



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

Baulos H81 – Bahnhof Franzensfeste

Lotto H81- Stazione Fortezza

Sub-Baulos	Sublotto
Verlängerung Fahrrad und Fußgängerunterführung Riolstraße	Prolungamento sottovia ciclopedonale Via Riol
Fachbereich	Settore
02-GEOLOGIE, GEOTECHNIK, HYDROGEOLOGIE	02-GEOLOGIA, GEOTECNICA, IDROGEOLOGIA
Titel	Titolo
Geotechnischer Bericht	Relazione geotecnica

	Datum/data	Name/nome
Bearbeitet / Elaborato	28.02.2023	J. Paternoster
Geprüft / Verificato	28.02.2023	L. Cadrobbi
Freigegeben Autorizzato		
Gesehen BBT Visto BBT		

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - BRENNER BASISTUNNEL BBT SE

Piazza Stazione 1 • I-39100 Bolzano
Tel.: +39 0471 0622-10 • Fax: +39 0471 0622-11

Amraser Str. 8 • A-6020 Innsbruck
Tel.: +43 512 4030 • Fax: +43 512 4030-110

Email: bbt@bbt-se.com • www.bbt-se.com

Projekt-kilometer / Progressiva di progetto	von / da bis / a bei / al	Bau-kilometer / Chilometro opera	von / da bis / a bei / al	Status Dokument / Stato documento
Staat Stato	Los Lotto	Einheit Unità	Nummer Numero	Dokumentenart Tipo Documento
02	H81	AF	002	Vertrag Contratto
				D1538
				Nummer Codice
				002025
				Revision Revisione
				02

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione			
Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
02	Dritteversion Terza versione		28/02/2023
01	Zweiteversion Secondo Versione		04/12/2022
00	Erstversion Prima Versione		30/09/2022

1	EINLEITUNG	
1	PREMESSA	5
1.1	BEZUGSNORM UND KONSULTIERTE DOKUMENTATION	
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO E DOCUMENTAZIONE CONSULTATA.....	7
1.2	ZIEL DES DOKUMENTS	
1.2	OBIETTIVO DEL DOCUMENTO.....	7
2	ZUSAMMENFASSENDE BERICHT	
2	RELAZIONE DI SINTESI	9
3	ORT UND BESCHREIBUNG DER ARBEITEN	
3	UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'OPERA	10
4	UNTERSUCHUNGEN	
4	INDAGINI	11
4.1	INDIREKTE UNTERSUCHUNGEN	
4.1	INDAGINI DIRETTE.....	11
4.1.1	Geognostische Bohrungen	
4.1.1	Sondaggi geognostici.....	11
4.1.2	Umweltgräben und Piezometer	
4.1.2	Trincee e piezometri ambientali.....	12
4.2	INDIREKTE UNTERSUCHUNGEN	
4.2	INDAGINI INDIRETTE.....	12
4.2.1	Seismizität	
4.2.1	Sismica.....	12
5	ZUSAMMENFASSUNG DES GEOLOGISCHEN REFERENZMODELLS	
5	SINTESI MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	14
6	GEOTECHNISCHES MODELL	
6	MODELLO GEOTECNICO	16
6.1	GEOTECHNISCHE EINHEITEN	
6.1	UNITA' GEOTENICHE.....	16
6.2	ERGEBNISSE GEOTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN	
6.2	RISULTATI PROVE GEOTECNICHE.....	17
6.2.1	Auswertung von STP-Tests	
6.2.2	Interpretazione prove SPT	
6.3	GEOTECHNISCHE PARAMETRISIERUNG	
6.3	PARAMETRAZIONE GEOTECNICA.....	18
6.4	GEOTECHNISCH KRITISCHE PUNKTE	

6.4	CRITICITA' GEOTECNICHE.....	19
7	SICHERHEITSNACHWEISE	
7	VERIFICHE DI SICUREZZA.....	21
8	SCHLUSSFOLGERUNG	
8	CONCLUSIONI.....	23

1 EINLEITUNG

Der Brenner Basistunnel ist mit einer Länge von knapp über 55 km das Kernelement des Eisenbahnkorridors München-Verona. Dieser ist gemäß der Entscheidung Nr. 884/2004/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 als TEN-T Skandinavien-Mittelmeer-Korridor Bestandteil der Eisenbahnverbindungen für Nord-Süd-Verkehre.

Das entsprechende Einreichprojekt wurde mit CIPE-Beschluss Nr. 71/2009 genehmigt.

Beim Bahnhof Franzensfeste, im Abschnitt zwischen dem Südportal des Brenner Basistunnels (im Folgenden BBT) und dem Nordportal des Schalderer Tunnels (viergleisiger Ausbau Franzensfeste - Verona - Los 1 Franzensfeste - Waidbruck), verläuft die neue HG/HL-Strecke oberirdisch.

In diesem Bereich sind laut Projekt eine Reihe von Nebenbauten zum Basistunnel vorgesehen, die darauf abzielen, die Konfiguration des Bahnhofs Franzensfeste zu verbessern und aufzuwerten, und zwar in Übereinstimmung mit den neuen Funktionen, die im genehmigten Einreichprojekt definiert und nachstehend beschrieben sind:

- Abfahrtsbahnhof für die Pustertaler Bahnlinie
- Durchgangsbahnhof für die neue HG/HL-Brennerlinie
- Verbindung zwischen der Bestandsstrecke und der neuen HG/HL-Brennerlinie
- Wartungsbahnhof für den Brenner Basistunnel
- Wartungsbahnhof eines Teils der Bestandsstrecke
- Notbahnhof am Südportal des Basistunnels.

Diese Bauwerke umfassen unter anderem technische Funktionsgebäude, eine Zufahrtsstraße zum Rettungsplatz im Nahbereich des Portals, wasserbauliche Maßnahmen an den Wasserläufen rechts des Eisacks und Steinschlagschutzbauten, zur

1 PREMESSA

La Galleria di Base del Brennero si sviluppa per una lunghezza poco superiore ai 55 Km e costituisce la parte centrale del corridoio ferroviario Monaco di Baviera – Verona. Tale tratta è inserita nel collegamento ferroviario Nord-Sud denominato TEN-T Corridoio Scandinavia Mediterraneo previsto dalla decisione n. 884/2004/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004.

Il relativo progetto definitivo è stato autorizzato con delibera CIPE 71/2009.

In corrispondenza della Stazione ferroviaria di Fortezza, nel tratto compreso tra l'imbocco sud del Galleria di Base del Brennero (nel seguito BBT) e l'imbocco nord della Galleria Scaleres (Quadruplicamento Fortezza-Verona - lotto 1 Fortezza-Ponte Gardena), la nuova linea ferroviaria AV/AC si sviluppa in esterno.

In quest'area il progetto prevede la costruzione di una serie di opere civili accessorie alla Galleria di Base volte potenziare e riqualificare la configurazione della stazione ferroviaria di Fortezza, in coerenza con le nuove funzioni definite nel progetto definitivo approvato e di seguito riportate

- Stazione di partenza per la linea ferroviaria della Val Pusteria
- Stazione di transito per la nuova linea AV/AC del Brennero
- Collegamento tra la linea esistente e la nuova linea AV/AC del Brennero
- Stazione per la manutenzione della Galleria di Base del Brennero
- Stazione per la manutenzione di parte della linea esistente
- Stazione di emergenza situata al portale Sud della Galleria di Base.

Queste opere comprendono tra l'altro fabbricati tecnici di servizio, una viabilità di accesso all'area di soccorso in prossimità dell'imbocco, opere di sistemazione idraulica dei corsi d'acqua affluenti di destra del Fiume Isarco e opere di protezione contro la caduta massi, volte alla

Fachbereich: 02-GEOLOGIE, GEOTECHNIK, HYDROGEOLOGIE
Titel: **Geotechnischer Bericht**

Settore: 02-GEOLOGIA, GEOTECNICA, IDROGEOLOGIA
Titolo: **Relazione geotecnica**

Minderung des geomorphologischen Risikos auf der neuen Bahnstrecke und im gesamten Bahnhofsbereich Franzensfeste.

mitigazione del rischio geomorfologico sulla nuova linea ferroviaria e sull'intera area della stazione di Fortezza.

Ein Teil dieser Bauwerke interferiert mit den Arbeiten zur Errichtung der bahntechnischen Ausrüstung des Basistunnels und mit der Einrichtung der entsprechenden Baustellen am Bahnhof Franzensfeste bzw. dient der Vorbereitung dieser Arbeiten

Parte di queste opere è interferente e/o propedeutica con i lavori per la realizzazione dell'attrezzaggio ferroviario del tunnel di base e con l'allestimento dei relativi cantieri presso la stazione di Fortezza.

Dieses Ausführungsprojekt betrifft die Verlängerung der Eisenbahnunterführung der alten Rioler Straße auf der Westseite, die unter den Gleissträngen des derzeitigen Bahnhofs Franzensfeste bei km 198+167 der Eisenbahnlinie Verona-Brenner hindurchführt.

Il presente progetto esecutivo ha ad oggetto il prolungamento del sottopasso ferroviario della vecchia strada Riol, sul lato ovest, che sottopassa il fascio binari della Stazione Fortezza attuale al km 198+167 della linea ferroviaria Verona-Brennero.

Der Umbau der derzeitigen Eisenbahnunterführung im Abschnitt, der sich mit der zukünftigen HG/HL-Strecke überschneidet, ist notwendig, um den Querschnitt so anzupassen, dass dieser nicht die neue Bahnanlage beeinträchtigt, und um zu gewährleisten, dass die Gleise der künftigen HG/HV-Strecke gestützt werden.

Il rifacimento dell'attuale sottovia ferroviario nel tratto interferente con la futura linea AV/AC si rende necessario per adeguarne la sezione in modo da non interferire con l'ingombro della nuova sede ferroviaria nonché per garantire il sostegno dei binari della futura linea AV/AC.

Die bestehende Unterführung wird nach Abschluss der Arbeiten in diesem Teillos nicht mehr befahrbar sein und in einen Fahrrad- und Fußgängerweg umgewandelt werden.

L'attuale sottopasso, al termine dei lavori del presente sublotto, non sarà più carrabile e verrà convertito a viabilità ciclopedonale.

Die Straßenverbindung zwischen der SS12 und der Rioler Straße sowie dem Rettungsplatz des BBT wird durch die Bauwerke des Sub-Bauloses "Neue Zufahrtsstraße Rioler" gewährleistet. Diese umfassen im Wesentlichen den Bau einer neuen befahrbaren Unterführung der Brenner Eisenbahnstrecke, die weiter südlich als die bestehende liegt.

Il collegamento carrabile tra la SS12 e la via Rioler nonché con l'area di soccorso del BBT, sarà garantito mediante le opere del sublotto "Nuova viabilità di accesso Rioler", che consistono essenzialmente nella realizzazione di una nuova viabilità, comprendente la costruzione di un nuovo sottoattraversamento carrabile della linea ferroviaria del Brennero, poco più a sud dell'esistente.

Die im Bereich des Bahnhofs Franzensfeste durchzuführenden Arbeiten umfassen den Abriss eines Teils der bestehenden Unterführung, den Bau einer neuen kastenförmigen Unterführung aus Stahlbeton mit Innenabmessungen von 4,60 x 4,30 m und einer Länge von ca. 22 m, den Bau von Stützmauern aus Stahlbeton am Ausgang und den Bau der zugehörigen Straßenverbindung mit der alten Rioler Straße im Osten (in dem Teil der bestehenden Unterführung, der erhalten bleibt) und mit der neuen Rioler Straße im Westen, die bereits vor dem Beginn der gegenständlichen Arbeiten gebaut worden sein muss.

Le opere oggetto dell'intervento, da eseguirsi in corrispondenza dell'areale della stazione di Fortezza, comprendono la demolizione di una parte del sottovia esistente, la realizzazione di un nuovo sottovia scatolare in c.a. di dimensioni interne 4.60 x 4.30 m e lunghezza 22 m circa, la realizzazione di muri di sostegno di uscita in c.a. e la realizzazione della relativa viabilità di raccordo con la vecchia strada Rioler a est (nel tratto di sottovia esistente mantenuto) e con la nuova viabilità carrabile Rioler a ovest, che dovrà essere stata già realizzata prima dell'inizio dei presenti lavori.

Die Gesamtlänge des neuen Rad- und Fußweges beträgt ca. 55 m. Der Progressive am Startpunkt entspricht im

La lunghezza complessiva della nuova viabilità ciclopedonale è di ca. 55 m. La progressiva di inizio

Fachbereich: 02-GEOLOGIE, GEOTECHNIK, HYDROGEOLOGIE
Titel: Geotechnischer Bericht

Settore: 02-GEOLOGIA, GEOTECNICA, IDROGEOLOGIA
Titolo: Relazione geotecnica

Osten dem Ende der zu erhaltenden historischen Eisenbahnunterführung. Die weiteren Progressiven ergeben sich aus der Verlängerung der Unterführung in westlicher Richtung und enden an der Einmündung in die rechte Seite der neuen Rioler Fahrbahn.

intervento corrisponde, a est, con l'estremità del sottopasso ferroviario storico da mantenere. Le progressive sono crescenti in uscita dal prolungamento del sottopasso, in direzione ovest, e terminano in corrispondenza del raccordo con il ciglio destro della nuova viabilità carrabile Riol.

1.1 BEZUGSNORM UND KONSULTIERTE DOKUMENTATION

- MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI 2018 – Testo unico – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- D.P.R. 207/2010, Sezione IV – Progetto Esecutivo, art. 33-43
- D. Lgs 163/2006, Allegato XXI, Sezione III – Progetto Esecutivo, art. 19-26

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E DOCUMENTAZIONE CONSULTATA

- MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI 2018 – Testo unico – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- D.P.R. 207/2010, Sezione IV – Progetto Esecutivo, art. 33-43
- D. Lgs 163/2006, Allegato XXI, Sezione III – Progetto Esecutivo, art. 19-26

Die zur Unterstützung dieses Projekts erstellten Dokumente beziehen sich auf die folgend angeführten früheren Arbeiten:

Gli elaborati redatti a supporto del presente progetto richiamano lavori pregressi di seguito riportati:

- Geologischer und hydrogeologischer Bericht – GDP consultants/P. Perello – 2016 - 02-H81-HB-2GH8FA001-GTB-D0932-00101-02
- Geotechnischer und geomechanischer Bericht - GDP consultants/P. Perello – 2016 - 02-H81-MA-2GH8FA001-GTB-D0932-00901-02
- Seismischer Bericht - GDP consultants/P. Perello – 2016 -02-H81-MA-2GH8FA001-GTB-D0932-00201-02
- Bahnhofsareal Franzensfeste – Bericht zu den durchgeführten Untersuchungen für die seismische Charakterisierung- GDP consultants/P. Perello – 2016 - 02-H81-MA-2GH8FA001-GTB-D0932-00301-02

- Relazione geologica e idrogeologica – GDP consultants/P. Perello – 2016 - 02-H81-HB-2GH8FA001-GTB-D0932-0101-02
- Relazione geotecnica e geomeccanica - GDP consultants/P. Perello – 2016 - 02-H81-MA-2GH8FA001-GTB-D0932-0901-02
- Relazione sismica - GDP consultants/P. Perello – 2016 -02-H81-MA-2GH8FA001-GTB-D0932-0201-02
- Area stazione di Fortezza – Relazione descrittiva delle indagini eseguite per la caratterizzazione sismica - GDP consultants/P. Perello – 2016 - 02-H81-MA-2GH8FA001-GTB-D0932-0301-02

1.2 ZIEL DES DOKUMENTS

Im Rahmen der Umsetzung der Ausführungsplanung für die Nebenarbeiten im südlichen Eingangsbereich des

1.2 OBIETTIVO DEL DOCUMENTO

Nell'ambito della realizzazione del progetto esecutivo delle opere accessorie alla zona di imbocco Sud del BBT

Fachbereich: 02-GEOLOGIE, GEOTECHNIK, HYDROGEOLOGIE
Titel: **Geotechnischer Bericht**

Settore: 02-GEOLOGIA, GEOTECNICA, IDROGEOLOGIA
Titolo: **Relazione geotecnica**

BBT wurden direkte geologische, geotechnische und hydrogeologische Untersuchungen sowie seismische Untersuchungen durchgeführt. Der Auftrag D1538, dessen Ergebnisse in diesem Bericht beschrieben werden, hat den Ausbau der Rad- und Fußgängerunterführung in der Via Riol zum Ziel, der aus den folgenden Phasen besteht:

sono state eseguite indagini dirette geologiche, geotecniche e idrogeologiche ed indagini sismiche. L'incarico D1538, i cui risultati sono descritti nel presente rapporto, ha come obiettivo gli interventi per il prolungamento del sottovia ciclopedonale di via Riol, articolato nelle seguenti fasi:

Grundlegende Datenanalyse

Die Tätigkeit umfasst die Übernahme und Überprüfung der vorhandenen (von BBT-SE zur Verfügung gestellten) Unterlagen über das vom Bau der neuen Verlängerung der Rad- und Fußgängerunterführung auf der Rioler Straße betroffenen Bereich, einschließlich der verfügbaren Untersuchungen (Sondierungen, seismische Profile, geologische Kartierungen usw.).

Analisi dati di base

L'attività comprende la presa in consegna e verifica dei documenti esistenti (messi a disposizione da BBT-SE) inerenti l'area interessata dalla realizzazione del nuovo prolungamento del sottopasso ciclopedonale di via Riol, comprensiva delle prospezioni disponibili (sondaggi, profili sismici, mappatura geologica, ecc.).

Vorbereitung der geotechnischen Dokumentation

Die Tätigkeit umfasst die Ausarbeitung des geotechnischen Berichts für die Rad- und Fußgängerunterführung in der Rioler Straße.

Elaborazione della documentazione geotecnica

L'attività comprende la redazione della relazione geotecnica del sottovia ciclopedonale di via Riol.

Zweck des geotechnischen und geomechanischen Berichts ist es, das mechanische Verhalten des Bodenvolumens zu definieren, das direkt oder indirekt durch die Errichtung der Bauwerke beeinflusst wird und das wiederum das Verhalten der Bauwerke selbst beeinflussen wird. In dem Bericht werden auch die Berechnungen für die Aspekte dargestellt, die sich auf die Beziehung des Bauwerks und Boden beziehen.

La relazione geotecnica è finalizzata a definire il comportamento meccanico del volume del terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione delle opere e che a sua volta influenzerà il comportamento delle opere stesse. La relazione illustrerà inoltre i calcoli per gli aspetti che si riferiscono al rapporto del manufatto con il terreno.

In dem Bericht werden die Werte der geotechnischen Eingangsparameter festgelegt, die die Grundlage für die spätere Ausführungsplanung der Arbeiten bilden.

Nella relazione saranno definiti i valori dei parametri geotecnici di input che costituiscono la base per la successiva progettazione esecutiva delle opere.

Die für die oben beschriebene geotechnisch Studie erstellten grafischen Zeichnungen bestehen aus geotechnischen Längsprofilen und charakteristischen geotechnischen Querschnitten, die sich auf die spezifischen Arbeiten beziehen, im Maßstab 1:1000 / 1:200, mit den folgenden Codes:

Gli elaborati grafici redatti a corredo dello studio geotecnico sopradescritto consistono in profili geotecnici longitudinali e sezioni geotecniche trasversali caratteristiche riferite alle opere specifiche a scala 1:1000 / 1:200, con i seguenti codici:

Rif. Doc. n°:

- geologische u geotechnische Schnitte und Profile - 02-H81-AF-002-3A9-D1538-02027-00.

Rif. Doc. n°:

- Sezione e profili geologico – geotecnici - 02-H81-AF-002-3A9-D1538-02027-00.

2 ZUSAMMENFASSENDE BERICHT

Dieser Bericht befasst sich mit den geotechnischen Rahmenbedingungen des Projekts zum Bau der Verlängerung der Rad- und Fußgängerunterführung in der Rioler Straße.

Die folgenden Ausführungen beruhen auf der Integration der 1988 (RFI), 2009 (BBT), 2013 (BIP-Seismik), 2021 (Umweltgräben und Piezometer) durchgeführten Erkundungsphasen mit den jüngsten Erkundungen aus dem Jahr 2022, die zur Rekonstruktion des geologischen/geotechnischen Referenzmodells durchgeführt wurden

Aus geotechnischer Sicht handelt es sich bei den Materialien, die im Großteil der Projektarbeiten in erheblichem Umfang vorhanden sind, um grobkörnige, inkohärente Böden (überwiegend sandige Kiese und kiesige Sande), in denen große Steinblöcke (Funde) mit Abmessungen von mehreren Dezimetern bis mehreren Metern weit verbreitet sind.

Die betreffenden Böden weisen gute geotechnische Eigenschaften auf und stellen sowohl hinsichtlich der Tragfähigkeit als auch möglicher Setzungen einen optimalen Baugrund für die Projektarbeiten dar. Zu den geologischen Aspekten der für das Projektgebiet charakteristischen Ablagerungen wird auf die Beschreibung in dem Referenzdokument Ref. Doc. n° 02-H81-AF-002-RT3-D1538-02024-00 verwiesen.

Im Folgenden wird das allgemeine und das geotechnische Entwurfsmodell vorgestellt.

2 RELAZIONE DI SINTESI

La presente relazione tratta le condizioni geotecniche inerenti il progetto di realizzazione del prolungamento del sottovia ciclopedonale di Via Riol.

Le seguenti elaborazioni si basano sull'integrazione delle fasi di indagini eseguite nel 1988 (RFI), 2009 (BBT), 2014 (sismiche GDP), 2021 (trincee e piezometri ambientali) con i più recenti sondaggi del 2022, realizzati al fine di ricostruire il modello geologico/geotecnico di riferimento.

Dal punto di vista geotecnico i materiali presenti nel volume significativo della gran parte delle opere in progetto sono costituiti da terreni granulari incoerenti grossolani (ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose in prevalenza), con diffusa presenza di grossi blocchi lapidei (trovanti) di dimensioni da pluridecimetriche a plurimetriche.

I terreni in questione presentano buone caratteristiche geotecniche e costituiscono terreni di fondazione ottimali per le opere in progetto, sia per la capacità portante che per quanto riguarda i possibili cedimenti. Per gli aspetti geologici dei depositi caratterizzanti l'area di progetto si rimanda a quanto descritto nel documento di riferimento Rif. Doc. n° 02-H81-AF-002-RT3-D1538-02024-00.

Di seguito si presenta il modello geotecnico generale e di progetto.

3 ORT UND BESCHREIBUNG DER ARBEITEN

3 UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'OPERA

Gegenstand der Planung ist der Bau der neuen Verlängerung der Rad- und Fußgängerunterführung.

Oggetto della progettazione sono gli interventi di realizzazione del nuovo prolungamento del sottovia ciclopedonale.

Die Arbeiten bestehen im Wesentlichen aus dem Abriss eines Teils der bestehenden Unterführung, dem Bau einer neuen kastenförmigen Unterführung aus Stahlbeton mit Innenmaßen von 4,60 x 4,30 m und einer Länge von ca. 22 m, dem Bau von Stützmauern aus Stahlbeton und dem Bau der zugehörigen Verbindungsstraße mit der alten Rioler Straße im Osten (in dem Teil der bestehenden Unterführung, der erhalten bleibt) und der neuen Rioler Auffahrt im Westen.

Gli interventi consistono essenzialmente nella demolizione di una parte del sottovia esistente, la realizzazione di un nuovo sottovia scatolare in c.a. di dimensioni interne 4.60 x 4.30 m e lunghezza di 22 m ca., la costruzione di muri di sostegno di uscita in c.a. e la realizzazione della relativa viabilità di raccordo con la vecchia strada Riol a est (nel tratto di sottovia esistente mantenuto) e la nuova viabilità carrabile Riol a ovest.

Die Gesamtlänge des neuen Rad- und Fußgängerwegs beträgt ca. 55 m.

La lunghezza complessiva della nuova viabilità ciclopedonale è di ca. 55 m.

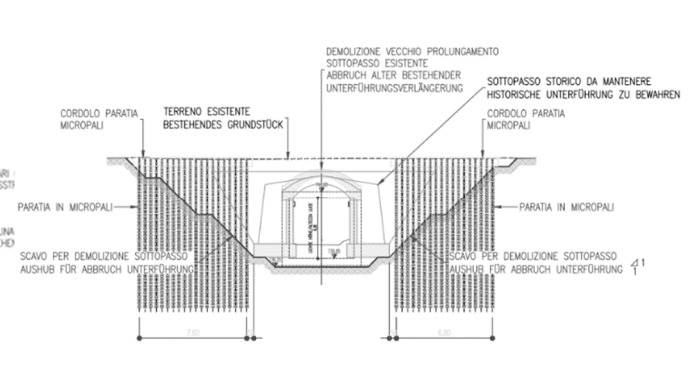
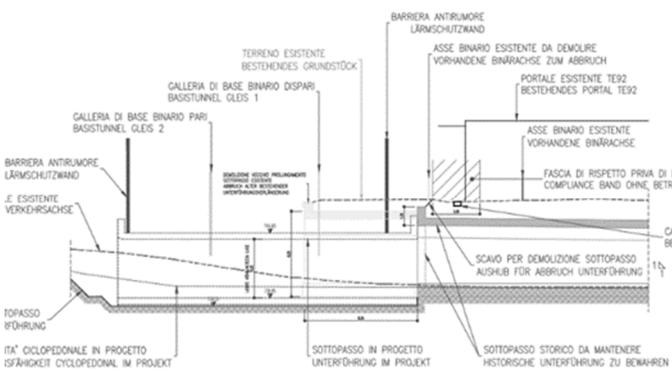
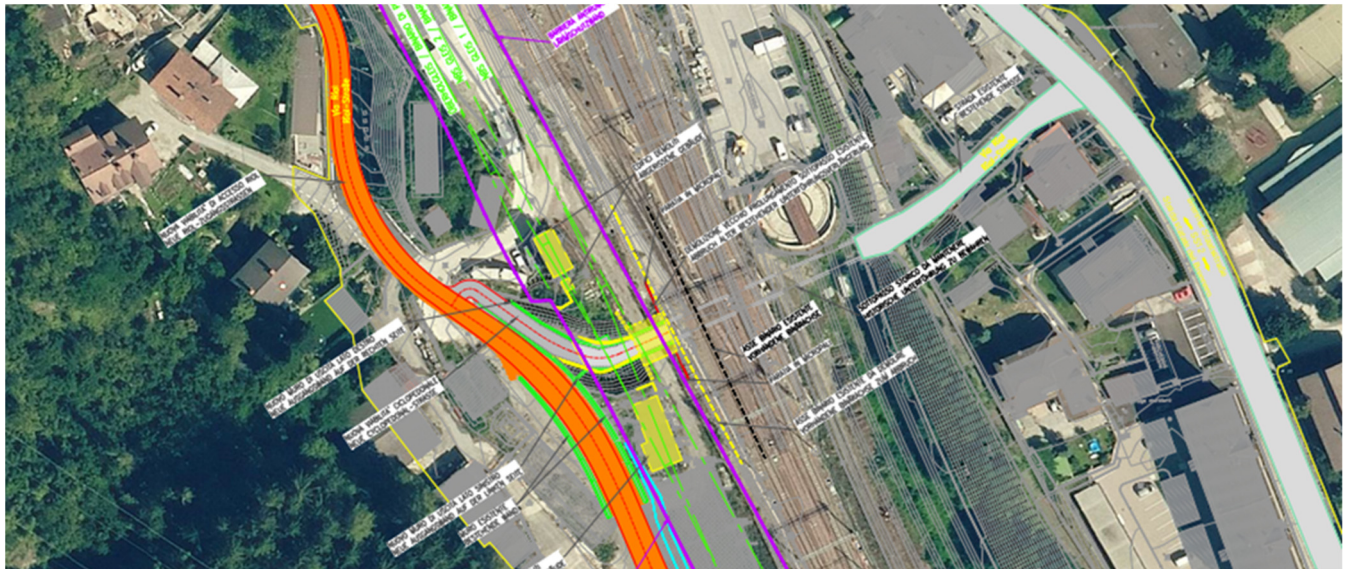


Abbildung 1 - Lage der neuen Rad-/Fußgängerunterführung und Projektlängsschnitt

Illustrazione 1 – Ubicazione del nuovo sottovia ciclopedonale e sezione longitudinale di progetto

4 UNTERSUCHUNGEN

Die vorbereitende geognostische Untersuchung zur Identifizierung der geologischen Merkmale des Untergrunds für die Rekonstruktion des geologischen Referenzmodells wurde in mehreren Phasen durchgeführt, wobei sowohl direkte als auch indirekte Untersuchungen vorgenommen wurden.

Folglich werden die zwischen 1988 und 2022 durchgeführten Erhebungen berichtet.

4.1 INDIREKTE UNTERSUCHUNGEN

4.1.1 Geognostische Bohrungen

Im gesamten Projektgebiet des Bahnhofes Franzensfeste wurden insgesamt 12 kontinuierliche geognostische Kernbohrungen mit SPT- und Lefranc-Durchlässigkeitsprüfungen sowie die Installation piezometrischer Rohrleitungen zur Grundwasserüberwachung durchgeführt, die in vier separate Kampagnen unterteilt sind:

- 3 Bohrungen im Jahr 1988 im Auftrag der RFI durchgeführt
- 2 Bohrungen im Jahr 2005 im Auftrag der BBT durchgeführt
- 5 Bohrungen im Jahr 2009 im Auftrag der BBT durchgeführt
- 5 Bohrungen im Jahr 2012 im Auftrag der Italferr durchgeführt
- 1 Bohrungen im Jahr 2022 im Auftrag der BBT durchgeführt

Für die Definition des geologischen und hydrogeologischen Modells des Bereichs, in dem die Verlängerung der Fußgänger- und Radunterführung errichtet werden soll, wurden die folgenden Bohrungen untersucht:

- Bohrung PZ03 - BBT
- Bohrung C1 – Italferr
- Bohrung Fo-B-45/22– BBT

4 INDAGINI

L'indagine geognostica propedeutica per l'individuazione delle caratteristiche geologiche del sottosuolo al fine di ricostruire il modello geologico di riferimento si è svolta su più fasi eseguendo indagini sia dirette che indirette.

Di seguito sono riportate le indagini condotte tra gli anni 1988 e 2022.

4.1 INDAGINI DIRETTE

4.1.1 Sondaggi geognostici

In tutto l'areale di progetto della stazione di Fortezza sono stati eseguiti un totale di 12 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prove SPT e di permeabilità Lefranc ed installazione di tubazione piezometrica per il monitoraggio della falda, che sono di seguito suddivisi in quattro campagne distinte:

- 3 sondaggi eseguiti nel 1988 per conto di RFI
- 2 sondaggi eseguiti nel 2005 per conto di BBT
- 5 sondaggi eseguiti nel 2009 per conto di BBT
- 7 sondaggi eseguiti nel 2012 per conto di Italferr
- 1 sondaggi eseguiti nel 2022 per conto di BBT

Per la definizione del modello geologico ed idrogeologico del settore in cui verrà realizzato il prolungamento del sottopasso ciclopedonale, sono stati presi in esame i seguenti sondaggi:

- Sondaggio PZ03 - BBT
- Sondaggio C1 - Italferr
- Sondaggio Fo-B-45/22 – BBT

Alle Bohrungen erfolgten im Durchlaufverfahren und in Tiefen zwischen 20 und 30 m durchgeführt.

Tutti sono stati eseguiti a carotaggio continuo e spinti a profondità variabili dai 10m ai 40 m.

Stratigraphische Berichte sind im Referenzdokument 02-H81-AF-001-RT0-D1538-01030-01 zu finden.

I report stratigrafici sono consultabili nel documento di riferimento 02-H81-AF-001-RT0-D1538-01033-01.

4.1.2 Umweltgräben und Piezometer

4.1.2 Trincee e piezometri ambientali

Zur Bestimmung der Umweltmerkmale des Untergrunds wurden 2015 und 2021 Umweltuntersuchungskampagnen durchgeführt.

Per la definizione delle caratteristiche ambientali del sottosuolo, nel corso del 2015 e del 2021 sono state eseguite delle campagne di indagine ambientale.

Die Kampagne 2015 umfasste 15 Probenahmen mit Analysen an den Bahndämmen (M1-M15), 53 Gräben mit Analysen (T1-T54) und 2 Piezometern für Wassermonitoring.

La campagna 2015 ha previsto 15 prelievi con analisi dalle massicciate ferroviarie (M1-M15), la realizzazione di 53 trincee con relative analisi (T1-T54), e l'installazione di 2 piezometri per il campionamento dell'acqua di falda.

Die Kampagne 2021 umfasste 13 Probenahmen mit Analysen an den Bahndämmen (M16-M26), 42 Gräben mit Analysen (T55-T96) und die Installation von 2 Piezometern (Pz2bis und Pz3) in 40 m Tiefe.

La campagna 2021 ha previsto 13 prelievi con analisi dalle massicciate ferroviarie (M16-M26), la realizzazione di 42 trincee con relative analisi (T55-T96), e l'installazione di 2 piezometri (Pz2bis e Pz3) profondi 40 m.

Im konkreten Fall des Fußgängerunterführung Riolstraße wird auf die Gräben T7, T8, T93, T94 und T96 verwiesen.

Nel caso specifico del sottovia ciclopedonale si farà riferimento alle trincee T7, T8, T93, T94 e T96.

4.2 INDIREKTE UNTERSUCHUNGEN

4.2 INDAGINI INDIRETTE

4.2.1 Seismizität

4.2.1 Sismica

Unter Bezugnahme auf frühere Arbeiten (Rel. 02-H81-MA-2GH8AF001-GTB-D0932-00201-02) wird über die im Untersuchungsgebiet durchgeführten geophysikalischen Untersuchungen berichtet. Es wurden hauptsächlich Profile an den Talrändern erstellt, um Informationen über die Entwicklung des Untergrunds zu erhalten, und es wurden auch passive seismische Untersuchungen durchgeführt, um die Häufigkeit des Standorts zu bestimmen und die Arbeiten aus seismischer Sicht zu charakterisieren.

Con riferimento ai lavori precedenti (Rel. 02-H81-MA-2GH8AF001-GTB-D0932-00201-02), si riportano le indagini geofisiche eseguite nell'area di studio. I profili sono stati realizzati principalmente ai margini della valle per ottenere informazioni sull'andamento del substrato e sono stati inoltre eseguiti rilievi sismici passivi per determinare la frequenza di sito e caratterizzare le opere dal punto di vista sismico.

Die folgenden Tests wurden während der geognostischen Kampagne 2014 durchgeführt:

Nel corso della campagna geognostica del 2014 sono state le seguenti prove:

- 4 Reflektionsseismische Tomographien (Vp e Vs);
- 11 passive seismische HVSR-Untersuchungen;

- 4 tomografie sismiche a rifrazione (Vp e Vs);
- 11 indagini sismiche passive HVSR;

Zwei HVSR (H2 und H3) und die refraktionsseismische Linie L1 werden für die Charakterisierung des

Per la caratterizzazione del sottosuolo dell'area di realizzazione del cunicolo di drenaggio del Rio Riol, delle

Untergrundes im Bereich des Rioler Entwässerungsstollens herangezogen.

prove elencate, verranno prese in esame due HVSR (H2 e H3) e la linea sismica a rifrazione L1.

Die Lage und Beschreibung der geognostischen Untersuchungen für die Projektarbeiten sind in der nachstehenden Abbildung und in den beigefügten Tabellen (Ref. Nr. 02-H81-AF-002-RT0-D1538-02028-01) dargestellt.

L'ubicazione e la descrizione delle indagini geognostiche di riferimento per l'opera di progetto sono riportate nella figura seguente e nelle tavole allegate (Rif.n. 02-H81-AF-002-RT0-D1538-02028-01).

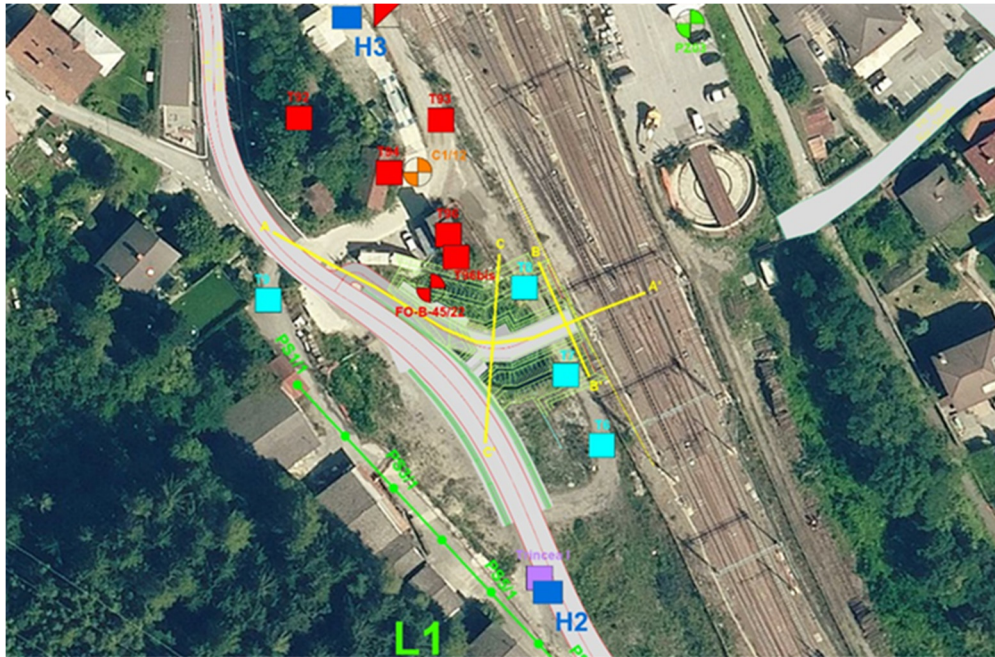


Abbildung 2 – Planimetrie mit Lage der geognostischen Untersuchungen

Illustrazione 2 – Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche

5 ZUSAMMENFASSUNG DES GEOLOGISCHEN REFERENZMODELLS

Auf der Grundlage der Ergebnisse der direkten geognostischen Untersuchungen und der durchgeführten Erhebungen wurde das geologische Referenzmodell (02-H81-AF-002-3A9-D1538-02027-00) rekonstruiert; ein Auszug ist in Abbildung 3 dargestellt.

5 SINTESI MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Sulla base degli esiti delle indagini geognostiche dirette e i rilievi eseguiti è stato ricostruito il modello geologico di riferimento progettuale (02-H81-AF-002-3A9-D1538-02027-00) in figura 3 si riporta un estratto.

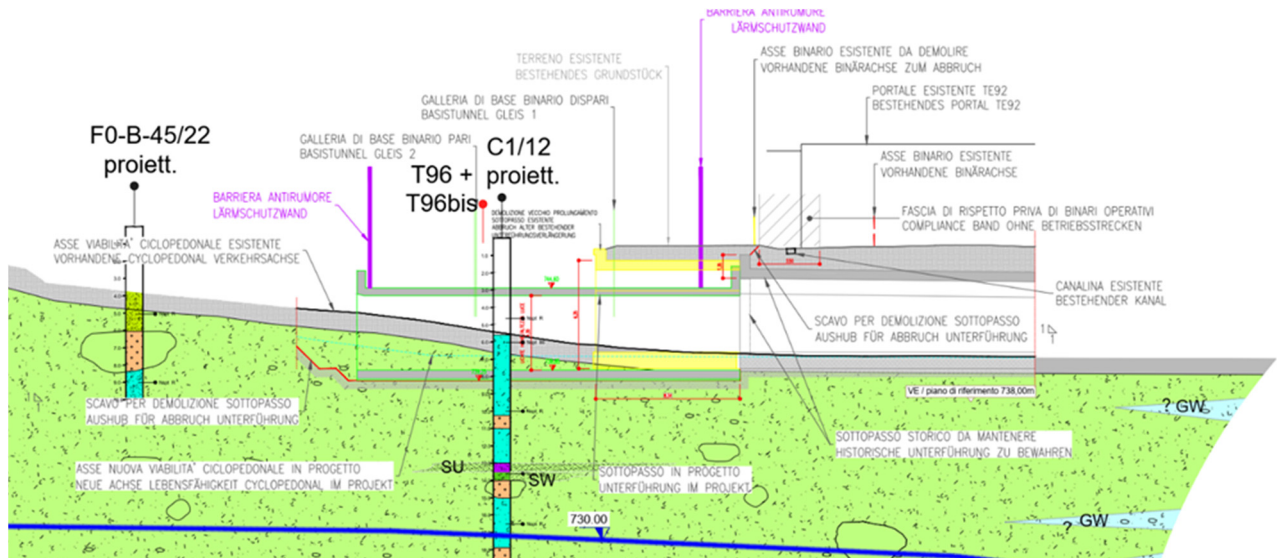


Abbildung 3 – Geologisches Modell – siehe Plan 02-H81-AF-002-3A9-D1538-02027-01

Illustrazione 3 – Modello geologico di riferimento - vedi tavola 02-H81-AF-002-3A9-D1538-02027-01

Die neue Rad- und Fußgängerunterführung in der Rioler Straße hat Auswirkungen auf die Auffüllung des Eisacktals, das aus Ablagerungen aus dem Quartär mit unterschiedlicher Mächtigkeit und Zusammensetzung besteht.

Il nuovo sottovia ciclopedonale di via Rioler interessa il riempimento della valle dell'Isarco costituito da depositi quaternari con spessori e composizione differenti.

Die geologisch-hydrogeologische Struktur des für die geplanten Arbeiten bedeutsamen Geländes umfasst hauptsächlich das Vorhandensein von:

L'assetto geologico – idrogeologico del volume di terreno significativo per le opere previste prevede principalmente la presenza di:

- Heterogene anthropogene kiesig-sandige Aufschüttungen
- Überwiegend kiesig -sandige Murenablagerungen mit weit verbreitetem Vorkommen von Granitblöcken
- Der Grundwasserspiegel liegt in einer durchschnittlichen Tiefe von etwa 10 bis 15 m über dem Boden. Er befindet sich im Allgemeinen in Höhenlagen, die mit dem
- Depositi di riporto antropici eterogenei ghiaioso – sabbioso
- Depositi da debris flow prevalentemente ghiaioso – sabbiosi con diffusa presenza di blocchi granitici
- Falda freatica a profondità media a circa 10 -15 m da piano campagna. Generalmente si presenta a quote compatibili con equilibrio idraulico con l'alveo dell'Isarco.

hydraulischen Gleichgewicht des Eisacks
vereinbar sind.

- Mittlere bis hohe Bodendurchlässigkeit
- Grado di permeabilità dei terreni medio – alto.

6 GEOTECHNISCHES MODELL

Für die Charakterisierung der im Hauptteil der Arbeit vorkommenden Lockergesteine wurde auf frühere Arbeiten zurückgegriffen, bei denen Festigkeits- und Verformungsparameter durch Laborversuche bestimmt wurden.

Die Ergebnisse der Charakterisierung sind in dem von SET Srl im Rahmen des Vertrags D0139 erstellten Bericht und in dem von GDP erstellten Bericht (Vertrag D0932) dargelegt, die als Referenzquellen dienen.

Auf der Grundlage der stratigraphischen Protokolle der Sondierungen, die in der Nähe der Projektarbeiten in den Kampagnen 1988 (RFI), 2009 und 2022 (BBT) durchgeführt wurden, wurden die verschiedenen geotechnischen Referenzeinheiten identifiziert und definiert.

Die stratigraphischen Säulen der genannten Bohrungen sind im spezifischen Anhang aufgeführt (Dok. 02-H81-AF-002-RT0-D1538-02028-00).

Für die anthropogenen Auffüllungsböden wurden zunächst die Ergebnisse geotechnischer Untersuchungen an der Bodenmatrix aus Sondiergräben untersucht, die guten geotechnischen Parameter am ehemaligen Karpatendamm lieferten. Da im Projektgebiet keine Vergleichsproben entnommen wurden, haben wir uns für vorsichtigeren Werte entschieden, wie dies auch in früheren Arbeiten, die als Referenz herangezogen werden, geschehen ist.

6.1 GEOTECHNISCHE EINHEITEN

Die geotechnischen Einheiten wurden nach der deutschen Norm DIN 18196 definiert, wie dies auch im Rahmen der Verträge D0139 und D0932 geschehen ist.

Die geotechnischen Einheiten für das Projektgebiet sind folglich beschrieben:

- R: heterogene anthropogene Deponieablagerungen, die in ihrer Korngröße von schluffigen Sanden bis zu Kiesen und Blöcken in einer schluffig-sandigen Matrix variieren

6 MODELLO GEOTECNICO

Per la caratterizzazione dei terreni sciolti presenti nel volume significativo dell'opera si è fatto riferimento a lavori pregressi su cui, tramite prove di laboratorio, sono stati definiti i parametri di resistenza e deformabilità.

I risultati della caratterizzazione sono riportati nella relazione redatta dalla SET Srl nell'ambito del contratto D0139 e nella relazione redatta da GDP (contratto D0932) che si assumono come fonte di riferimento.

Sulla base dei log stratigrafici dei sondaggi realizzati in prossimità dell'opera di progetto nelle campagne 2012 (Italferr), 2021 e 2022 (BBT) sono state individuate e definite le diverse unità geotecniche di riferimento.

Le colonne stratigrafiche dei sondaggi citati sono riportati nell'allegato specifico (doc. 02-H81-AF-002-RT0-D1538-02028-00).

Per i terreni di riporto antropico in prima battuta sono stati esaminati i risultati delle prove geotecniche su matrice di terreno prelevato da trincee esplorative che, in corrispondenza del rilevato ex scalo Carpazi, hanno fornito parametri geotecnici buoni. Poiché non sono state prelevati campioni di confronto nell'area di progetto, si è optato per valori più cautelativi, così come fatto anche nei precedenti lavori che si assumono come riferimento.

6.1 UNITA' GEOTENICHE

Le unità geotecniche sono state definite secondo la normativa Tedesca DIN 18196, così come fatto nell'ambito dei contratti D0139 e D0932.

Di seguito sono elencate le unità geotecniche per l'area di progetto:

- R: depositi di riporto antropico eterogenei, con granulometria variabile da sabbie limose a ghiaie e blocchi in matrice sabbioso limosa

- GE: überwiegend Kies, Kiesel und Blöcke mit untergeordneter sandiger oder sandig-schluffiger Matrix, manchmal fehlend.
- GW: überwiegend sandige Kiese
- SW: überwiegend kiesige Sande
- SE: überwiegend Sande und untergeordnete schluffige Sande
- SU: überwiegend schluffige Sande. Lokalisierte Einheit und nicht weit verbreitet.
- GE: prevalentia ghiaie, ciottoli e blocchi con subordinata matrice sabbiosa o sabbioso – limosa, talvolta assente.
- GW: prevalentia ghiaie sabbiose
- SW: prevalentia sabbie ghiaiose
- SE: prevalentia sabbie e subordinate sabbie limose
- SU: prevalentia sabbie limose. Unità molto localizzata e poco diffusa.

Insgesamt handelt es sich um körnige Böden mit einem minimalen Anteil an feiner Schlufffraktion. Das wichtigste Merkmal, auch für Bauzwecke, ist das weit verbreitete Vorkommen von Granitblöcken und -funde.

Complessivamente si tratta di terreni granulari con minima presenza di frazione fine limosa. La caratteristica più importante anche ai fini costruttivi è la presenza diffusa di blocchi e trovanti granitici:

6.2 ERGEBNISSE GEOTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN

6.2 RISULTATI PROVE GEOTECNICHE

Einzelheiten zu den durchgeführten geotechnischen Untersuchungen finden Sie in der Beschreibung in Kapitel 4.

Per i dettagli delle indagini geotecniche eseguite si rimanda a quanto descritto nel Cap. 4.

6.2.1 Auswertung von STP-Tests

6.2.2 Interpretazione prove SPT

Der SPT (Standard Penetration Test) ist in der A.S.T.M. Designation D 4633-86 kodifiziert. Der Wert der relativen Dichte wird auf der Grundlage der NSPT-Werte und des vertikalen effektiven geostatischen Drucks 'vo' berechnet. In Bezug auf die geognostischen Kampagnen 2012, 2021 und 2022, die insgesamt 3 kontinuierliche Kernbohrungen vorsahen, deckten die SPT-Tests, die in drei Bohrungen durchgeführt wurden, die verschiedenen identifizierten Einheiten ab und lieferten die folgenden Ergebnisse

La prova SPT (standard penetration test) è codificata dalla norma A.S.T.M. Designation D 4633-86. Il valore della densità relativa è calcolato sulla base dei valori di NSPT e della pressione geostatica verticale efficace σ'_{vo} . Con riferimento alle campagne geognostiche del 2012, 2021 e del 2022 che hanno previsto un totale di n. 3 sondaggi a carotaggio continuo, le prove SPT eseguite nei fori di sondaggio hanno interessato le diverse unità individuate e hanno fornito i seguenti risultati

Bohrung C1 - 2012:

Sondaggio C1 - 2012

Profondità / Tiefe m	Standard Penetration Test			N _{SPT}
	N15	N20	N45	
4.50	R	-	-	R
6.00	28	40	46	86
10.00	R	-	-	R
13.50	9	16	24	40
16.50	R	-	-	R
23.00	R	-	-	R
26.50	12	28	42	70
33.00	5	28	26	54
36.00	13	23	29	52

Bohrung PZ03 - 2021

Sondaggio PZ03 - 2021:

Profondità / Tiefe m	Standard Penetration Test			N _{SPT}
	N15	N20	N45	
3.00	2	4	5	9
6.00	4	5	30	35
9.00	R	-	-	R
12.00	12	50	R	R
15.00	R	-	-	R
18.00	R	-	-	R
24.00	20	27	32	59
27.00	15	50	R	R
30.00	R	-	-	R
33.00	15	22	28	50
36.00	6	18	32	50
39.00	39	35	R	R

Bohrung Fo-B-45/22:

Sondaggio Fo-B-45/22:

Profondità / Tiefe m	Standard Penetration Test			N _{SPT}
	N15	N20	N45	
5.00	23	R	-	R
9.00	R	-	-	R

Wie die Ergebnisse zeigen, ergaben die SPT-Tests immer Werte von mehr als 50 Schlägen oder Verwerfungen (NSPT > 100 Gew./Gew.), was auf Böden mit körnigem Charakter (Kiese, Gerölle und granitische Ablagerungen) hinweist, die die Einheit A (Murgangablagerungen) und die Einheit B (alluviale/torrentiale Ablagerungen) charakterisieren. Die hohen Werte, die in den Abschnitten gemessen wurden, in denen eine Penetration stattgefunden hat (einschließlich der ersten 15 cm), weisen daher auf eine sehr verdickte Matrix mit hohen geotechnischen Eigenschaften hin.

Come mostrato dai risultati, le prove SPT hanno dato quasi sempre valori superiori a 50 colpi o a rifiuto (NSPT > 100 c/p), indice di terreni di natura granulare (ghiaie, ciottoli e trovanti granitici) che caratterizzano l'unità A (depositi da debris flow) e l'unità B (depositi alluvionali/torrentizi). Di conseguenza, i valori elevati misurati riferiti ai tratti in cui c'è stata penetrazione (compresi i 15 cm iniziali) evidenziano una matrice molto addensata e di caratteristiche geotecniche elevate.

Auf der Ebene der Parametrisierung ist es aufgrund der Gesamtheit der SPT-Verwerfungswerte nicht möglich, die Festigkeits- und Verformungsparameter der identifizierten geotechnischen Einheiten durch Korrelationen zu bestimmen. Daher wird auf die Definitionen früherer Arbeiten und auf die Lithostratigraphie der geognostischen Untersuchungen der Kampagnen 2012, 2021 und 2022 Bezug genommen.

A livello di parametrizzazione, la quasi totalità dei valori di SPT a rifiuto non consente di determinare tramite correlazioni i parametri di resistenza e deformabilità delle unità geotecniche individuate. Pertanto, si farà riferimento a quanto definito nei precedenti lavori e alla litostratigrafica riscontrata sui sondaggi geognostici delle campagne del 2012, 2021 e del 2022.

6.3 GEOTECHNISCHE PARAMETRISIERUNG

6.3 PARAMETRAZIONE GEOTECNICA

Auf der Grundlage der in den vorigen Kapiteln berichteten Ausarbeitungen und unter Bezugnahme auf die in Abbildung 2 und in der Referenztabelle dargestellte

Sulla base delle elaborazioni riportate nei capitoli precedenti, con riferimento all'assetto litostratigrafico riportato in figura 2 e nella tavola di riferimento, si riporta

lithostratigrafische Struktur wird der zusammenfassende Rahmen des für das Gebiet erstellten geotechnischen Modells auf der Grundlage der durchgeführten direkten Untersuchungen und der zitierten früheren Arbeiten dargestellt. Die auf stratigraphischer Basis ermittelten homogenen Einheiten sind auch für die geotechnische Modellierung von Bedeutung.

il quadro di sintesi del modello geotecnico ricavato per l'area, sulla base delle indagini dirette realizzate e i lavori progressi citati. Le unità omogenee così come individuate su base stratigrafica assumono rilevanza anche per la modellazione geotecnica.

Unità geotecnica/ Geotechnische Einheit	Peso di volume/ Wichte erdfeucht (kN/mc)	Angolo di attrito interno/ Innerer Reibungs Winkel (°)	Coesione drenata/ Kohäsion drainert kPa	Coesione non drenata/ Kohäsion undrainert kPa	Modulo di Young/ Young Modul MPa
R	17-18	28 - 30	0	-	20-50
SE	19	35 - 37.5	0	-	30-100
SU	22	27.5	5	40	30-60
SW	20	35 - 37.5	0	-	30-200
GW	22	35	0	-	60-250
GE	20	35 - 37.5	0	-	60-250

Die in der Tabelle definierten Parameter können zur Vereinfachung des geotechnischen Modells auf die geologischen Referenzeinheiten übertragen werden (Übertrag R, Murgang A und Alluvionenablagerungen B)

I parametri definiti in tabella, al fine di semplificare il modello geotecnico, possono essere riportati alle unità geologiche di riferimento (riporto R, debris flow DF e depositi alluvionali AL)

Unità geotecnica /Geotechnische Einheit	Peso di volume Wichte erdfeucht (kNmc)	Angolo di attrito interno / Reibungs Winkel (°)	Coesione drenata / Kohäsion drainert kPa	Modulo di Young / Yound Modul MPa
R	17.0 - 18.0	28° - 30°	0	20 - 50
DF	22.0	35°	0	60 - 250
AL	22.0	35°	0	60 - 250

Die durchschnittlichen geotechnischen Eigenschaften, die den geologischen Einheiten DF und AL zugeordnet sind, beziehen sich auf die Parametrisierung der geotechnischen Einheit GW (Schotter, Kiesel und vorherrschende Blöcke), die den Projektabschnitt charakterisiert.

Le caratteristiche geotecniche medie assegnate alle unità geologiche DF e AL fanno riferimento alla parametrizzazione dell'unità geotecnica GW (ghiaie, ciottoli e blocchi prevalenti) che caratterizza il tratto di progetto.

6.4 GEOTECHNISCH KRITISCHE PUNKTE

6.4 CRITICITA' GEOTECNICHE

Aus geotechnischer Sicht ergeben sich die kritischen Punkte für die Aushub- und Microtunneling-Phase aus dem Vorhandensein von Granitblöcken und -funde sowie dem Vorhandensein des Grundwasserspiegels. Diese Aspekte sind dem geologischen Bericht (Dok. 02-H81-AF-001-RT3-D1538-01021-01) entnommen.

Dal punto di vista geotecnico, le criticità rilevanti per la fase di scavo derivano dalla presenza di blocchi e trovanti granitici e dalla presenza della falda acquifera. Tali aspetti vengono ripresi dalla relazione geologica (doc. 02-H81-AF-002-RT3-D1538-02024-00).

Felsblöcken

Trovanti:

In Anbetracht der körnigen Beschaffenheit der Böden wirft das stratigrafische Schema keine besonderen Zweifel auf, abgesehen von denen, die sich auf den Anteil an Schutt und Kiesel beziehen, die bei der

Data la natura granulare dei terreni lo schema stratigrafico non genera particolari dubbi, se non quelli relativi alla percentuale di trovanti e ciottoli

Fachbereich: 02-GEOLOGIE, GEOTECHNIK, HYDROGEOLOGIE
Titel: **Geotechnischer Bericht**

Settore: 02-GEOLOGIA, GEOTECNICA, IDROGEOLOGIA
Titolo: **Relazione geotecnica**

Ausgrabung möglicherweise vorhanden waren (angenommener Prozentsatz ca. 35 %).

potenzialmente presenti durante le fasi di scavo (percentuale presunta ca. 35%).

Neutrales Druckregime:

Regime delle pressioni neutre:

Was die hydrogeologischen Aspekte anbelangt, so gibt es bei der Überwachung der bestehenden Piezometer derzeit keine Grundwasserspiegel in relevanten Höhen mit den geplanten Arbeiten. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass es bei Starkregenereignissen lokal zu Wasserzuflüssen im Zusammenhang mit der Anreicherung des Rioler Baches kommen kann, die zu starken Ausschlägen im flussaufwärts gelegenen Bereich führen können (siehe Piezometer Fo-B-50/22), die aber die geplanten Arbeiten nicht beeinträchtigen werden. Angesichts der geringen Größe des Anreicherungsgebiets und der Retentionsräume sind sie in jedem Fall sehr variabel und zeitlich begrenzt.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, con riferimento ai monitoraggi sui piezometri esistenti, attualmente non si registrano livelli di falda a quote rilevanti con le opere previste. Va tenuto comunque presente che possono manifestarsi, localmente, afflussi d'acqua associati alla ricarica del rio Riol nei periodi di intensa piovosità che possono portare a forti escursioni nella zona di monte (vedi piezometro Fo-B-50/22), ma che non andranno ad interferire con l'opera in progetto. Ad ogni modo, date le ridotte dimensioni della zona di ricarica e degli spazi di ritenzione, essi sono molto variabili e limitati nel tempo.

7 SICHERHEITSNACHWEISE

Die geplanten Arbeiten umfassen Aushubarbeiten für die Einbettung der neuen Unterführung, und die Stabilität der provisorischen Baugrubenwände betrifft nur den Ausgangsbereich der Unterführung selbst.. Die Aushubarbeiten werden eine maximale Höhe von ca. 5,0 m aufweisen und im Wesentlichen durch die physikalischen und mechanischen Eigenschaften der UNIT DF - Murgangablagerungen - bestimmt werden.

Die geotechnischen Eingangsparameter für die Standsicherheitsnachweise entsprechen den in Kapitel 6.3 genannten Parametern, wobei man sich für eher vorsorgliche Parameter entschieden hat. Da es sich um kurzfristige Ausgrabungsfronten handelt, die weniger als 2 Jahre dauern, kann auf eine Überprüfung unter seismischen Bedingungen verzichtet werden.

Nach den nationalen Vorschriften (Ministerialerlass vom 17. Januar 2018) die Bedingung: $E_d < R_d$, mit:

- E_d = Bemessungswert der Einwirkung
- R_d = Bemessungswert des Bodenwiderstandes

Die Nachweise müssen nach Ansatz1-Kombination2 durchgeführt werden: (A2+M2+R2). Nach der Norm ist das Gewicht der Volumeneinheit der potenziell instabilen Masse mit dem Koeffizienten $A_2 \gamma_{G1} = 1,0$ zu multiplizieren. Die physikalisch-mechanischen Parameter sind gemäß der nachstehenden Tabelle zu reduzieren.

PARAMETRO	GRANDEZZA DA RIDURRE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	γ_M γ_ϕ	1.25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	γ_c	1.25
<i>Peso di volume</i>	γ	γ_γ	1.0

Für den Sicherheitsnachweis von Abbauf lächen wird der Koeffizient

$$R_2 = \gamma_R = 1.1$$

Die Nachweise werden anhand des folgenden Abakusdiagramms Nr. 1 von HOEK und BRAY durchgeführt, das speziell für die Stabilitätsbeurteilung

7 VERIFICHE DI SICUREZZA

Le opere previste prevedono scavi per l'incassamento del nuovo sottoattraversamento e la stabilità dei fronti di scavo provvisori riguarderà esclusivamente l'area di uscita del sottoattraversamento stesso. Gli scavi interesseranno un'altezza massima pari a ca. 5,0 m e sarà sostanzialmente governata dalle caratteristiche fisico meccaniche dell'UNITA' DF – depositi da debris flow.

I parametri geotecnici d'ingresso per le verifiche di stabilità sono quelli riportati al capitolo 6.3, optando per parametri più cautelativi. Trattandosi di fronti di scavo a breve termine, di durata inferiore a 2 anni, le verifiche in condizioni sismiche possono essere omesse.

Secondo la normativa nazionale (D.M. 17 gennaio 2018) deve essere rispettata la condizione: $E_d < R_d$, con:

- E_d = valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni.
- R_d = valore di progetto della resistenza del terreno.

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio1-Combinazione2: (A2+M2+R2). La normativa prevede che al peso dell'unità di volume della massa potenzialmente instabile vada applicato il coefficiente $A_2 \gamma_{G1} = 1.0$. I parametri fisico meccanici vanno ridotti secondo la tabella di seguito riportata.

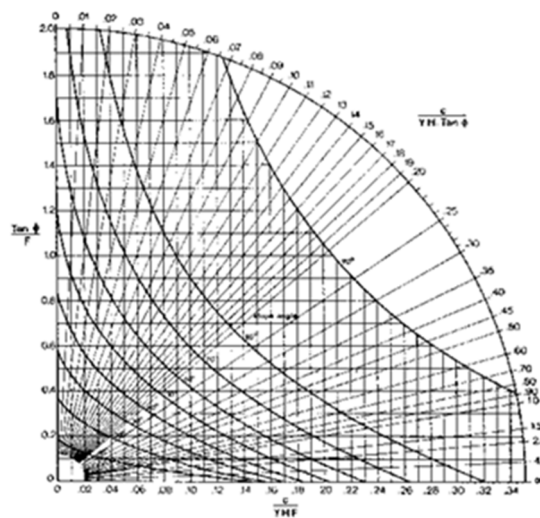
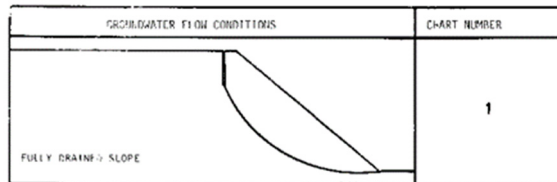
Per le verifiche di sicurezza dei fronti scavo il coefficiente

$$R_2 = \gamma_R = 1.1$$

Le verifiche vengono eseguite utilizzando l'abaco di HOEK e BRAY schema n°1 di seguito, specifico per valutazioni di stabilità di fronti scavo, con estradosso sub-

von Baugrubenwänden mit nicht ebener Überhöhung, ohne Filterung und ohne Randüberlastungen gilt. Im Abakus werden die reduzierten physikalisch-mechanischen Parameter eingeführt und der F-Koeffizient nimmt den Wert R2 an.

pianeggiante, in assenza di filtrazione ed in assenza di sovraccarichi al contorno. Nell'abaco sono introdotti i parametri fisico meccanici ridotti ed il coefficiente F assume il valore R2.



Die Aushubböschung ist unter Einhaltung der oben genannten maximalen Profilwinkel der Aushubfronten von oben nach unten freizulegen, wobei darauf zu achten ist, dass die in der Schuttdecke befindlichen Felsbrocken oder großen Blöcke entfernt werden, wenn sie mehr als die Hälfte ihrer Höhe freiliegen.

Nel rispetto delle prescrizioni degli angoli di profilatura massima dei fronti di scavo sopra indicati, la scarpata di scavo dovrà essere messa a nudo da monte verso valle, avendo cura di rimuovere eventuali massi o blocchi di grandi dimensioni presenti all'interno della copertura detritica se esposti per più della metà della loro altezza.

Hmax	β
5.0 m	≤ 45°

8 SCHLUSSFOLGERUNG

Im Auftrag und im Namen des Auftraggebers BBT wurde dieser geotechnische Bericht erstellt, der sich auf den geologischen Bericht des endgültigen Projekts bezieht und Teil der letzten Phase der Planungstätigkeiten ist, die sich auf die Arbeiten beziehen, die mit dem Untergrund interagieren, und die notwendig sind, um die Ausführungsentscheidungen und geotechnischen Überprüfungen zu erreichen, die zur Unterstützung der vorläufigen und endgültigen Planungsphase gemäß dem Ministerialerlass vom 17.01.2018 gültig sind.

Diese Studie stützt sich auf die geologische Studie und die Daten der geognostischen und geotechnischen Untersuchungskampagne, die im Untersuchungsgebiet durchgeführt wurde, um das geotechnische Referenzmodell zu definieren.

Die Böden, die den größten Teil der Projektarbeiten ausmachen, bestehen hauptsächlich aus inkohärenten, grobkörnigen Ablagerungen, in denen Granitblöcke und -schichten mit einer Größe von einigen Dezimetern bis zu mehreren Metern weit verbreitet sind.

Insgesamt weisen die vorhandenen Böden gute geotechnische Eigenschaften auf, sowohl im Hinblick auf die Tragfähigkeit als auch auf mögliche Setzungen.

Die Aushubarbeiten sind gemäß Kapitel 7 durchzuführen.

Es wird empfohlen, während der Bauphase geologische Unterstützung in Anspruch zu nehmen, um die Übereinstimmung zwischen den Planungsannahmen und der tatsächlich beobachteten Situation zu überprüfen.

Das vorliegende Dokument wurde unter Einhaltung der Bestimmungen des Ministerialdekrets vom 17. Jänner 2018 „Technische Normen für den Bau“ erstellt und bezieht sich auf den geologischen Bericht Dok.Nr. 02-H81-AF-002-RT3-D1538-02024-02. Dieser geotechnische Bericht stellt die durchgeführten Untersuchungen dar und definiert die Charakterisierung und Modellierung des bedeutenden Bodenvolumens in Zusammenhang mit dem zu planenden Bauwerk. Dieser Bericht muss während der Ausführungsphase mit allen

8 CONCLUSIONI

Su incarico e per conto della committenza, BBT, è stata redatta la presente relazione geotecnica, che fa riferimento alla relazione geologica del progetto definitivo, e fa parte dell'ultima fase di attività progettuali relative alle opere interagenti con il sottosuolo, necessarie per giungere alle scelte esecutive e alle verifiche geotecniche, valide per supportare la fase di progetto preliminare e definitivo, di cui al D.M. 17.01.2018.

Il presente studio si basa sullo studio geologico e sui dati provenienti dalla campagna di indagine geognostica e geotecnica condotta all'interno dell'area in esame, finalizzata alla definizione del modello geotecnico di riferimento.

I terreni costituenti il volume significativo delle opere in progetto sono rappresentati prevalentemente da depositi granulari grossolane incoerenti con presenza diffusa di blocchi e trovanti granitici con dimensione variabile da qualche decimetro ad alcuni metri.

Complessivamente i terreni presenti mostrano buone caratteristiche geotecniche, sia per la capacità portante che per quanto riguarda i possibili cedimenti.

Gli scavi andranno realizzati secondo le modalità indicate al cap.7.

Si raccomanda di adottare l'assistenza geologica in corso d'opera, per verificare la corrispondenza delle ipotesi di progetto e la reale situazione osservata.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni”, fa riferimento alla relazione geologica del progetto doc. n. 02-H81-AF-002-RT3-D1538-02024-02. La presente relazione geotecnica rappresenta le indagini eseguite e definisce la caratterizzazione e la modellazione del volume significativo di terreno riguardante l'opera oggetto di progettazione. Detta relazione dovrà essere integrata in fase esecutiva con tutte le previste verifiche della sicurezza e delle prestazioni di cui al capitolo 6.2.3. delle NTC.

**vorgesehenen Sicherheits- und Leistungskontrollen
gemäß Kapitel 6.2.3. der NTC ergänzt werden.**