)	--	
		51+580 [51+571 GL Ovest]	52+622 [52+845 GL Ovest]								
Gallerie di Linea Doppio binario (Scavo in tradizionale)	52+622 - 54+015 [52+845 - 54+002 GL Ovest]	52+622 [52+845 GL Ovest]	54+015 [54+002 GL Ovest]	Ogni settimana di avanzamento	In caso di soste prolungate dell'avanzamento			Zone di faglia e zone critiche.		--	
Galleria di Accesso di Trena (Scavo in tradizionale)	45+192 - 18+909 [0+000 - 3+806 GA]	45+192 [0+000 GA]	48+909 [3+806 GA]	Ogni settimana di avanzamento						--	

ANHANG 2 - BEISPIEL FÜR TBM BERICHTE

APPENDICE 2 - ESEMPIO DI REPORT TBM

Rapportino Giornaliero dello scavo																	
RAPPORTINO GIORNALIERO di scavo della galleria		n° : 390		Prog. Fine Scavo TBM										Data			
OPERAZIONI GIORNALIERE		Unità	Dati Prec.	Dati giorno	Totale	Dist. Laser-Testa (mt) =		Prog. Iniziale		Prog. di fine giornata		Ore macchina Iniziale:	Ore macchina Finale:				
													Metri da scavare				
SCAVO	Anelli assemblati	n.															
	Metri di scavo	ml															
	Ore di scavo TBM	ore															
	Ore montaggio anelli	ore															
	Perforazioni e Sondaggi	ore															
GUASTI	Regripping	ore															
	Guasti meccanici TBM (in scavo)	ore															
	Guasti oleodinamici TBM (in scavo)	ore															
	Guasti elettrici TBM (in scavo)	ore															
	Guasti meccanici Back-up (in scavo)	ore															
	Guasti oleodinamici Back-up (in scavo)	ore															
	Guasti elettrici Back-up (in scavo)	ore															
	Guasto Nastro continuo Marti	ore															
	Guasto Nastro fresa	ore															
	Guasti impianto Pea-gravel e iniez.	ore															
FERMI	Guasti esterni	ore															
	Mancanza energia elettrica	ore															
	Mancanza acqua/aria compressa	ore															
	Mancanza ventilazione	ore															
	Problemi topografici/laser/zed	ore															
	Mancanza Trenò	ore															
	Prolungamento Nastro Marti	ore															
	Estensione linee Servizi (Acqua,Aria,20000 Volt)	ore															
	Problemi Idrogeologici	ore															
	Presenza gas esplosivi-nocivi	ore															
Ispezione Testa e Rulli		ore															
Ritardi esterni vari		ore															
Manutenz. e Pulizia ordinaria		ore															
Altre Manutenzioni		ore															
TEMPO TOTALE		ore															
Velocità di penetrazione		m/ora															
Grado di efficienza		%															
CUTTERS SOSTITUITI		N.															
SCRAPERS SOSTITUITI		N.															
Classificazione geomeccanica dell'ammasso		RHR		Classe													
Numero scavo			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	VALORI MESE GIORN.			
Tempo di spinta (min)														T. spinta			
Tempo di montaggio anello (min)														T. anello			
Lunghezza di scavo (m)														Lungh.			
Velocità di penetrazione (mm/min)														Vel. Pen			
Spinta propulsione (KN)														Spinta			
Pressione dei Gripper (bar)														Gripper			
Velocità di rotazione testa (qiri/min)														Rpm			
Torque (KN ³ m)														Torque			
Assorbimento dei motori (Amp.)														P. media			
Peso medio bilancie (ton)														Peso bil.			
Pressione di Regripping (bar)														P. Regrip			
Spinta Media per Cutter (ton)														Spinta m. Cutt			
Spinta Max per Cutter (ton)														Spinta Max			
Pressioni nei quadranti di spinta (bar)														Firma del responsabile:			
ZED	Deviazione dall'asse teorico (mm)																
	Roll / Inclinazione verticale (mm/m)																
PERSONALE TURNO		Nr.	h gall	h est	PERSONALE A GIORNATA		Nr.	h gall	h est	IMPIEGATI			Nr.	h.	TOTALE	Nr.	h.

ANHANG 3 - CHECKLISTENBEISPIEL FÜR DAS RISIKOMANAGEMENT

3A - KONVENTIONELLER VORTRIEB

APPENDICE 3 - ESEMPIO DI CHECK-LIST PER LA GESTIONE DEL RISCHIO

3A - SCAVO IN TRADIZIONALE

Bauwerk		
Opera		
Schicht - von ... Uhr bis ... Uhr		
Turno – dalle ore ... alle ore ...		
Kilometrierungsanfang km ... Kilometrierungsende km ...		
Progressiva inizio km ... progressiva fine km ...		
Berichtverfasser		
Estensore del rapporto		
Erwartete SRP (Anmerkung 1)		
SRP attese (Nota 1):		
Erwartetes Risiko (Anmerkung 2): a, niedrig - mittel - hoch ... b, niedrig - mittel - hoch ... c, niedrig - mittel - hoch		
Rischio atteso (Nota 2): a. basso – medio - elevato...b. basso – medio – elevato...c. basso – medio – elevato		
Folgend angewandte Tätigkeit (Anmerkung 3)	Maßüberprüfungen/Erhebungen/systematische Kontrollen	Maßüberprüfungen/Erhebungen/nicht systematische Kontrollen
Azioni conseguenti applicate (Nota 3)	Riscontri misure/rilievi/controlli sistematici	Riscontri misure/rilievi/controlli non sistematici
Angewandte Minderungsmaßnahmen (Anmerkung 4)		
Interventi di mitigazione applicati (Nota 4)		
Hauptindikatoren (Anmerkung 5), erhoben an Kilometrierung		
Indicatori essenziali (Nota 5) rilevati alla progressiva		
Bohrungen		

Sondaggi							
Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RMR
Aushubmaterialanalyse Analisi del materiale di scavo	Farbe Colore			Verfall Alterazione			
Maß der Durchflussmenge und der Temperatur Misura della portata dell'acqua e della temperatura	Durchflussmenge [l/min / 10m] Portata [l/min / 10m]		Druck Ja - Nein Pressione Si - No		Herkunft (Beschreibung) Provenienza (descrizione)		Temperatur [°C] Temperatura [°C]
Optische Visiere Station N. km Mire ottiche stazione n. km	Verschiebung Punkt 1 [mm] Spostamento punto 1 [mm]	Verschiebung Punkt 2 [mm] Spostamento punto 2 [mm]	Verschiebung Punkt 3 [mm] Spostamento punto 3 [mm]	Verschiebung Punkt 4 [mm] Spostamento punto 4 [mm]	Verschiebung Punkt 5 [mm] Spostamento punto 5 [mm]	Konvergenz [mm] Convergenza [mm]	
Konvergenzgeschwindigkeit [cm/m] Velocità di convergenza [cm/m]							
Ausgerüstete Niete Station N. km Chiodi strumentati stazione n. km	Belastungen Niete 1 [kN] Sollecitazioni chiodo 1 [kN]		Belastungen Niete 2 [kN] Sollecitazioni chiodo 2 [kN]		Belastungen Niete 3 [kN] Sollecitazioni chiodo 3 [kN]		
Radiale Mehrpunktausdehnungsmesser Station N. km Estensimetri multibase radiali stazione n. km	Verschiebungen Ausdehnungsmesser 1 [kN] Spostamenti estensimetro 1 [kN]		Verschiebungen Ausdehnungsmesser 2 [kN] Spostamenti estensimetro 2 [kN]		Verschiebungen Ausdehnungsmesser 3 [kN] Spostamenti estensimetro 3 [kN]		
Erhöhte Dehnungsmesser an der Ortsbrust Estensimetri incrementali sul fronte	Ortsbrustabstand von Punkt 1 [m] Distanza dal fronte punto 1 [m]	Ortsbrustabstand von Punkt 2 [m] Distanza dal fronte punto 2 [m]	Ortsbrustabstand von Punkt 3 [m] Distanza dal fronte punto 3 [m]	Ortsbrustabstand von Punkt 4 [m] Distanza dal fronte punto 4 [m]	Ortsbrustabstand von Punkt 5 [m] Distanza dal fronte punto 5 [m]	Ortsbrustabstand von Punkt 6 [m] Distanza dal fronte punto 6 [m]	

	Verschiebung Punkt 1 [mm] Spostamento punto 1 [mm]	Verschiebung Punkt 2 [mm] Spostamento punto 2 [mm]	Verschiebung Punkt 3 [mm] Spostamento punto 3 [mm]	Verschiebung Punkt 4 [mm] Spostamento punto 4 [mm]	Verschiebung Punkt 5 [mm] Spostamento punto 5 [mm]	Verschiebung Punkt 6 [mm] Spostamento punto 6 [mm]
Schwingsaitenausdehnungsmesser an den Lehrgerüsten Station N. km	Belastungen Punkt 1 [MPa]	Belastungen Punkt 2 [MPa]	Belastungen Punkt 3 [MPa]	Belastungen Punkt 4 [MPa]	Belastungen Punkt 5 [MPa]	Belastungen Punkt 6 [MPa]
Estensimetri a corda vibrante sulle centine stazione n. km	Sollecitazioni punto 1 [MPa]	Sollecitazioni punto 2 [MPa]	Sollecitazioni punto 3 [MPa]	Sollecitazioni punto 4 [MPa]	Sollecitazioni punto 5 [MPa]	Sollecitazioni punto 6 [MPa]
Lastzellen unter den Lehrgerüstfüßen Station N. km	Belastungen Punkt 1 [MPa] Sollecitazioni punto 1 [MPa]			Belastungen Punkt 2 [MPa] Sollecitazioni punto 2 [MPa]		
Celle di carico sotto i piedi delle centine stazione n. km						
Druckzellen im Spritzbeton Station N. km	Belastungen Punkt 1 [MPa] Sollecitazioni punto 1 [MPa]			Belastungen Punkt 2 [MPa] Sollecitazioni punto 2 [MPa]		
Celle di pressione nel betoncino proiettato stazione n. km						
Andere Indikatoren (Anmerkung 5), erhoben an Kilometrierung Altri indicatori (Nota 5) rilevati alla progressiva						
Seismische geophysikalische Erhebungen Rilievi geofisici sismici						
Lärmemissionsmaße Misura delle emissioni acustiche	[Emissionen/Minute] [emissioni/minuto]					
Gas und Radioaktivität Überwachung Monitoraggio gas e radioattività	Gasvorkommen (Konzentrierung) Presenza di gas (concentrazione)			Radioaktivität [Bq/m3] Radioattività [Bq/m3]		
Festgestellte SRP (Anmerkung 1) SRP (Nota 1) riscontrate						
Festgestelltes Risiko (Anmerkung 2) Rischio (Nota 2) riscontrato						

<p>Erhobene Schäden/Unregelmäßigkeiten</p> <p>Danni/anomalia rilevate</p>
<p>Vorgeschlagen folgende Tätigkeiten (Anmerkung 3)</p> <p>Azioni conseguenti proposte (Nota 3)</p>
<p>Vorgeschlagene Minderungsmaßnahmen (Anmerkung 4)</p> <p>Interventi di mitigazione proposti (Nota 4)</p>
<p>Mitteilung an: BL - BBT - Auftragnehmer - Berater (Anmerkung 6)</p> <p>Comunicazioni a: DL - BBT – Appaltatore – Consulenti (Nota 6)</p>

Anmerkung 1 - SRP

- 1) Ortsbrustinstabilität.
- 2) Höhlungsinstabilität, starke Verformungen verknüpft mit Materialeinsturz.
- 3) Stark asymmetrischer Verformungszustand: Verformungs- und Lastenasymmetrie.
- 4) Schlotbildung
- 5) Abplatzungen und Abbröckelungen: Flexionsinstabilität oder durch Beulen.
- 6) Verwerfungen und Überschiebungen: Füllungs freigabe, Verschlechterung der Gesamtbedingungen, Wasser- oder Gaszutritte, Feinmaterialzutritte.
- 7) Infiltrationen und Porendruck: starke plötzliche Wasserzutritte mit Gradienten Entwicklung und möglichen Materialeinfall.
- 8) Gasvorkommen
- 9) Auflösung oder Transport: Veränderung der physischen Materialeigenschaften aufgrund von Wassergehaltsänderungen oder durch Feinteiletransport.
- 10) Aushub in gemischte Lithotypen: Verhaltensinhomogenität, Übergangszonen zu verschiedene Durchlässigkeit mit möglichen Wasser- oder Gaszutritte.
- 11) Schwellung
- 12) Abbruch oder Abgleiten von Felsblöcken.
- 13) Bergschlag (Rockburst)
- 14) Interferenzen zwischen angrenzende Höhlungen
- 15) Gleichgewichtsverlust und Strukturlabilität während der Aushubvertiefung in mehreren Phasen

- 16) Vorkommen von radioaktiven Mineralien
- 17) Blockierung von mechanischen Elementen (Clogging)
- 18) Hohe Temperaturen
- 19) Auswirkungen auf Wasserressourcen

Anmerkung 2 - Risiken

- a) Bedeutende Behinderung zu Gerätschaft- sowie Arbeiterschaft-Einsatz.
- b) Einsturz oder bedeutender Schaden der Schale.
- c) Auswirkungen auf Umwelt und andere Strukturen

Anmerkung 3 - Folgende Tätigkeiten

Systematische Tätigkeiten

Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände.

Aushubmaterialanalyse.

Seismische geophysikalische Erhebungen.

Lärmemissionsmaße.

Gas und Radioaktivität Überwachung.

Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften der Hauptzutritte.

Konvergenz- und Extrusionsmaße

Verformung-/Spannungsmaße in der Außenschale

Nicht systematische Tätigkeiten

Bohrungen (Hammer- oder Dauerkernbohrungen)), radial und im Vortrieb.

Anmerkung 4 - Minderungsmaßnahmen

- Ortsinstabilität (SRP 1)
- Aushubabschnitte ohne Ortsbrustfestigung: Inbetriebsetzung der Ortsbrustfestigung, Wechsel zu einem schwereren Abschnitt.
- Aushubabschnitte mit Ortsbrustfestigung: Erhöhung der Anzahl Ortsbrusteinschlüsse, Wechsel zu einem schwereren Abschnitt.
- Höhlungsinstabilität, starke Verformungen (SRP 2)
- Wechsel zu einem schwereren Aushubabschnitt, eventuell mit verformbarer Außenschale.
- Stark asymmetrischer Verformungszustand (SRP 3)
- Wechsel zu einem schwereren Aushubabschnitt, eventuell mit verformbarer Außenschale.
- Anbringung von Zusatznietungen von geeigneter Länge an spezifischen Aushubstücken
- Schlotbildung (SRP 4)
- SRP im Allgemeinen nicht bedeutend für diese Bauwerke (Gesteinsaushub, Abdeckungen immer über 80m).
- Anbringung von Vortriebsingriffen wie Bohrschrauben oder eventuell eingespritzte VTR-Einschlüsse oder Ergänzungen dieser Eingriffe für die Abschnitte bei denen diese bereits eingeplant sind.
- Abplatzungen und Abbröckelungen (SRP 5)
- Anbringung von Zusatznietungen von geeigneter Länge an spezifischen Aushubstücken.
- Verwerfungen und Überschiebungen (SRP 6)
- Kleinere Verwerfungen: Wechsel zu einem schwereren Abschnitt (siehe Kapitel 4.4.10).
- Bedeutende Verwerfungen: Vertiefung der geologisch-geomechanischen und hydrogeologischen Bedingungen mit darauffolgende Festlegung der gezielten Ergänzungseingriffe.
- Infiltrationen und Porendruck (SRP 7)
- Ausführung von Vortriebsdrainage.
- Gasvorkommen (SRP 8)
- Anpassung des Lüftungssystems während der Bauphase.
- Auflösung oder Transport (SRP 9)
- Ausführung von Vortriebsdrainage eventuell mit Preventivvorrichtungen, um die Wasserzutritte zu regulieren und die Drücke abzubauen.
- Ausführung von Vortriebsfestigung mit Zement- oder Harzgemische.
- Aushub in gemischte Lithotypen (SRP 10)
- Anwendung eines den geomechanischen Eigenschaften des schwächeren Lithotypen entsprechenden Aushubabschnitts
- Anbringung von Zusatznietungen von geeigneter Länge an spezifischen Aushubstücken.
- Schwellung (SRP 11)
- Einführung von Technologien und Methoden, welche die Wassernutzung begrenzen, während des Aushubs und der Anwendungsphase von Eingrenzungseingriffe.
- Sofortiger Schutz der Aushuboberflächen mit Spritzbeton, um die Aussetzung an das Umfeld zu vermeiden.
- Anbringung, sofern möglich, von steifen Außenschalen, welche die Druckentlastung auf den Aushbumriss reduzieren.
- Eventueller Wechsel zu einem Aushubabschnitt mit verformbarer Außenschale bei übertriebenen Schwellungsdrücke durch Anbringung von geeigneten Zusatznietungen an den Umriss.
- Angepasste Bemaßung der Innenschalen.

- Abbruch oder Abgleiten von Felsblöcken (SRP 12)
- Inbetriebsetzung von Nietungen als Stütze der Blöcke, Wechsel zu einem schwereren Aushubabschnitt.
- Bergschlag (SRP 13)
- Wechsel zum entsprechenden Aushubabschnitt -TRb (siehe Kapitel 4.4.10).
- Reduzierung der Vortriebsgeschwindigkeit
- Ausführung von Vortriebssondierungen zur Spannungsfreilassung.
- Interferenzen zwischen angrenzende Höhlungen (SRP 14)
- Anwendung von spezifischen Eingrenzungseingriffen zur Verstärkung der Gesteinsstücke, welche zwischen angrenzende und/oder kreuzende Höhlungen liegen..
- Gleichgewichtsverlust und Strukturlabilität während der Aushubvertiefung in mehreren Phasen (SRP 15)
- Inbetriebsetzung von Nahteingriffe unter den verschiedenen Außenschalenstücken (z.B. Installation einer Bewehrungsmatte, mit Nietungen befestigt, im Überlagerungsbereich).
- Vorkommen von radioaktiven Mineralien (SRP 16)
- Anwendung von geeignetem Schutz für das untertage arbeitende Personal und/oder Reduzierung der Aussetzungszeit.
- Blockierung von mechanischen Elementen (SRP 17)
- Nicht bedeutende SRP für konventionelle Vortriebe.
- Hohe Temperaturen (SRP 18)
- Anpassung des Kühlungssystems während der Bauphase.

Anmerkung 5 - Indikatoren und Schwellenwerte

Hauptindikatoren

- Bohrungen
- Übereinstimmung mit dem geologischen Modell (qualitativ)
- Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände
- Aushubabschnitt -T2, e -TRb, Warnschwelle: RMR nahe an 60, sich verschlechternde geomechanischem Bedingungen.
- Aushubabschnitt -T2 e -TRb, Warnschwelle: RMR=60.
- Aushubabschnitt -T3, Warnschwelle: RMR nahe an 40, sich verschlechternde geomechanischem Bedingungen.
- Aushubabschnitt -T3, Warnschwelle: RMR=40.
- Aushubabschnitt -T4, Warnschwelle: RMR nahe an 20, sich verschlechternde geomechanischem Bedingungen, Vorkommen von Schiefer und Kataklasit.
- Aushubabschnitt -T4, Warnschwelle: RMR=20, Vorkommen von Schiefer und Kataklasit.
- Aushubabschnitt -T5, Warnschwelle: RMR nahe an 20, sich verschlechternde geomechanischem Bedingungen, Vorkommen von Kraine, Schluffsteine, Tonschichten und Kakirite.
- Aushubabschnitt -T5, Warnschwelle: RMR=20, Vorkommen von Kraine, Schluffsteine, Tonschichten und Kakirite.
- Aushubmaterialanalyse
- Farbe (qualitativ)
- Verfall (qualitativ)

- Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften der Hauptwasserzutritte
- Durchflussmenge [l/min / 10m] - mit dem Vortrieb abzugleichen
- Druck - Schwellenwert: Druckvorkommen
- Herkunft - mit dem Vortrieb abzugleichen
- Temperatur [°C] - mit dem Vortrieb abzugleichen
- Konvergenz- und Extrusionsmaße - Abschnitte mit steifer Schale (von -T1 bis -T5)
- 1% R_{scavo} : Warnschwelle Risiko a) (mittleres Risiko)
- 2% R_{scavo} : Warnschwelle Risiko a) (hohes Risiko)
- Konvergenz- und Extrusionsmaße - Abschnitte mit verformbarer Schale (-T6)
- 2% R_{scavo} : Warnschwelle Risiko a) (mittleres Risiko)
- 4% R_{scavo} : Warnschwelle Risiko a) (hohes Risiko)
- Konvergenzgeschwindigkeit
- 1.5cm/m (mittlere Geschwindigkeit in den ersten 1.5Ø): Warnschwelle Risiko a) (mittleres Risiko)
- 2.0cm/m (mittlere Geschwindigkeit in den ersten 1.5Ø): Warnschwelle Risiko a) (hohes Risiko)
- Verformung-/Spannungsmaße in der Außenschale
- 0.77·fcd (o 0.77·fyd): Warnschwelle Risiko b) (mittleres Risiko)
- 1.00·fcd (o 1.00·fyd): Warnschwelle Risiko b) (hohes Risiko)

Andere Indikatoren

- Seismische geophysikalische Erhebungen
- mit dem Vortrieb abzugleichen
- Lärmemissionsmaße
- [Emissionen/Minute] - mit dem Vortrieb abzugleichen
- Gas und Radioaktivität Überwachung
- Gasvorkommen (Konzentrierung) - zu bestimmen
- Radioaktivität [Bq/m³] >500

Anmerkung 6

Den Inhalt der Mitteilung und die Person, der laut Verfahren diese eingereicht wurde, angeben.

Nota 1 - SRP

- 1) Instabilità del fronte.
- 2) Instabilità del cavo, grandi deformazioni associate a collassi di materiale.
- 3) Stato deformativo fortemente dissimetrico: dissimetria di deformazione e di carico.
- 4) Formazione di camini
- 5) Splaccaggio e sgretolamento: instabilità flessionali o per imbozzamento.
- 6) Faglie e sovrascorrimenti: rilascio del riempimento, peggioramento delle condizioni generali, venute d'acqua o di gas, rifluimenti.
- 7) Infiltrazioni e pressione interstiziale: forti venute d'acqua improvvise con sviluppo di gradienti e possibili invasioni di materiale.
- 8) Presenza di gas
- 9) Dissoluzione o trasporto: modifica delle caratteristiche fisiche del materiale per variazioni del contenuto d'acqua o per trasporto di particelle fini.
- 10) Scavo in litotipi misti: disomogeneità di comportamento, zone di transizione a diversa permeabilità con possibili venute d'acqua o gas.
- 11) Rigonfiamento
- 12) Distacco o scivolamento di blocchi rocciosi.
- 13) Colpo di montagna (rock burst)
- 14) Interferenze fra cavità limitrofe
- 15) Perdita di equilibrio e labilità delle strutture durante il ribasso di scavi in più fasi
- 16) Presenza di minerali radioattivi
- 17) Presa di elementi meccanici (clogging)
- 18) Alte temperature
- 19) Impatti sulle risorse idriche

Nota 2 - Rischi

- a) Significativo impedimento all'impiego delle attrezzature e delle maestranze.
- b) Collasso o danno significativo del rivestimento.
- c) Impatti su ambiente e su altre strutture

Nota 3 - Azioni conseguenti

Azioni sistematiche

Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo.

Analisi del materiale di scavo.

Rilievi geofisici sismici.

Misura delle emissioni acustiche.

Monitoraggio gas e radioattività.

Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali.

Misure di convergenza e di estrusione

Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase

Azioni non sistematiche

Sondaggi (a distruzione o a carotaggio continuo), radiali e in avanzamento.

Nota 4 - Interventi di mitigazione

- Instabilità del fronte (SRP 1)
 - Sezioni di Scavo senza consolidamento del fronte: messa in opera del consolidamento del fronte, passaggio a una sezione più pesante.
 - Sezioni di Scavo con consolidamento del fronte: aumento del numero di inclusi sul fronte, passaggio a una sezione più pesante.
- Instabilità del cavo, grandi deformazioni (SRP 2)
 - Passaggio a una Sezione di Scavo più pesante, eventualmente con rivestimento di prima fase deformabile.
- Stato deformativo fortemente dissimetrico (SRP 3)
 - Passaggio a una Sezione di Scavo più pesante, eventualmente con rivestimento di prima fase deformabile.
 - Applicazione di chiodature integrative di opportuna lunghezza su porzioni specifiche dello scavo
- Formazione di camini (SRP 4)
 - SRP in generale non significativa per le opere in oggetto (scavo in roccia, coperture sempre superiori a 80m).
 - Applicazione di interventi in avanzamento quali elementi autopercoranti o inclusi in VTR eventualmente iniettati o integrazione di tali interventi per le sezioni di scavo che già li prevedono

- Splaccaggio e sgretolamento (SRP 5)
 - Applicazione di chiodature integrative di opportuna lunghezza su porzioni specifiche dello scavo.
- Faglie e sovrascorrimenti (SRP 6)
 - Faglie di dimensioni ridotte: passaggio a una sezione più pesante.
 - Faglie di dimensioni significative: approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche, con successiva definizione di interventi integrativi mirati.
- Infiltrazioni e pressione interstiziale (SRP 7)
 - Esecuzione di drenaggi in avanzamento.
- Presenza di gas (SRP 8)
 - Adeguamento del sistema di ventilazione in fase di costruzione.
- Dissoluzione o trasporto (SRP 9)
 - Esecuzione di drenaggi in avanzamento eventualmente con dispositivi preventer per regimare le venute d'acqua e abbattere le pressioni.
 - Esecuzione di consolidamenti in avanzamento con miscele cementizie o resine.
- Scavo in litotipi misti (SRP 10)
 - Applicazione di una Sezione di Scavo corrispondente alle caratteristiche geomeccaniche del litotipo più debole.
 - Applicazione di chiodature integrative di opportuna lunghezza su porzioni specifiche dello scavo.
- Rigonfiamento (SRP 11)
 - Adozione, nel corso dello scavo e delle fasi di applicazione degli interventi di confinamento, di tecnologie e metodi che minimizzino l'impiego di acqua.
 - Immediata protezione delle superfici di scavo con betoncino proiettato per evitare l'esposizione all'ambiente.
 - Adozione, per quanto possibile, di rivestimenti di prima fase rigidi che riducano le decompressioni sul contorno dello scavo.
 - Eventuale passaggio a una Sezione di Scavo con rivestimento di prima fase deformabile se le pressioni di rigonfiamento risultano eccessive, con applicazione di adeguate chiodature sul contorno.
 - Dimensionamento opportuno dei rivestimenti definitivi.
- Distacco o scivolamento di blocchi rocciosi (SRP 12)
 - Messa in opera di chiodature per il sostegno dei blocchi, passaggio a una Sezione di Scavo più pesante.
- Rock burst (SRP 13)
 - Passaggio alla corrispondente Sezione di Scavo -TRb.
 - Riduzione della velocità di avanzamento
 - Esecuzione di perforazioni in avanzamento per il rilascio preventivo delle tensioni
- Interferenze fra cavità limitrofe (SRP 14)
 - Applicazione di interventi di confinamento specifici per il rinforzo delle porzioni rocciose comprese tra le cavità limitrofe e / o interferenti.
- Perdita di equilibrio e labilità delle strutture durante il ribasso di scavi in più fasi (SRP 15)
 - Messa in opera di interventi di cucitura tra le diverse porzioni di rivestimento di prima fase (es. installazione di uno strato di rete elettrosaldata nella zona di sovrapposizione, ancorata con chiodature).
- Presenza di minerali radioattivi (SRP 16)
 - Adozione di specifiche protezioni per il personale operante in sotterraneo e / riduzione del tempo di esposizione.

- Presa di elementi meccanici (SRP 17)
 - SRP non significativa per gli scavi in tradizionale.
- Alte temperature (SRP 18)
 - Adeguamento del sistema di raffreddamento in fase di costruzione.

Nota 5 - Indicatori e valori di soglia

Indicatori essenziali

- Sondaggi
 - Rispondenza al modello geologico (qualitativo)
- Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo
 - Sezione di Scavo -T2, e -TRb, soglia di attenzione: RMR prossimo a 60, condizioni geomeccaniche in peggioramento.
 - Sezione di Scavo -T2 e -TRb, soglia di allarme: RMR=60.
 - Sezione di Scavo -T3, soglia di attenzione: RMR prossimo a 40, condizioni geomeccaniche in peggioramento.
 - Sezione di Scavo -T3, soglia di allarme: RMR=40.
 - Sezione di Scavo -T4, soglia di attenzione: RMR prossimo a 20, condizioni geomeccaniche in peggioramento, presenza di Scisti e Cataclasiti.
 - Sezione di Scavo -T4, soglia di allarme: RMR=20, presenza di Scisti e Cataclasiti.
 - Sezione di Scavo -T5, soglia di attenzione: RMR prossimo a 20, condizioni geomeccaniche in peggioramento, presenza di di Carniole, Siltiti, Clay-gouge e Fault gouge.
 - Sezione di Scavo -T5, soglia di allarme: RMR=20, presenza di Carniole, Siltiti, Clay-gouge e Fault gouge.
- Analisi del materiale di scavo
 - Colore (qualitativo)
 - Alterazione (qualitativo)
- Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali
 - Portata [l/min / 10m] - da tarare con l'avanzamento
 - Pressione - valore soglia: presenza di pressione
 - Provenienza- da tarare con l'avanzamento
 - Temperatura [°C] - da tarare con l'avanzamento
- Misure di convergenza e di estrusione - Sezioni con rivestimento rigido (da -T1 a -T5)
 - 1% R_{scavo} : soglia di attenzione rischio a) (rischio medio)
 - 2% R_{scavo} : soglia di allarme rischio a) (rischio elevato)
- Misure di convergenza e di estrusione - Sezioni con rivestimento deformabile (-T6)
 - 2% R_{scavo} : soglia di attenzione rischio a) (rischio medio)
 - 4% R_{scavo} : soglia di allarme rischio a) (rischio elevato)
- Velocità di convergenza
 - 1.5cm/m (velocità media nei primi 1.5Ø): soglia di attenzione rischio a) (rischio medio)
 - 2.0cm/m (velocità media nei primi 1.5Ø): soglia di allarme rischio a) (rischio elevato)

- Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase
 - $0.77 \cdot f_{cd}$ (o $0.77 \cdot f_{yd}$): soglia di attenzione rischio b) (rischio medio)
 - $1.00 \cdot f_{cd}$ (o $1.00 \cdot f_{yd}$): soglia di allarme rischio b) (rischio elevato)

Altri indicatori

- Rilievi geofisici sismici
 - Da tarare con l'avanzamento
- Misura delle emissioni acustiche
 - [emissioni/minuto] - da tarare con l'avanzamento
- Monitoraggio gas e radioattività
 - Presenza di gas (concentrazione) - da definire
 - Radioattività [Bq/m³] >500

Nota 6

Indicare il contenuto della comunicazione e la persona a cui è stata inoltrata in base a procedura

3B - VORTRIEB MIT OFFENER TBM

3B - SCAVO CON TBM APERTA

Bauwerk		
Opera		
Bauwerk		
Opera		
Schicht - von ... Uhr bis ... Uhr		
Turno – dalle ore ... alle ore ...		
Kilometrierungsanfang km ... Kilometrierungsende km ...		
Progressiva inizio km ... progressiva fine km ...		
Berichtverfasser		
Estensore del rapporto		
Erwartete SRP (Anmerkung 1)		
SRP attese (Nota 1):		
Erwartetes Risiko (Anmerkung 2): a, niedrig - mittel - hoch ... b, niedrig - mittel - hoch ... c, niedrig - mittel - hoch		
Rischio atteso (Nota 2): a. basso – medio - elevato...b. basso – medio – elevato...c. basso – medio – elevato		
Folgend angewandte Tätigkeit (Anmerkung 3)	Maßüberprüfungen/Erhebungen/systematische Kontrollen	Maßüberprüfungen/Erhebungen/nicht systematische Kontrollen
Azioni conseguenti applicate (Nota 3)	Riscontri misure/rilievi/controlli sistematici	Riscontri misure/rilievi/controlli non sistematici
Angewandte Minderungsmaßnahmen (Anmerkung 4)		
Interventi di mitigazione applicati (Nota 4)		
Hauptindikatoren (Anmerkung 5), erhoben an Kilometrierung		
Indicatori essenziali (Nota 5) rilevati alla progressiva		
Bohrungen		
Sondaggi		

Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo	R1	R2	R3	R4	R5	R6	RMR
Fräsen Parameter Parametri fresa	Durchdringungsgeschwindigkeit [m/h] Velocità di penetrazione [m/h] Durchdringungsgeschwindigkeit [mm/min] Velocità di penetrazione [mm/min] Vorschubdruck [kN] Spinta propulsione [kN] Drehmoment [kNm] Torque [kNm] Motorenabsorption [Amp] Assorbimento dei motori [Amp] Splitt Volumen [m3/m] Volume di pea-gravel [m3/m] Spezifische Energie [kWh/m3] Energia specifica [kWh/m3]						
Aushubmaterialanalyse Analisi del materiale di scavo	Farbe Colore			Verfall Alterazione			
Maß der Durchflussmenge und der Temperatur Misura della portata dell'acqua e della temperatura	Durchflussmenge [l/min / 10m] Portata [l/min / 10m]		Druck Ja - Nein Pressione Si - No		Herkunft (Beschreibung) Provenienza (descrizione)		Temperatur [°C] Temperatura [°C]

Optische Visiere Station N. km Mire ottiche stazione n. km	Verschiebung Punkt 1 [mm] Spostamento punto 1 [mm]	Verschiebung Punkt 2 [mm] Spostamento punto 2 [mm]	Verschiebung Punkt 3 [mm] Spostamento punto 3 [mm]	Verschiebung Punkt 4 [mm] Spostamento punto 4 [mm]	Verschiebung Punkt 5 [mm] Spostamento punto 5 [mm]	Konvergenz [mm] Convergenza [mm]
Konvergenzgeschwindigkeit [cm/m] Velocità di convergenza [cm/m]						
Ausgerüstete Niete Station N. km Chiodi strumentati stazione n. km	Belastungen Niete 1 [kN] Sollecitazioni chiodo 1 [kN]		Belastungen Niete 2 [kN] Sollecitazioni chiodo 2 [kN]		Belastungen Niete 3 [kN] Sollecitazioni chiodo 3 [kN]	
Radiale Mehrpunktausdehnungsmesser Station N. km Estensimetri multibase radiali stazione n. km	Verschiebungen Ausdehnungsmesser 1 [kN] Spostamenti estensimetro 1 [kN]		Verschiebungen Ausdehnungsmesser 2 [kN] Spostamenti estensimetro 2 [kN]		Verschiebungen Ausdehnungsmesser 3 [kN] Spostamenti estensimetro 3 [kN]	
Erhöhte Dehnungsmesser an der Ortsbrust Estensimetri incrementali sul fronte	Ortsbrustabstand von Punkt 1 [m] Distanza dal fronte punto 1 [m]	Ortsbrustabstand von Punkt 2 [m] Distanza dal fronte punto 2 [m]	Ortsbrustabstand von Punkt 3 [m] Distanza dal fronte punto 3 [m]	Ortsbrustabstand von Punkt 4 [m] Distanza dal fronte punto 4 [m]	Ortsbrustabstand von Punkt 5 [m] Distanza dal fronte punto 5 [m]	Ortsbrustabstand von Punkt 6 [m] Distanza dal fronte punto 6 [m]
	Verschiebung Punkt 1 [mm] Spostamento punto 1 [mm]	Verschiebung Punkt 2 [mm] Spostamento punto 2 [mm]	Verschiebung Punkt 3 [mm] Spostamento punto 3 [mm]	Verschiebung Punkt 4 [mm] Spostamento punto 4 [mm]	Verschiebung Punkt 5 [mm] Spostamento punto 5 [mm]	Verschiebung Punkt 6 [mm] Spostamento punto 6 [mm]
Schwingsaitenausdehnungsmesser an den Lehrgerüsten Station N. km Estensimetri a corda vibrante sulle centine stazione n. km	Belastungen Punkt 1 [MPa] Sollecitazioni punto 1 [MPa]	Belastungen Punkt 2 [MPa] Sollecitazioni punto 2 [MPa]	Belastungen Punkt 3 [MPa] Sollecitazioni punto 3 [MPa]	Belastungen Punkt 4 [MPa] Sollecitazioni punto 4 [MPa]	Belastungen Punkt 5 [MPa] Sollecitazioni punto 5 [MPa]	Belastungen Punkt 6 [MPa] Sollecitazioni punto 6 [MPa]
Lastzellen unter den Lehrgerüstfüßen Station N. km Celle di carico sotto i piedi delle centine stazione n. km	Belastungen Punkt 1 [MPa] Sollecitazioni punto 1 [MPa]			Belastungen Punkt 2 [MPa] Sollecitazioni punto 2 [MPa]		
Druckzellen im Spritzbeton Station N. km	Belastungen Punkt 1 [MPa]			Belastungen Punkt 2 [MPa]		

Celle di pressione nel betoncino proiettato stazione n. km	Sollecitazioni punto 1 [MPa]	Sollecitazioni punto 2 [MPa]
Andere Indikatoren (Anmerkung 5), erhoben an Kilometrierung Altri indicatori (Nota 5) rilevati alla progressiva		
Seismische geophysikalische Erhebungen Rilievi geofisici sismici		
Lärmemissionsmaße Misura delle emissioni acustiche	[Emissionen/Minute] [emissioni/minuto]	
Gas und Radioaktivität Überwachung Monitoraggio gas e radioattività	Gasvorkommen (Konzentrierung) Presenza di gas (concentrazione)	Radioaktivität [Bq/m3] Radioattività [Bq/m3]
Festgestellte SRP (Anmerkung 1) SRP (Nota 1) riscontrate		
Festgestelltes Risiko (Anmerkung 2) Rischio (Nota 2) riscontrato		
Erhobene Schäden/Unregelmäßigkeiten Danni/anomalia rilevate		
Vorgeschlagen folgende Tätigkeiten (Anmerkung 3) Azioni conseguenti proposte (Nota 3)		
Vorgeschlagene Minderungsmaßnahmen (Anmerkung 4) Interventi di mitigazione proposti (Nota 4)		
Mitteilung an: BL - BBT - Auftragnehmer - Berater (Anmerkung 6) Comunicazioni a: DL - BBT – Appaltatore – Consulenti (Nota 6)		

Anmerkung 1 - SRP

- 1) Ortsbrustinstabilität.
- 2) Höhlungsinstabilität, starke Verformungen verknüpft mit Materialeinsturz.
- 3) Stark asymmetrischer Verformungszustand: Verformungs- und Lastenasymmetrie.
- 4) Schlotbildung
- 5) Abplatzungen und Abbröckelungen: Flexionsinstabilität oder durch Beulen.
- 6) Verwerfungen und Überschiebungen: Füllungs freigabe, Verschlechterung der Gesamtbedingungen, Wasser- oder Gaszutritte, Feinmaterialzutritte.
- 7) Infiltrationen und Porendruck: starke plötzliche Wasserzutritte mit Gradienten Entwicklung und möglichen Materialeinfall.
- 8) Gasvorkommen
- 9) Auflösung oder Transport: Veränderung der physischen Materialeigenschaften aufgrund von Wassergehaltsänderungen oder durch Feinteiletransport.
- 10) Aushub in gemischte Lithotypen: Verhaltensinhomogenität, Übergangszonen zu verschiedene Durchlässigkeit mit möglichen Wasser- oder Gaszutritte.
- 11) Schwellung
- 12) Abbruch oder Abgleiten von Felsblöcken.
- 13) Bergschlag (Rockburst)
- 14) Interferenzen zwischen angrenzende Höhlungen
- 15) Gleichgewichtsverlust und Strukturlabilität während der Aushubvertiefung in mehreren Phasen
- 16) Vorkommen von radioaktiven Mineralien
- 17) Blockierung von mechanischen Elementen (Clogging)
- 18) Hohe Temperaturen
- 19) Auswirkungen auf Wasserressourcen

Anmerkung 2 - Risiken

- a) Bedeutende Behinderung zu Gerätschaft- sowie Arbeiterschaft-Einsatz.
- b) Einsturz oder bedeutender Schaden der Schale.
- c) Auswirkungen auf Umwelt und andere Strukturen

Anmerkung 3 - Folgende Tätigkeiten

Systematische Tätigkeiten

Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände.

Aushubmaterialanalyse.

Seismische geophysikalische Erhebungen.

Geoelektrische Parameter, welche vom BEAM-System erhoben wurden.

Lärmemissionsmaße.

Fräsen Parameter.

Gas und Radioaktivität Überwachung.

Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften der Hauptzutritte.

Konvergenz- und Extrusionsmaße.

Verformungs-/Spannungsmaße in der Außenschale.

Nicht systematische Tätigkeiten

Bohrungen (Hammer- oder Dauerkernbohrungen)), radial und im Vortrieb.

Anmerkung 4 - Minderungsmaßnahmen

- Ortsinstabilität (SRP 1)
- Gezielte Vortriebseingrenzungseingriffe.
- Höhlungsinstabilität, starke Verformungen (SRP 2)
- Wechsel zu einem schwereren Aushubabschnitt und/oder .
- Eventuelle Vortriebsunterbrechung sowie Festlegung der gezielten Vortriebseingrenzungseingriffe.
- Stark asymmetrischer Verformungszustand (SRP 3)
- Wechsel zu einem schwereren Aushubabschnitt und/oder Anbringung von Zusatznietungen von geeigneter Länge an spezifischen Aushubstücken
- Schlotbildung (SRP 4)
- SRP im Allgemeinen nicht bedeutend für diese Bauwerke (Gesteinsaushub, Abdeckungen immer über 80m).
- Anbringung von Vortriebseingriffe wie Bohrschrauben oder eventuell eingespritzte VTR-Einschlüsse oder Ergänzungen dieser Eingriffe für die Aushubabschnitte (GL-MA4) bei denen diese bereits eingeplant sind.

- Abplatzungen und Abbröckelungen (SRP 5)
- Anbringung von Zusatznietungen von geeigneter Länge an spezifischen Aushubstücken.
- Verwerfungen und Überschiebungen (SRP 6)
- Kleinere Verwerfungen: Wechsel zu einem schwereren Abschnitt
- Bedeutende Verwerfungen: Vertiefung der geologisch-geomechanischen und hydrogeologischen Bedingungen mit darauffolgende Festlegung der gezielten Ergänzungseingriffe.
- Infiltrationen und Porendruck (SRP 7)
- Ausführung von Vortriebdränage.
- Gasvorkommen (SRP 8)
- Anpassung des Lüftungssystems während der Bauphase.
- Auflösung oder Transport (SRP 9)
- Ausführung von Vortriebdränage eventuell mit Preventervorrichtungen, um die Wasserzutritte zu regulieren und die Drücke abzubauen.
- Ausführung von Vortriebsfestigung mit Zement- oder Harzgemische.
- Aushub in gemischte Lithotypen (SRP 10)
- Anwendung eines den geomechanischen Eigenschaften des schwächeren Lithotypen entsprechenden Aushubabschnitts
- Anbringung von Zusatznietungen von geeigneter Länge an spezifischen Aushubstücken.
- Schwellung (SRP 11)
- Präventiver Abbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen sowie hydrogeologischen Bedingungen; Festlegung der gezielten Eingrenzungseingriffe
- Einführung von Technologien und Methoden, welche die Wassernutzung begrenzen, während des Aushubs und der Anwendungsphase von Eingrenzungseingriffe.
- Sofortiger Schutz der Aushuboberflächen mit Spritzbeton, um die Aussetzung an das Umfeld zu vermeiden.
- Anbringung, sofern möglich, von steifen Außenschalen, welche die Druckentlastung auf den Aushubumriss reduzieren.
- Eventueller Wechsel zu einem Aushubabschnitt mit verformbarer Außenschale bei übertriebenen Schwellungsdrücke durch Anbringung von geeigneten Zusatznietungen an den Umriss.
- Angepasste Bemaßung der Innenschalen.
- Abbruch oder Abgleiten von Felsblöcken (SRP 12)
- Inbetriebsetzung von Nietungen als Stütze der Blöcke, Wechsel zu einem schwereren Aushubabschnitt.
- Bergschlag (SRP 13)
- Wechsel zum entsprechenden Aushubabschnitt GL--MARb
- Reduzierung der Vortriebsgeschwindigkeit
- Ausführung von Vortriebssondierungen zur Spannungsfreilassung.
- Interferenzen zwischen angrenzende Höhlungen (SRP 14)
- Anwendung von spezifischen Eingrenzungseingriffen zur Verstärkung der Gesteinsstücke, welche zwischen angrenzende und/oder kreuzende Höhlungen liegen..
- Gleichgewichtsverlust und Strukturlabilität während der Aushubvertiefung in mehreren Phasen (SRP 15)
- Nicht bedeutende SRP für diese Bauwerke.
- Vorkommen von radioaktiven Mineralien (SRP 16)
- Anwendung von geeignetem Schutz für das untertage arbeitende Personal und/oder Reduzierung der Aussetzungszeit.

- Blockierung von mechanischen Elementen (SRP 17)
- Einsatz von bestimmten Konditionierungszusätzen des Aushubmaterials; Minimalisierung des Wassereinsatzes während der Aushubarbeiten.
- Hohe Temperaturen (SRP 18)
- Anpassung des Kühlungssystems während der Bauphase.

Anmerkung 5 - Indikatoren und Schwellenwerte

Hauptindikatoren

- Bohrungen
 - Übereinstimmung mit dem geologischen Modell (qualitativ)
- Geomechanische Klassifikation der Ortsbrust und der Aushubwände
 - Aushubabschnitt -MA2, und -MARb, Warnschwelle: RMR nahe an 60, sich verschlechternde geomechanischem Bedingungen.
 - Aushubabschnitt -MA2, und -MARb, Warnschwelle: RMR=60.
 - Aushubabschnitt -MA3, Warnschwelle: RMR nahe an 40, sich verschlechternde geomechanischem Bedingungen.
 - Aushubabschnitt -MA3, Warnschwelle: RMR=40.
 - Aushubabschnitt -MA4, Warnschwelle: RMR nahe an 20, sich verschlechternde geomechanischem Bedingungen.
 - Aushubabschnitt -MA4, Warnschwelle: RMR=20.
- Fräsen Parameter
 - Mit Vortrieb anzugleichen.
- Aushubmaterialanalyse
 - Farbe (qualitativ)
 - Verfall (qualitativ)
- Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften der Hauptwasserzutritte
 - Durchflussmenge [l/min / 10m] - mit dem Vortrieb abzugleichen
 - Druck - Schwellenwert: Druckvorkommen
 - Herkunft - mit dem Vortrieb abzugleichen
 - Temperatur [°C] - mit dem Vortrieb abzugleichen
- Konvergenz- und Extrusionsmaße - Abschnitte mit steifer Schale (von -T1 bis -T5)
 - 1% R_{scavo} : Warnschwelle Risiko a) (mittleres Risiko)
 - 2% R_{scavo} : Warnschwelle Risiko a) (hohes Risiko)
- Konvergenz- und Extrusionsmaße - Abschnitte mit verformbarer Schale (-T6)
 - 2% R_{scavo} : Warnschwelle Risiko a) (mittleres Risiko)
 - 4% R_{scavo} : Warnschwelle Risiko a) (hohes Risiko)
- Konvergenzgeschwindigkeit
 - 1.5cm/m (mittlere Geschwindigkeit in den ersten 1.5Ø): Warnschwelle Risiko a) (mittleres Risiko)
 - 2.0cm/m (mittlere Geschwindigkeit in den ersten 1.5Ø): Warnschwelle Risiko a) (hohes Risiko)

- Verformung-/Spannungsmaße in der Außenschale
- 0.77·fcd (o 0.77·fyd): Warschwelle Risiko b) (mittleres Risiko)
- 1.00·fcd (o 1.00·fyd): Warschwelle Risiko b) (hohes Risiko)

Andere Indikatoren

- Seismische geophysikalische Erhebungen
- mit dem Vortrieb abzugleichen
- Lärmemissionsmaße
- [Emissionen/Minute] - mit dem Vortrieb abzugleichen
- Gas und Radioaktivität Überwachung
- Gasvorkommen (Konzentrierung) - zu bestimmen
- Radioaktivität [Bq/m³] >500

Anmerkung 6

Den Inhalt der Mitteilung und die Person, der laut Verfahren diese eingereicht wurde, angeben.

Nota 1 - SRP

- 1) Instabilità del fronte.
- 2) Instabilità del cavo, grandi deformazioni associate a collassi di materiale.
- 3) Stato deformativo fortemente dissimetrico: dissimetria di deformazione e di carico.
- 4) Formazione di camini
- 5) Splaccaggio e sgretolamento: instabilità flessionali o per imbozzamento.
- 6) Faglie e sovrascorrimenti: rilascio del riempimento, peggioramento delle condizioni generali, venute d'acqua o di gas, rifluimenti.
- 7) Infiltrazioni e pressione interstiziale: forti venute d'acqua improvvise con sviluppo di gradienti e possibili invasioni di materiale.
- 8) Presenza di gas
- 9) Dissoluzione o trasporto: modifica delle caratteristiche fisiche del materiale per variazioni del contenuto d'acqua o per trasporto di particelle fini.
- 10) Scavo in litotipi misti: disomogeneità di comportamento, zone di transizione a diversa permeabilità con possibili venute d'acqua o gas.
- 11) Rigonfiamento
- 12) Distacco o scivolamento di blocchi rocciosi.
- 13) Colpo di montagna (rock burst)
- 14) Interferenze fra cavità limitrofe
- 15) Perdita di equilibrio e labilità delle strutture durante il ribasso di scavi in più fasi
- 16) Presenza di minerali radioattivi
- 17) Presa di elementi meccanici (clogging)
- 18) Alte temperature
- 19) Impatti sulle risorse idriche

Nota 2 - Rischi

- a) Significativo impedimento all'impiego delle attrezzature e delle maestranze.
- b) Collasso o danno significativo del rivestimento.
- c) Impatti su ambiente e su altre strutture

Nota 3 - Azioni conseguenti

Azioni sistematiche

Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo.

Analisi del materiale di scavo.

Rilievi geofisici sismici.

Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM.

Misura delle emissioni acustiche.

Parametri fresa.

Monitoraggio gas e radioattività.

Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali.

Misure di convergenza e di estrusione

Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase

Azioni non sistematiche

Sondaggi (a distruzione o a carotaggio continuo), radiali e in avanzamento.

Nota 4 - Interventi di mitigazione

- Instabilità del fronte (SRP 1)
 - Definizione di interventi mirati di consolidamento in avanzamento.
- Instabilità del cavo, grandi deformazioni (SRP 2)
 - Passaggio a una Sezione di Scavo più pesante.
 - Eventuale sospensione dell'avanzamento e definizione di interventi mirati di consolidamento in avanzamento.
- Stato deformativo fortemente dissimmetrico (SRP 3)
 - Passaggio a una Sezione di Scavo più pesante e / o applicazione di chiodature integrative di opportuna lunghezza su porzioni specifiche dello scavo.
- Formazione di camini (SRP 4)
 - SRP in generale non significativa per le opere in oggetto (scavo in roccia, coperture sempre superiori a 80m).
 - Applicazione di interventi in avanzamento quali elementi auto perforanti o inclusi in VTR eventualmente iniettati o integrazione di tali interventi per le sezioni di scavo (GL-MA4) che già li prevedono.
- Splaccaggio e sgretolamento (SRP 5)
 - Applicazione di chiodature integrative di opportuna lunghezza su porzioni specifiche dello scavo.
- Faglie e sovrascorrimenti (SRP 6)
 - Faglie di dimensioni ridotte: passaggio a una sezione più pesante.
 - Faglie di dimensioni significative: approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche, con successiva definizione di interventi integrativi mirati.
- Infiltrazioni e pressione interstiziale (SRP 7)
 - Esecuzione di drenaggi in avanzamento.
- Presenza di gas (SRP 8)
 - Adeguamento del sistema di ventilazione in fase di costruzione.
- Dissoluzione o trasporto (SRP 9)
 - Esecuzione di drenaggi in avanzamento eventualmente con dispositivi preventivi per regimare le venute d'acqua e abbattere le pressioni.
 - Esecuzione di consolidamenti in avanzamento con miscele cementizie o resine.
- Scavo in litotipi misti (SRP 10)
 - Applicazione di una Sezione di Scavo corrispondente alle caratteristiche geomeccaniche del litotipo più debole.
 - Applicazione di chiodature integrative di opportuna lunghezza su porzioni specifiche dello scavo
- Rigonfiamento (SRP 11)
 - Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; definizione di interventi integrativi mirati.
 - Adozione, nel corso dello scavo e delle fasi di applicazione degli interventi di confinamento, di tecnologie e metodi che minimizzino l'impiego di acqua.
 - Immediata protezione delle superfici di scavo con betoncino proiettato per evitare l'esposizione all'ambiente.
 - Adozione, per quanto possibile, di rivestimenti di prima fase rigidi che riducano le decompressioni sul contorno dello scavo.
 - Eventuale passaggio a una Sezione di Scavo con rivestimento di prima fase deformabile se le pressioni di rigonfiamento risultano eccessive, con applicazione di adeguate chiodature sul contorno.
 - Dimensionamento opportuno dei rivestimenti definitivi.

- Distacco o scivolamento di blocchi rocciosi (SRP 12)
 - Messa in opera di chiodature per il sostegno dei blocchi, passaggio a una Sezione di Scavo più pesante.
- Rock burst (SRP 13)
 - Passaggio alla Sezione di Scavo GL-MARb.
 - Riduzione della velocità di avanzamento
 - Esecuzione di perforazioni in avanzamento per il rilascio preventivo delle tensioni
- Interferenze fra cavità limitrofe (SRP 14)
 - Applicazione di interventi di confinamento specifici per il rinforzo delle porzioni rocciose comprese tra le cavità limitrofe e / o interferenti.
- Perdita di equilibrio e labilità delle strutture (SRP 15)
 - SRP non significativa per le opere in oggetto.
- Presenza di minerali radioattivi (SRP 16)
 - Adozione di specifiche protezioni per il personale operante in sotterraneo e / riduzione del tempo di esposizione.
- Presa di elementi meccanici (SRP 17)
 - Impiego di specifici additivi condizionatori del materiale di scavo; minimizzazione dell'impiego di acqua nelle operazioni di scavo.
- Alte temperature (SRP 18)
 - Adeguamento del sistema di raffreddamento in fase di costruzione.

Nota 5 - Indicatori e valori di soglia

Indicatori essenziali

- Sondaggi
 - Rispondenza al modello geologico (qualitativo)
- Classificazione geomeccanica del fronte e delle pareti di scavo
 - Sezione di Scavo -MA2, e -MARb, soglia di attenzione: RMR prossimo a 60, condizioni geomeccaniche in peggioramento.
 - Sezione di Scavo -MA2 e -MARb, soglia di allarme: RMR=60.
 - Sezione di Scavo -MA3, soglia di attenzione: RMR prossimo a 40, condizioni geomeccaniche in peggioramento.
 - Sezione di Scavo -MA3, soglia di allarme: RMR=40.
 - Sezione di Scavo -MA4, soglia di attenzione: RMR prossimo a 20, condizioni geomeccaniche in peggioramento.
 - Sezione di Scavo -MA4, soglia di allarme: RMR=20.
- Parametri fresa
 - Da tarare con l'avanzamento.
- Analisi del materiale di scavo
 - Colore (qualitativo)
 - Alterazione (qualitativo)
- Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali

- Portata [l/min / 10m] - da tarare con l'avanzamento
- Pressione - valore soglia: presenza di pressione
- Provenienza- da tarare con l'avanzamento
- Temperatura [°C] - da tarare con l'avanzamento
- Misure di convergenza e di estrusione - Sezioni con rivestimento rigido (da -T1 a -T5)
 - 1% R_{scavo} : soglia di attenzione rischio a) (rischio medio)
 - 2% R_{scavo} : soglia di allarme rischio a) (rischio elevato)
- Misure di convergenza e di estrusione - Sezioni con rivestimento deformabile (-T6)
 - 2% R_{scavo} : soglia di attenzione rischio a) (rischio medio)
 - 4% R_{scavo} : soglia di allarme rischio a) (rischio elevato)
- Velocità di convergenza
 - 1.5cm/m (velocità media nei primi 1.5Ø): soglia di attenzione rischio a) (rischio medio)
 - 2.0cm/m (velocità media nei primi 1.5Ø): soglia di allarme rischio a) (rischio elevato)
- Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase
 - $0.77 \cdot f_{cd}$ (o $0.77 \cdot f_{yd}$): soglia di attenzione rischio b) (rischio medio)
 - $1.00 \cdot f_{cd}$ (o $1.00 \cdot f_{yd}$): soglia di allarme rischio b) (rischio elevato)

Altri indicatori

- Rilievi geofisici sismici
 - Da tarare con l'avanzamento.
- Misura delle emissioni acustiche
 - [emissioni/minuto] - da tarare con l'avanzamento.
- Monitoraggio gas e radioattività
 - Presenza di gas (concentrazione) - da definire
 - Radioattività [Bq/m³] >500

Nota 6

Indicare il contenuto della comunicazione e la persona a cui è stata inoltrata in base a procedura

3C - VORTRIEB MIT SCHILD-TBM

3C - SCAVO CON TBM SCUDATA

Bauwerk		
Opera		
Schicht - von ... Uhr bis ... Uhr		
Turno – dalle ore ... alle ore ...		
Kilometrierungsanfang km ... Kilometrierungsende km ...		
Progressiva inizio km ... progressiva fine km ...		
Berichtverfasser		
Estensore del rapporto		
Erwartete SRP (Anmerkung 1)		
SRP attese (Nota 1):		
Erwartetes Risiko (Anmerkung 2): a, niedrig - mittel - hoch ... b, niedrig - mittel - hoch ... c, niedrig - mittel - hoch		
Rischio atteso (Nota 2): a. basso – medio - elevato...b. basso – medio – elevato...c. basso – medio – elevato		
Folgend angewandte Tätigkeit (Anmerkung 3)	Maßüberprüfungen/Erhebungen/systematische Kontrollen	Maßüberprüfungen/Erhebungen/nicht systematische Kontrollen
Azioni conseguenti applicate (Nota 3)	Riscontri misure/rilievi/controlli sistematici	Riscontri misure/rilievi/controlli non sistematici
Angewandte Minderungsmaßnahmen (Anmerkung 4)		
Interventi di mitigazione applicati (Nota 4)		
Hauptindikatoren (Anmerkung 5), erhoben an Kilometrierung		
Indicatori essenziali (Nota 5) rilevati alla progressiva		
Bohrungen		
Sondaggi		
Fräsen Parameter	Durchdringungsgeschwindigkeit [m/h]	

Parametri fresa	Velocità di penetrazione [m/h] Durchdringungsgeschwindigkeit [mm/min] Velocità di penetrazione [mm/min] Vorschubdruck [kN] Spinta propulsione [kN] Drehmoment [kNm] Torque [kNm] Motorenabsorption [Amp] Assorbimento dei motori [Amp] Splitt Volumen [m3/m] Volume di pea-gravel [m3/m] Spezifische Energie [kWh/m3] Energia specifica [kWh/m3]					
Aushubmaterialanalyse Analisi del materiale di scavo	Farbe Colore	Verfall Alterazione				
Maß der Durchflussmenge und der Temperatur Misura della portata dell'acqua e della temperatura	Durchflussmenge [l/min / 10m] Portata [l/min / 10m]	Druck Ja - Nein Pressione Si - No	Herkunft (Beschreibung) Provenienza (descrizione)	Temperatur [°C] Temperatura [°C]		
Tübginge aus Stahlbeton, ausgerüstet mit Schwingsaitenausdehnungsmesser an den Lehrgerüsten Station N. km Conci in c.a. strumentati con estensimetri a corda vibrante stazione n. km	Belastungen Punkt 1 [MPa] Sollecitazioni punto 1 [MPa]	Belastungen Punkt 2 [MPa] Sollecitazioni punto 2 [MPa]	Belastungen Punkt 3 [MPa] Sollecitazioni punto 3 [MPa]	Belastungen Punkt 4 [MPa] Sollecitazioni punto 4 [MPa]	Belastungen Punkt 5 [MPa] Sollecitazioni punto 5 [MPa]	Belastungen Punkt 6 [MPa] Sollecitazioni punto 6 [MPa]
Andere Indikatoren (Anmerkung 5), erhoben an Kilometrierung						

Altri indicatori (Nota 5) rilevati alla progressiva		
Seismische geophysikalische Erhebungen Rilievi geofisici sismici		
Lärmemissionsmaße Misura delle emissioni acustiche	[Emissionen/Minute] [emissioni/minuto]	
Vom BEAM-System erhobene geoelektrische Parameter Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM		
Gas und Radioaktivität Überwachung Monitoraggio gas e radioattività	Gasvorkommen (Konzentrierung) Presenza di gas (concentrazione)	Radioaktivität [Bq/m3] Radioattività [Bq/m3]
Festgestellte SRP (Anmerkung 1) SRP (Nota 1) riscontrate		
Festgestelltes Risiko (Anmerkung 2) Rischio (Nota 2) riscontrato		
Erhobene Schäden/Unregelmäßigkeiten Danni/anomalia rilevate		
Vorgeschlagen folgende Tätigkeiten (Anmerkung 3) Azioni conseguenti proposte (Nota 3)		
Vorgeschlagene Minderungsmaßnahmen (Anmerkung 4) Interventi di mitigazione proposti (Nota 4)		
Mitteilung an: BL - BBT - Auftragnehmer - Berater (Anmerkung 6) Comunicazioni a: DL - BBT – Appaltatore – Consulenti (Nota 6)		

Anmerkung 1 - SRP

- 1) Ortsbrustinstabilität.
- 2) Höhlungsinstabilität, starke Verformungen verknüpft mit Materialeinsturz.
- 3) Stark asymmetrischer Verformungszustand: Verformungs- und Lastenasymmetrie.
- 4) Schlotbildung
- 5) Abplatzungen und Abbröckelungen: Flexionsinstabilität oder durch Beulen.
- 6) Verwerfungen und Überschiebungen: Füllungsfreigabe, Verschlechterung der Gesamtbedingungen, Wasser- oder Gaszutritte, Feinmaterialzutritte.
- 7) Infiltrationen und Porendruck: starke plötzliche Wasserzutritte mit Gradienten Entwicklung und möglichen Materialeinfall.
- 8) Gasvorkommen
- 9) Auflösung oder Transport: Veränderung der physischen Materialeigenschaften aufgrund von Wassergehaltsänderungen oder durch Feinteiletransport.
- 10) Aushub in gemischte Lithotypen: Verhaltensinhomogenität, Übergangszonen zu verschiedenen Durchlässigkeit mit möglichen Wasser- oder Gaszutritte.
- 11) Schwellung
- 12) Abbruch oder Abgleiten von Felsblöcken.
- 13) Bergschlag (Rockburst)
- 14) Interferenzen zwischen angrenzende Höhlungen
- 15) Gleichgewichtsverlust und Strukturlabilität während der Aushubvertiefung in mehreren Phasen
- 16) Vorkommen von radioaktiven Mineralien
- 17) Blockierung von mechanischen Elementen (Clogging)
- 18) Hohe Temperaturen
- 19) Auswirkungen auf Wasserressourcen

Anmerkung 2 - Risiken

- a) Bedeutende Behinderung zu Gerätschaft- sowie Arbeiterschaft-Einsatz.
- b) Einsturz oder bedeutender Schaden der Schale.
- c) Auswirkungen auf Umwelt und andere Strukturen

Anmerkung 3 - Folgende Tätigkeiten

Systematische Tätigkeiten

Aushubmaterialanalyse.

Seismische geophysikalische Erhebungen.

Lärmemissionsmaße.

Fräsen Parameter.

Gas und Radioaktivität Überwachung.

Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften der Hauptzutritte.

Verformungs-/Spannungsmaße in der Außenschale.

Nicht systematische Tätigkeiten

Bohrungen (Hammer- oder Dauerkernbohrungen)), radial und im Vortrieb.

Anmerkung 4 - Minderungsmaßnahmen

- Ortsinstabilität (SRP 1)
- Gezielte Vortriebseingrenzungsmaßnahmen (Typ, Typ 2, Typ 3) .
- Höhlungsinstabilität, starke Verformungen (SRP 2)
- Präventiver Vortriebsabbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen; Anwendung der geplanten besonderen Eingriffen (Typ 1, Typ 2, Typ 3).
- Stark asymmetrischer Verformungszustand (SRP 3)
- Präventiver Vortriebsabbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen; Anwendung der geplanten besonderen Eingriffen (Typ 1, Typ 2, Typ 3).
- Schlotbildung (SRP 4)

- SRP im Allgemeinen nicht bedeutend für diese Bauwerke (Gesteinsaushub, Abdeckungen immer über 80m).
- Präventiver Vortriebsabbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen; Anwendung der geplanten besonderen Eingriffen (Typ 1, Typ 2, Typ 3).
 - Abplatzungen und Abbröckelungen (SRP 5)
- Präventiver Vortriebsabbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen; Anwendung der geplanten besonderen Eingriffen (Typ 1, Typ 2, Typ 3).
 - Verwerfungen und Überschiebungen (SRP 6)
- Präventiver Vortriebsabbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen; Anwendung der geplanten besonderen Eingriffen (Typ 1, Typ 2, Typ 3).
 - Infiltrationen und Porendruck (SRP 7)
- Inbetriebsetzung von geplanten besonderen Eingriffen (Typ 2, Typ 3), welche auch die Ausführung von Vortriebdränage vorsehen.
 - Gasvorkommen (SRP 8)
- Anpassung des Lüftungssystems während der Bauphase.
 - Auflösung oder Transport (SRP 9)
- Inbetriebsetzung von geplanten besonderen Eingriffen (Typ 2, Typ 3), welche auch die Ausführung von Vortriebdränage vorsehen.
 - Aushub in gemischte Lithotypen (SRP 10)
- Präventiver Vortriebsabbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen; Anwendung der geplanten besonderen Eingriffen (Typ 1, Typ 2, Typ 3).
 - Schwellung (SRP 11)
- Präventiver Abbruch und Vertiefung der geologisch-geomechanischen sowie hydrogeologischen Bedingungen; Festlegung der gezielten Eingrenzungseingriffe
- Einführung von Technologien und Methoden, welche die Wassernutzung begrenzen, während des Aushubs und der Anwendungsphase von Eingrenzungseingriffe.
- Angepasste Bemaßung der Innenschalen.
 - Abbruch oder Abgleiten von Felsblöcken (SRP 12)
- Präventiver Vortriebsabbruch, Vertiefung der geologisch-geomechanischen; zur eventuellen Einstellung von geplanten besonderen Eingriffen.
 - Bergschlag (SRP 13)
- Präventiver Vortriebsabbruch, Vertiefung der geologisch-geomechanischen; zur eventuellen Einstellung von geplanten besonderen Eingriffen
- Reduzierung der Vortriebsgeschwindigkeit
- Ausführung von Vortriebssondierungen zur präventiven Spannungsfreilassung.
 - Interferenzen zwischen angrenzende Höhlungen (SRP 14)
- Nicht bedeutende SRP für diese Bauwerke..
 - Gleichgewichtsverlust und Strukturlabilität während der Aushubvertiefung in mehreren Phasen (SRP 15)
- Anwendung von spezifischen Eingrenzungseingriffen zur Verstärkung der Gesteinsstücke, welche zwischen angrenzende und/oder kreuzende Höhlungen liegen.
 - Vorkommen von radioaktiven Mineralien (SRP 16)
- Anwendung von geeignetem Schutz für das untertage arbeitende Personal und/oder Reduzierung der Aussetzungszeit.
 - Blockierung von mechanischen Elementen (SRP 17)
- Einsatz von bestimmten Konditionierungszusätzen des Aushubmaterials; Minimalisierung des Wassereinsatzes während der Aushubarbeiten.
 - Hohe Temperaturen (SRP 18)
- Anpassung des Kühlungssystems während der Bauphase.

Anmerkung 5 - Indikatoren und Schwellenwerte

Hauptindikatoren

- Bohrungen
- Übereinstimmung mit dem geologischen Modell (qualitativ)
- Fräsen Parameter
- Mit Vortrieb anzugleichen.
- Aushubmaterialanalyse
- Farbe (qualitativ)
- Verfall (qualitativ)
- Messung der Wasserschüttungen und der physikalischen Eigenschaften der Hauptwasserzutritte
- Durchflussmenge [l/min / 10m] - mit dem Vortrieb abzugleichen
- Druck - Schwellenwert: Druckvorkommen
- Herkunft - mit dem Vortrieb abzugleichen
- Temperatur [°C] - mit dem Vortrieb abzugleichen
- Verformung-/Spannungsmaße in der Außenschale
- 0.77·fcd (o 0.77·fyd): Warnschwelle Risiko b) (mittleres Risiko)
- 1.00·fcd (o 1.00·fyd): Warnschwelle Risiko b) (hohes Risiko)

Andere Indikatoren

- Seismische geophysikalische Erhebungen
- Mit dem Vortrieb abzugleichen.
- Geoelektrische Parameter, welche vom BEAM-System erhoben wurden
- Mit dem Vortrieb abzugleichen.
- Lärmemissionsmaße
- [Emissionen/Minute] - mit dem Vortrieb abzugleichen
- Gas und Radioaktivität Überwachung
- Gasvorkommen (Konzentrierung) - zu bestimmen
- Radioaktivität [Bq/m³] >500

Anmerkung 6

Den Inhalt der Mitteilung und die Person, der laut Verfahren diese eingereicht wurde, angeben.

Nota 1 - SRP

- 1) Instabilità del fronte.
- 2) Instabilità del cavo, grandi deformazioni associate a collassi di materiale.
- 3) Stato deformativo fortemente dissimetrico: dissimetria di deformazione e di carico.
- 4) Formazione di camini
- 5) Splaccaggio e sgretolamento: instabilità flessionali o per imbozzamento.
- 6) Faglie e sovrascorrimenti: rilascio del riempimento, peggioramento delle condizioni generali, venute d'acqua o di gas, rifluimenti.
- 7) Infiltrazioni e pressione interstiziale: forti venute d'acqua improvvise con sviluppo di gradienti e possibili invasioni di materiale.
- 8) Presenza di gas
- 9) Dissoluzione o trasporto: modifica delle caratteristiche fisiche del materiale per variazioni del contenuto d'acqua o per trasporto di particelle fini.
- 10) Scavo in litotipi misti: disomogeneità di comportamento, zone di transizione a diversa permeabilità con possibili venute d'acqua o gas.
- 11) Rigonfiamento
- 12) Distacco o scivolamento di blocchi rocciosi.
- 13) Colpo di montagna (rock burst)
- 14) Interferenze fra cavità limitrofe
- 15) Perdita di equilibrio e labilità delle strutture durante il ribasso di scavi in più fasi
- 16) Presenza di minerali radioattivi
- 17) Presa di elementi meccanici (clogging)
- 18) Alte temperature
- 19) Impatti sulle risorse idriche

Nota 2 - Rischi

- a) Significativo impedimento all'impiego delle attrezzature e delle maestranze.
- b) Collasso o danno significativo del rivestimento.
- c) Impatti su ambiente e su altre strutture

Nota 3 - Azioni conseguenti

Azioni sistematiche

Analisi del materiale di scavo.

Rilievi geofisici sismici.

Misura delle emissioni acustiche.

Parametri fresa.

Monitoraggio gas e radioattività.

Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali.

Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase

Azioni non sistematiche

Sondaggi (a distruzione o a carotaggio continuo), radiali e in avanzamento.

Nota 4 - Interventi di mitigazione

- Instabilità del fronte (SRP 1)
- Interventi mirati di consolidamento in avanzamento (Tipo1, Tipo 2 , Tipo 3).
- Instabilità del cavo, grandi deformazioni (SRP 2)
 - Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).
- Stato deformativo fortemente dissimmetrico (SRP 3)
 - Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).
- Formazione di camini (SRP 4)
 - SRP in generale non significativa per le opere in oggetto (scavo in roccia, coperture sempre superiori a 80m).
 - Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).
- Splaccaggio e sgretolamento (SRP 5)
 - Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).

- Faglie e sovrascorrimenti (SRP 6)
 - Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).
- Infiltrazioni e pressione interstiziale (SRP 7)
 - Messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 2, Tipo 3), che prevedono anche l'esecuzione di drenaggi in avanzamento.
- Presenza di gas (SRP 8)
 - Adeguamento del sistema di ventilazione in fase di costruzione.
- Dissoluzione o trasporto (SRP 9)
 - Messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 2, Tipo 3), che prevedono anche l'esecuzione di drenaggi in avanzamento.
- Scavo in litotipi misti (SRP 10)
 - Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi particolari previsti (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3).
- Rigonfiamento (SRP 11)
 - Arresto preventivo dell'avanzamento e approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idrogeologiche; messa in opera degli interventi mirati.
 - Adozione, nel corso dello scavo e delle fasi di applicazione degli interventi di confinamento, di tecnologie e metodi che minimizzino l'impiego di acqua.
 - Dimensionamento opportuno dei rivestimenti definitivi.
- Distacco o scivolamento di blocchi rocciosi (SRP 12)
 - Arresto preventivo dell'avanzamento, approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idro-geologiche, nell'eventuale messa a punto di interventi integrativi mirati.
- Rock Burst (SRP 13)
 - Arresto preventivo dell'avanzamento, approfondimento delle condizioni geologico-geomeccaniche e idro-geologiche, nell'eventuale messa a punto di interventi integrativi mirati.
 - Riduzione della velocità di avanzamento
 - Esecuzione di perforazioni in avanzamento per il rilascio preventivo delle tensioni
- Interferenze fra cavità limitrofe (SRP 14)
 - SRP non significativa per le opere in oggetto.
- Perdita di equilibrio e labilità delle strutture (SRP 15)
 - Applicazione di interventi di confinamento specifici per il rinforzo delle porzioni rocciose comprese tra le cavità limitrofe e / o interferenti.
- Presenza di minerali radioattivi (SRP 16)
 - Adozione di specifiche protezioni per il personale operante in sotterraneo e / riduzione del tempo di esposizione.
- Presa di elementi meccanici (SRP 17)
 - Impiego di specifici additivi condizionatori del materiale di scavo; minimizzazione dell'impiego di acqua nelle operazioni di scavo.
- Alte temperature (SRP 18)
 - Adeguamento del sistema di raffreddamento in fase di costruzione.

Nota 5 - Indicatori e valori di soglia

Indicatori essenziali

- Sondaggi
- Rispondenza al modello geologico (qualitativo)
- Parametri fresa
- Da tarare con l'avanzamento.
- Analisi del materiale di scavo
- Colore (qualitativo)
- Alterazione (qualitativo)
- Misura della portata dell'acqua e delle caratteristiche fisiche per le venute principali
- Portata [l/min / 10m] - da tarare con l'avanzamento
- Pressione - valore soglia: presenza di pressione
- Provenienza- da tarare con l'avanzamento
- Temperatura [°C] - da tarare con l'avanzamento
- Misure di deformazione/tensione nel rivestimento di prima fase
 - $0.77 \cdot f_{cd}$ (o $0.77 \cdot f_{yd}$): soglia di attenzione rischio b) (rischio medio)
 - $1.00 \cdot f_{cd}$ (o $1.00 \cdot f_{yd}$): soglia di allarme rischio b) (rischio elevato)

Altri indicatori

- Rilievi geofisici sismici
- Da tarare con l'avanzamento.
- Parametri geoelettrici registrati dal sistema BEAM
- Da tarare con l'avanzamento
- Misura delle emissioni acustiche
- [emissioni/minuto] - da tarare con l'avanzamento.
- Monitoraggio gas e radioattività
- Presenza di gas (concentrazione) - da definire
- Radioattività [Bq/m³] >500

Nota 6

Indicare il contenuto della comunicazione e la persona a cui è stata inoltrata in base a procedura