



**AUSBAU
EISENBAHNACHSE
MÜNCHEN - VERONA**

**POTENZIAMENTO
ASSE FERROVIARIO
MONACO - VERONA**

**BRENNER
BASISTUNNEL**

**GALLERIA DI BASE
DEL BRENNERO**

**Fachbereich Geologie
/ Hydrogeologie**

**Settore Geologia
/ Idrogeologia**

Projekteinheit

Unità di progetto

Geologie-Geotechnik

Geologia-Geotecnica

Dokumentenart

Tipo Documento

Geologischer Technischer Bericht

Rapporto geologico-tecnico


Dokumenteninhalt

Contenuto documento

Rettungsstollen Tulfes Portalbereich

Zona portale del cunicolo di soccorso di
Tulfes

 in.ge.na. Ingenieurwesen • Geologie • Naturraumplanung	ZT Gesellschaft KG		DATUM / DATA	NAMEN / NOME
		Bearbeitet / elaborato	20.06.2012	LD/BE
		Gezeichnet / firmato	20.06.2012	BE
		Geprüft / verificato	-	-

 BBT Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE	Planfreigabe Planer Delibera progettista	Datum /data	Name / nome
	Planfreigabe Projektleitung Delibera direzione progetto	Datum /data	Name / nome

		Stand Dokument Stato documento		Zur Prüfung Projektleitung		
STAAT / STATO	LOS / LOTTO	Einheit Unità	Nummer Numero	Dokumentenart Tipo Documento	Vertrag / contratto	Fortl. Nummer / Numero progress. Revision Revisione
01	- GH1	- GG	- 001	GTB	D0499	- 00030 - 00

Bearbeitungsstand/Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
00	Erstversion / Prima Versione	Name / Nome	20.06.2012

1	ALLGEMEINES	5
1	GENERALITÀ.....	5
1.1	PROJEKTVERANLASSUNG	5
1.1	MOTIVO DEL PROGETTO	5
1.2	GRUNDLAGEN	5
1.2	BASI	5
1.3	GEOGRAFISCHE LAGE	7
1.3	POSIZIONE GEOGRAFICA.....	7
1.4	GELÄNDEAUFNAHMEN	7
1.4	RILIEVI DEL TERRENO	7
1.5	ERKUNDUNGEN	8
1.5	RILIEVI DEL TERRENO	8
2	GEOLOGISCHER ÜBERBLICK.....	9
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	9
3	BEFUND	10
3	REFERTO.....	10
3.1	ALLGEMEINES	10
3.1	GENERALITÀ.....	10
3.2	GELÄNDEBEGEHUNG.....	10
3.2	SOPRALLUOGO	10
3.3	GEOMORPHOLOGIE	13
3.3	GEOMORFOLOGIA.....	13
3.4	AUSWERTUNG DER ERKUNDUNGSSCHÜRFE	13
3.4	ANALISI DEGLI SCAVI ESPLORATIVI	13
3.5	AUSWERTUNG DER RAMMSONDIERUNGEN	14
3.5	ANALISI DEI SONDAGGI PENETROMETRICI.....	14
3.6	KERNBOHRUNG TU-B-01-05	16
3.6	CAROTAGGIO TU-B-01-05	16
3.7	KERNBOHRUNG KB1	17
3.7	CAROTAGGIO KB1	17
3.8	STOLLENAUFNAHMEN INNTALTUNNEL.....	17
3.8	RILIEVI DI SCAVO GALLERIA INNTAL	17

3.9	MÜNDLICHE MITTEILUNGEN	18
3.9	COMUNICAZIONI VERBALI	18
4	BEURTEILUNG	20
4	VALUTAZIONE.....	20
4.1	GEOLOGIE IM PORTALBEREICH.....	20
4.1	GEOLOGIA NELLA ZONA DEL PORTALE	20
4.2	HYDROGEOLOGIE IM PORTALBEREICH.....	21
4.2	IDROGEOLOGIA NELLA ZONA DEL PORTALE.....	21
4.3	GEOLOGISCHE RISIKEN	22
4.3	RISCHI GEOLOGICI	22
4.4	BAUGEOLOGISCHE BEURTEILUNG.....	22
4.4	VALUTAZIONE GEOLOGICA DI CANTIERE.....	22
4.4.1	Aushub und Einschnitte	23
4.4.1	Scavi e trincee.....	23
4.4.2	Baugrund	24
4.4.2	Terreno da costruzione	24
4.4.3	Geotechnische Parameter	25
4.4.3	Parametri geotecnici.....	25
4.4.4	Wiederverwertbarkeit des Materials.....	26
4.4.4	Riutilizzabilità del materiale.....	26
5	DOKUMENTATION DER SCHÜRFE.....	27
5	DOCUMENTAZIONE DEGLI SCAVI.....	27

ANHANG 1: in.ge.na. ZT-Ges. KG (2011) D0499-00031 Geologische Karte/Schnitt Portal Rettungstollen Tulfes

ALLEGATO 1: in.ge.na. ZT-Ges. KG (2011) D0499-00031 Carta geologica / sezione portale galleria di soccorso Tulfes

ANHANG 2: Versuchsanstalt für Baustoffe HTL Innsbruck (2011) Prüfbericht Rammsondierungen

ALLEGATO 2: Versuchsanstalt für Baustoffe HTL Innsbruck (2011) Relazione di prova sondaggi penetrometrici

1 ALLGEMEINES	1 GENERALITÀ
1.1 Projektveranlassung	1.1 Motivo del progetto
Die BBT-SE beabsichtigt im Rahmen des Projektes "Brenner Basistunnel" den Rettungstollen Tulfes zu erstellen. Für die geologisch-geotechnische Beurteilung der Gründungen und Hangeinschnitte des Portalbereiches wurde das Büro in.ge.na. – ZT-Ges. KG, Innsbruck beauftragt.	La BBT-Se nell'ambito del progetto "galleria di base del Brennero" intende realizzare la galleria di soccorso Tulfes. Lo studio in.ge.na. – ZT-Ges. KG, Innsbruck è stato incaricato della valutazione geologica - geotecnica delle fondazioni e scavi a trincea nel pendio della zona del portale.
1.2 Grundlagen	1.2 Basi
<ul style="list-style-type: none"> Mündliche Mitteilung durch Dr. Manfred Köhler (BEG) zur Hangsituation beim Bau des Nordportals des Inntaltunnels 	Comunicazione verbale tramite il Dr. Manfred Köhler (BEG) relativa alla situazione del pendio durante la costruzione del portale nord della galleria Inntal.
<ul style="list-style-type: none"> Büro Ingena ZT-Ges. KG (2011): Geologische Kartierung und Erhebungen im Portalbereich des Rettungstollen Tulfes 	Studio Ingena ZT-Ges. KG (2011): mappatura geologica e rilievi nella zona del portale della galleria di soccorso di Tulfes
<ul style="list-style-type: none"> Arge Außenanlage Fensterstollen Ampass 2011; vier Rammsondierungen (SRS) im Portalbereich 	Arge Außenanlage Fensterstollen Ampass 2011; quattro sondaggi penetrometrici (SRS) nella zona portale
<ul style="list-style-type: none"> Arge Außenanlage Fensterstollen Ampass 2011; zwei Schürfe im Portalbereich 	Arge Außenanlage Fensterstollen Ampass 2011; due scavi esplorativi nella zona del portale
<ul style="list-style-type: none"> ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00168 Baustelleneinrichtungsplan 	ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00168 progetto installazioni di cantiere
<ul style="list-style-type: none"> ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00184 Baustelleneinrichtung, Bauphase 3 und 4, Querschnitte 	ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00184 Installazioni di cantiere, fasi costruttive 3 e 4, sezioni
<ul style="list-style-type: none"> ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00053 Baustelleneinrichtung, Bauphasen 1 bis 3, Querschnitte 	ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00053 Installazioni di cantiere, fasi costruttive da 1 a 3, sezioni
<ul style="list-style-type: none"> ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00058 Baustelleneinrichtung, Bauphasen 1 bis 5, 	ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00058 Installazioni di cantiere, fasi costruttive da 1 a 5, pla-

Lageplan	nimetria
▪ ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00131 Bericht zur Geologie-Hydrogeologie-Geotechnik	ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00131 relazione geologia-idrogeologia-geotecnica
▪ ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00121 Geologische, geomorphologische, hydrogeologische Karte Tulfes	ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00121 mappa geologica, geomorfologica, idrogeologica di Tulfes
▪ ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00123 Geologische Profile Tulfes	ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00123 Sezioni geologiche di Tulfes
▪ ARGE Brenner Basistunnel – Erkundungsbohrung 2004 Wipptal (2005): Tu-B-01/05	ARGE Galleria di Base del Brennero – Sondaggi geognostici 2004 Wipptal (2005): Tu-B-01/05
▪ BBT-SE: LIE-3D-Gz11550b-BES-03 mit ALS vom 24.09.2010, Zusammenfassung Geländemodell BBT mit Laserscandaten des Landes Tirol	BBT-SE: LIE-3D-Gz11550b-BES-03 con ALS del 24.09.2010, riassunto modello del terreno BBT con dati scansione laser della provincia Tirolo
▪ GBA – Geofast 2008; geologische Karte Blatt 118 - Innsbruck (1:50.000)	GBA – Geofast 2008; carta geologica foglio 118 - Innsbruck (1:50.000)
▪ BBT/GeoTeam (2008): D0154-00045 Geologisch Tektonische Übersichtskarte 1:50.000, Lageplan G1.2C-01	BBT/GeoTeam (2008): D0154-00045 Carta d'insieme geologica tettonica 1:50.000, planimetria G1.2C-01
▪ Stingl V. & Rockenschaub M. (2005): Geologisch – hydrogeologischer Bericht, Interpretation, Aus- und Einarbeitung geologischer und hydrogeologischer Unterlagen, Tunnelplanung – Nachrüstung Umfahrung Innsbruck, Ausbau Eisenbahnachse München – Verona, Brenner Basistunnel Phase II, erstellt für BBT SE	Stingl, V. & Rockenschaub M. (2005): Relazione geologica – idrogeologica, interpretazione, studio e inserimento della documentazione geologica e idrogeologica, Progettazione della Galleria – Integrazione della Circonvallazione di Innsbruck, Rettifica dell'asse ferroviario Monaco – Verona, Galleria di Base del Brennero Fase II, redatto per Galleria di Base del Brennero
▪ Heißel, Werner (1954): Beiträge zur Quartärgeologie des Inntales, Jb. geol. B.-A. 97: 251–322	Heißel, Werner (1954): Contributi alla geologia quaternaria dell'Inntal, Jb. geol. B.-A. 97: 251–322
▪ tiris-Kartendienste: Laserscanning und Orthofotos (1970-2009)	tiris-Kartendienste: Scansione al laser e Ortofoto (1970-2009)
▪ Hettler, Achim, Univ. Prof. (2000): Gründung von Hochbauten; Ernst & Sohn-Verlag, Berlin	Hettler, Achim, Univ. Prof. (2000): Fondazioni di edifici, Ernst & Sohn-Verlag, Berlino

1.3 Geografische Lage	1.3 Posizione geografica
<p>Das Portal des Rettungstollens Tulfes liegt im Inntal, am Fuße eines steilen Nordabhangs, ca. 50 Meter westlich des Nordportals des Umfahrungstunnels Innsbruck und 70 Meter südlich der Inntalautobahn A12 (Abbildung 1).</p>	<p>Il portale del cunicolo di salvataggio di Tulfes si trova nella valle Inntal, posizionato ai piedi di un ripido pendio discendente a nord ca. 50 metri a ovest della galleria di circonvallazione di Innsbruck e 70 metri a sud dell' autostrada A12 (Abbildung 1)</p>
<div data-bbox="172 667 1453 1498" data-label="Image"> </div> <p>Abbildung 1: Lage des Portals – Rettungstollen Tulfes Immagine 1: Posizione del portale – cunicolo di soccorso Tulfes</p>	
1.4 Geländeaufnahmen	1.4 Rilievi del terreno
<p>Das Gelände im näheren Umfeld des geplanten Portals wurde im November 2011 vor Ort begangen um einen Überblick zu gewinnen. Der betroffene Bereich um das Portal ist dicht mit Vegetation bewachsen. Es konnten im näheren Umfeld der geplanten Baustelle keine Aufschlüsse beobachtet werden</p>	<p>Nel novembre del 2011 per avere una visione d'insieme è stato fatto un sopralluogo del terreno nei dintorni del portale. La zona interessata attorno al portale è ricoperta da una fitta vegetazione. In prossimità del cantiere in progetto non si sono potuti osservare affioramenti.</p>

1.5 Erkundungen	1.5 Rilievi del terreno
Ende November 2011 wurden vor Ort zwei Erkundungsschürfe im Bereich des Portals an der bestehenden Strasse durchgeführt und geologisch aufgenommen. Die Lage der Schürfe ist in Kapitel 5 (Abbildung 4) und im Anhang 1 (D0499-00031 Geologische Karte/Schnitt) dargestellt.	Fine novembre 2011 nella zona del portale presso la strada esistente sono stati eseguiti sul posto e rilevati geologicamente due scavi esplorativi. La posizione degli scavi è rappresentata nel capitolo 5 (immagine 4) e nell'allegato 1 (D0499-00031 carta geologica / sezione).
Ungefähr zeitgleich mit den Erkundungsschürfen wurden im selben Bereich 4 Rammsondierungen abgeteuft. Deren Lage findet sich zusammen mit den Schürfen in Abbildung 4 und im Anhang 2.	Circa contemporaneamente agli scavi esplorativi nella stessa zona sono stati fatti 4 sondaggi penetrometrici, la posizione dei quali è rappresentata, assieme a quella degli scavi, nell'immagine 4 e nell'allegato 2.

2 GEOLOGISCHER ÜBERBLICK	2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO
Das weitere Umfeld des Portals wird aus glazialen und postglazialen Sedimenten aufgebaut, welche Gesteine des Innsbrucker Quarzphyllitkomplexes (Quarzphyllite, Kalkmarmor, Chloritschiefer) mit wechselnder Mächtigkeit überlagern.	I dintorni più ampi del portale sono costituiti da sedimenti glaciali e postglaciali che sovrastano rocce del complesso di filladi quarzifere di Innsbruck (filladi quarzifere, marmo calcareo, cloritoscisto) di spessore variabile.
Auf der geologischen Karte (GBA_Geofast-Blatt 118 Innsbruck) sind im näheren Umfeld des Portals Terrassensedimente, Hangschutt und Moräne eingezeichnet.	Sulla carta geologica (GBA_Geofast-foglio 118 Innsbruck) nelle prossime vicinanze del portale sono segnati sedimenti terrazzati, detriti di falda e morene.

3 BEFUND	3 REFERTO
3.1 Allgemeines	3.1 Generalità
Die Beurteilung der geologischen Verhältnisse erfolgte auf Basis einer Geländebegehung, zweier Erkundungsschürfe, vier Rammsondierungen, der Auswertung bereits bestehender Karten und Berichte, einer mündlichen Mitteilung zur Hangsituation beim Bau des Nordportals des Inntaltunnels durch Dr. Manfred Köhler (BEG), sowie der sonstigen Literatur.	La valutazione delle condizioni geologiche è stata fatta in base ad un sopralluogo, due scavi esplorativi, quattro sondaggi penetrometrici, l'analisi di carte e relazioni già esistenti, una comunicazione verbale del Dr. Manfred Köhler (BEG) relativa alla situazione del pendio durante la costruzione del portale nord della galleria Inntal nonché di ulteriore letteratura.
3.2 Geländebegehung	3.2 Sopralluogo
Im unmittelbaren Portalbereich und auch in der näheren Umgebung fanden sich aufgrund des durchgehenden Bewuchses keine Aufschlüsse.	Nelle immediate vicinanze del portale e anche nei dintorni a causa della vegetazione continua non sono stati trovati affioramenti.
Direkt oberhalb von Schurf 1 (siehe geol. Karte in der Anlage) befindet sich ein kleiner, seitlich mit Natursteinen verbauter Entwässerungsgraben. Dieser wurde im Zuge der Bauarbeiten am Nordportal des Inntaltunnels errichtet um oberhalb anfallende Hangwässer abzuleiten. Ob der untere Teil des Grabens schon älter ist und hier schon früher in den unteren Hangbereichen Hangwässer ausgetreten sind, ist nicht bekannt.	Direttamente sopra lo scavo esplorativo 1 (vedi carta geologica allegata) si trova un piccolo canale di scolo delimitato lateralmente da pietre naturali. Questo è stato realizzato nel corso dei lavori di costruzione per il portale nord della galleria Inntal per deviare acque di pendio provenienti da sopra. Non è noto se la parte inferiore del canale è più vecchio e in questa zona nelle parti inferiori del pendio affioravano acque di pendio.
Unmittelbar östlich der bestehenden Bahnstrecke, bzw. ca. 200 m östlich des Rettungstollenportals wurde der Boden im Herbst 2011 im Zuge der Bauarbeiten zur Verbreiterung der Zufahrtstrasse ausgehoben. Hier wurde gerade ein Bodenaustausch vorgenommen bis ca. 1,3 m Tiefe unter GOK (= ca. 560 m), da hier mehrere dm- bis m-mächtige feinkörnige Schluff-Tongemische mit grobkörnigen, weitgestuften Sand-Kies-Stein-Gemischen (Abbildung 2	Immediatamente ad est della linea ferroviaria esistente e ca. 200m ad est del portale della galleria di soccorso nell'autunno 2011 nel corso dei lavori di costruzione della strada di accesso il terreno è stato scavato. Qui è stata appena realizzata una sostituzione del terreno fino a ca. 1,3m di profondità da e.d. terreno (=ca. 560m) dato che qui si alternano vari composti a grana fine limo-argillosi di spessore da decimetri a metri con composti a grana grossa di

und Abbildung 3) wechsellagern.	granulometria molto varia di sabbia-ghiaia-pietra (immagine 2 e immagine 3).
---------------------------------	--



Abbildung 2: Strassenaufschluss östlich des Inntaltunnels
Immagine 2: scavo in strada ad est della galleria Inntal

Die Schluff-Tongemische finden sich meist nur an der Basis des Grabens, da hier bereits für die bestehende Strasse ein Bodenaustausch durchgeführt wurde (siehe linke Grabenseite)

I composti limo-argillosi si trovano quasi solo alla base del canale, dato che qui è già stata fatta una sostituzione del terreno per la strada esistente (vedi parte a sinistra del canale)



Abbildung 3: Schluff-Tongemische mit grobkörniger Linse
Immagine 3: composti limo-argillosi con lente a granulometria grossa

3.3 Geomorphologie	3.3 Geomorfologia
Die Baumaßnahmen befinden sich am Fuß eines nordseitig ausgerichteten Hanges. Die durchschnittliche Hangneigung im Portalbereich beträgt ca. 30°. Ca. 20 Höhenmeter über der Portalsohle, oberhalb einer deutlichen Geländekante, legt sich der Hang auf ca. 15° Neigung zurück.	Il cantiere si trova ai piedi di un pendio esposto a nord. La pendenza media del pendio nella zona del portale è di ca. 30°. Ca. 20 m sopra la base del portale, sopra un marcato cambiamento di pendenza del terreno, la pendenza del pendio si riduce a ca. 15°.
Im Hang westlich oberhalb des geplanten Portals kommen mehrere kleinere Erosionstäler vor. Solche sind unmittelbar über den geplanten Bauwerken des Portals aber nicht ausgebildet. In der geologischen Karte der ARGE Bernard sind in dem Hangbereich ca. 70 m links und rechts der Tunnelachse des Rettungsstollens inaktive Abrisskanten eingezeichnet. Diese waren bei der Geländebegehung allerdings kaum auszumachen, mit Ausnahme bei den Erosionstälern, wo sie etwas deutlicher ausgeprägt sind.	Nel pendio ad ovest del portale in progetto si trovano alcune piccole valli erosive. Queste però non sono presenti immediatamente sopra le strutture del portale in progetto. Nella carta geologica della ARGE Bernard nella zona di pendio ca. 70m a sinistra e a destra dell'asse del portale sono segnati bordi di distacco inattivi. Questi durante il sopralluogo erano poco visibili, tranne che nei pressi delle valli erosive dove sono un po' più accentuati.
3.4 Auswertung der Erkundungsschürfe	3.4 Analisi degli scavi esplorativi
Schurf 1 wurde im Bereich der geplanten Traforäume, Schurf 2 im Bereich des geplanten Portals durchgeführt (Abbildung 4). Die Geländeoberkante der Schürfe lag bei ca. 567m, d.h. auf OK Strasse. In beiden Schürfen wurde unter einer ca. 40 cm mächtigen Humusschicht Moränenmaterial angetroffen. Dabei handelt es sich generell um unregelmäßig gelagerte, inhomogene und weitgestufte Schluff-Sand-Kies-Steingemische mit vereinzelt Blöcken. Die Komponenten bestehen aus kantengerundeten und gerundeten gebietsfremden Kristallingesteinen und Quarzphylliten. Zum Teil sind gekritzte Geschiebe zu beobachten. Die Matrix der Moränensedimente in beiden Schürfen war schluffig-sandig. Hinsichtlich der Feinteile der Moränensedimente konnten zwei	Lo scavo esplorativo 1 è stato eseguito nella zona dei vani trasformatore di progetto, lo scavo 2 nella zona del portale in progetto (immagine 4). Il bordo superiore degli scavi era a 567m, quindi all'e.d. della strada. In entrambi gli scavi sotto uno strato di humus di spessore ca. 40cm è stato ritrovato materiale di morena. Si tratta qui generalmente di composti depositati irregolarmente, non omogenei e di ampio fuso granulometrico di argilla-sabbia-ghiaia-pietra con singoli blocchi. I componenti constano di pietre cristalline arrotondate e con spigoli arrotondati non locali e filladi quarzifere. In parte si osservano materiali detritici solcati. La matrice dei sedimenti morenici in entrambi gli scavi era limosa-sabbiosa. Relativamente alle componenti fini dei sedimenti morenici pote-

<p>Typen unterschieden werden: ein Typ A, mit geschätztem Schluffanteil von 15-20% (Massenanteil an Gesamtmasse inkl. Grobkomponenten) und ein Typ B mit geschätztem Schluffanteil von 5%. In den Schürfen trat Typ B nur in einer ca. 1 m mächtigen Lage in Schurf 2 auf.</p> <p>Das Moränenmaterial kann an der Grenze zwischen bindig und nichtbindig eingestuft werden.</p>	<p>vano essere distinte due tipologie: un tipo A con componente limosa stimata di 15-20% (quota della massa complessiva incl. componenti grossolani) e un tipo B con componente limosa stimata di 5%. Negli scavi il tipo B è stato riscontrato solo in uno strato di spessore 1m nello scavo 2.</p> <p>Il materiale morenico può essere classificato al limite tra coesivo e non coesivo.</p>
<p>In beiden Schürfen war das Moränenmaterial generell erdfeucht. Einzelne Bereiche waren etwas stärker durchfeuchtet. Im Schurf 1 wurden in der Endtiefe bei 4,2 m unter GOK geringfügige Wasserzutritte ($<0,1\text{l/s}$) beobachtet (Abbildung 8).</p>	<p>Entrambi gli scavi esplorativi il materiale morenico avevano generalmente l'umidità del terreno. Alcune zone erano più inumidite. Nello scavo 1 alla profondità finale a 4,2m sotto il livello del suolo sono stati osservati piccoli afflussi di acqua ($<0,1\text{l/s}$) - immagine 8.</p>
<p>3.5 Auswertung der Rammsondierungen</p>	<p>3.5 Analisi dei sondaggi penetrometrici</p>
<p>Im Bereich zwischen Schurf 1 und Schurf 2 (d.h. entlang der bestehenden Strasse) wurden 4 Rammsondierungen (SRS1 - SRS4) abgeteuft (Abbildung 4). SRS 1 liegt bei Schurf 1, SRS 4 bei Schurf 2, SRS 2 und 3 liegen dazwischen.</p> <p>Die Geländeoberkante der Rammsondierungen lag bei ca. 567 m, d.h. auf OK Strasse.</p>	<p>Nel tratto tra gli scavi esplorativi 1 e 2 (cioè lungo la strada esistente) sono state eseguite 4 sondaggi penetrometrici (SRS1 - SRS4) - immagine 4. SRS1 si trova presso lo scavo esplorativo 1, SRS 4 presso lo scavo 2, SRS 2 e SRS 3 si trovano nel mezzo.</p> <p>L'estradosso del terreno dei sondaggi penetrometrici era a ca. 567m, cioè al livello della strada.</p>
<p>Bei den folgenden Angaben zur Lagerungsdichte, bzw. zur Konsistenz handelt es sich um eine Abschätzung und ungefähre Einteilung in Bereiche anhand der Schlagzahlen.</p> <p>Das Moränenmaterial liegt an der Grenze zwischen bindigen und nichtbindigen Böden. Genauer gesagt sind schluffdominierte Bereiche als bindig einzustufen, sand-kiesdominierte Bereiche als nichtbindig. Da davon ausgegangen werden muss, dass die Rammsondierungen beide Bodenarten durchörtert haben, werden im Folgenden die Schlagzahlen jeweils für nichtbindige Böden in Lagerungsdichten als auch</p>	<p>Le seguenti indicazioni di compattezza e consistenza sono stime e indicativa suddivisione in zone in base al numero di colpi.</p> <p>Il materiale morenico si colloca al confine tra terreno coesivo e non coesivo. Più precisamente zone con predominanza limosa sono da classificare come coesivi, zone a predominanza sabbiosa-ghiaiosa come non coesivi. Dato che si deve partire dal presupposto che i sondaggi penetrometrici hanno attraversato entrambi i tipi di terreno, in seguito il numero dei colpi verrà per terreni non coesivi convertito in compattezza ed in alternativa per terreni coesivi in consistenza.</p>

<p>alternativ dazu für bindige Böden in Konsistenzen umgerechnet.</p> <p>Die Umrechnung von Schlagzahlen auf die Lagerungsdichte erfolgt anhand der DIN 4094 für weitgestufte Sand-Kiesgemische über Grundwasser.</p> <p>Die Umrechnung von Schlagzahlen auf die Konsistenz erfolgt nach Hettler 82000), Tab. 2.4.</p> <p>Die Auswertung der Rammsondierungen (schwere Rammsonde) ergab eine mehr oder weniger kontinuierliche Zunahme der Lagerungsdichte, bzw. der Konsistenz mit der Tiefe. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Rammsondierungen deuten auf einen inhomogenen Untergrund hin, was für Moränenmaterial typisch ist. Bzgl. der Auswertung der Rammsondierung SRS1 wird davon ausgegangen, dass diese in, im Zuge des Baus des Inntaltunnels aufgeschütteten Sedimenten abgeteuft wurde.</p> <p><u>Beurteilung der Lagerungsdichten nach DIN4094:</u></p> <p>SRS1 - 0,0-0,8 m: sehr locker</p> <p>SRS1 - 2,0-9,0 m: locker</p> <p>SRS1 - 9,0-10,0 m: locker bis mitteldicht</p> <p>SRS2 - 0,0-1,4 m: sehr locker</p> <p>SRS2 - 1,4-4,5 m: locker</p> <p>SRS2 - 4,5-5,5 m: locker bis mitteldicht</p> <p>SRS2 - 5,5-9,1 m: mitteldicht</p> <p>SRS2 - 9,1-9,4 m: dicht</p> <p>SRS3 - 0,0-2,2 m: sehr locker</p> <p>SRS3 - 2,2-3,3 m: locker</p> <p>SRS3 - 3,3-6,3 m: locker bis mitteldicht</p> <p>SRS3 - 6,3-10,0 m: mitteldicht</p> <p>SRS4 - 0,0-4,0 m: sehr locker</p> <p>SRS4 - 4,0-7,6 m: locker</p> <p>SRS4 - 7,6-10,0 m: mitteldicht</p>	<p>La conversione del numero dei colpi in compattezza avviene secondo la DIN 4094 per misti sabbia e ghiaia ad ampio fuso granulometrico sopra falda.</p> <p>La conversione del numero di colpi in consistenza avviene secondo Hettler 82000), tab. 2.4.</p> <p>Dall'analisi dei sondaggi penetrometrici (sonda a percussione pesante) risulta un'aumento più o meno continuo della compattezza e della consistenza con la profondità. Le differenze tra i singoli sondaggi penetrometrici denotano un sottofondo non omogeneo, tipico per materiale morenico. Relativamente all'analisi del sondaggio penetrometrico SRS1 si suppone che questo è stato eseguito in Sedimenti depositati nel corso della costruzione della galleria Inntal.</p> <p><u>Valutazione delle compattezze secondo DIN 4094:</u></p> <p>SRS1 - 0,0-0,8 m: molto sciolto</p> <p>SRS1 - 2,0-9,0 m: sciolto</p> <p>SRS1 - 9,0-10,0 m: sciolto a mediamente addensato</p> <p>SRS2 - 0,0-1,4 m: molto sciolto</p> <p>SRS2 - 1,4-4,5 m: sciolto</p> <p>SRS2 - 4,5-5,5 m: sciolto a mediamente addensato</p> <p>SRS2 - 5,5-9,1 m: mediamente addensato</p> <p>SRS2 - 9,1-9,4 m: addensato</p> <p>SRS3 - 0,0-2,2 m: molto sciolto</p> <p>SRS3 - 2,2-3,3 m: sciolto</p> <p>SRS3 - 3,3-6,3 m: sciolto a mediamente addensato</p> <p>SRS3 - 6,3-10,0 m: mediamente addensato</p> <p>SRS4 - 0,0-4,0 m: molto sciolto</p> <p>SRS4 - 4,0-7,6 m: sciolto</p> <p>SRS4 - 7,6-10,0 m: mediamente addensato</p>
--	--

<p><u>Beurteilung der Konsistenzen nach Hettler (2000), Tab. 2.4</u></p> <p>SRS1 - 0,0-0,8 m: breiig SRS1 - 0,8-8,2 m: weich SRS1 - 8,2-10,0 m: steif</p> <p>SRS2 - 0,0-1,4 m: breiig SRS2 - 1,4-4,5 m: weich SRS2 - 4,5-5,5 m: steif SRS2 - 5,5-9,1 m: halbfest SRS2 - 9,1-9,4 m: fest</p> <p>SRS3 - 0,0-2,2 m: breiig SRS3 - 2,2-3,3: weich SRS3 - 3,3-6,3: steif SRS3 - 6,3-10,0: halbfest</p> <p>SRS4 - 0,0-4,0 m: breiig SRS4 - 4,0-6,4: weich SRS4 - 6,4-9,7: steif SRS4 - 9,7-10,0: halbfest</p>	<p><u>Valutazione delle consistenze secondo Hettler (2000), tab. 2.4</u></p> <p>SRS1 - 0,0-0,8 m: fluido-plastico SRS1 - 0,8-8,2 m: molle-plastico SRS1 - 9,0-10,0 m: plastico/solido-plastico</p> <p>SRS2 - 0,0-1,4 m: fluido-plastico SRS2 - 1,4-4,5 m: molle-plastico SRS2 - 4,5-5,5 m: plastico/solido-plastico SRS2 - 5,5-9,1 m: semisolido SRS2 - 9,1-9,4 m: solido</p> <p>SRS3 - 0,0-2,2 m: fluido-plastico SRS3 - 2,2-3,3: molle-plastico SRS3 - 3,3-6,3: plastico/solido-plastico SRS3 - 6,3-10,0: semisolido</p> <p>SRS4 - 0,0-4,0 m: fluido-plastico SRS4 - 4,0-6,4: molle-plastico SRS4 - 6,4-9,7: plastico/solido-plastico SRS4 - 9,7-10,0: semisolido</p>
<p>3.6 Kernbohrung Tu-B-01-05</p> <p>Die Kernbohrung Tu-B-01-05 wurde etwa 70 m südlich des geplanten Portals ca. auf der Achse des Rettungstollens abgeteuft.</p> <p>Die Geländeoberkante der Bohrung lag bei ca. 620 m auf einem Güterweg.</p> <p>Zusammenfassung der Ergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 620-592m: Kiese und Sande, gering schluffig • 592-586m: Feinsand, sehr schluffig 	<p>3.6 Carotaggio Tu-B-01-05</p> <p>Il carotaggio Tu-B-01-05 è stato eseguito ca. 70m a sud del portale in progetto, ca. sull'asse della galleria di soccorso.</p> <p>La quota del terreno nei pressi della perforazione era a 620 m su una stradina.</p> <p>Riassunto dei risultati:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 620-592m: ghiaie e sabbie, leggermente limose

<ul style="list-style-type: none"> • 592-573m: Kiese und Sande, schluffig • 573-568m: Sand, kiesig, schluffig • 568-566m: Kiese und Sande • 566-557m: Schluff, sandig, weiter unten kiesig • 557-550m: Kies und Sand, steinig, gering schluffig <p>Grund- oder Hangwasser wurde in der Bohrung nicht angetroffen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 592-586m: sabbia fine, molto limosa • 592-573m: ghiaie e sabbie, limose • 573-568m: sabbia, ghiaiosa, limosa • 568-566m: ghiaie e sabbie • 566-557m: limo, sabbioso, più in basso ghiaioso • 557-550m: ghiaia e sabbia, pietrose, leggermente limose <p>Nel carotaggio non si è incontrata acqua di falda o di pendio.</p>
<h3>3.7 Kernbohrung KB1</h3>	<h3>3.7 Carotaggio KB1</h3>
<p>Die Kernbohrung KB1 wurde im Zuge der Erkundungsmaßnahmen für den Inntaltunnel auf dessen Achse vor dem Portal ca. 50 m östlich des geplanten Rettungstollens abgeteuft. Das Bohrprofil liegt nicht vor. Eine grobe Angabe findet sich aber im Längenschnitt Tu3 (ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00123 Geologische Profile Tulfes). Der Untergrund im Bereich der Kernbohrung wird hier bis in eine Tiefe von 20 m (= ca. 555m) unter GOK (= ca. 575m) als Moräne angegeben, unterhalb ca. 560m als schluffige Moräne.</p> <p>Ein Wasserspiegel wurde im Profil bei ca. 569m eingezeichnet. Ob es sich um einen zusammenhängenden Grundwasserspiegel handelt oder um Sickerwasser konnte nicht herausgefunden werden.</p>	<p>Il carotaggio KB1 è stato eseguito nel corso di misure esplorative per la galleria Inntal sul suo asse davanti al portale ca. 50m ad est della galleria di soccorso. Il profilo di perforazione non è presente. Un'indicazione sommaria si trova però nel profilo longitudinale Tu3 (ARGE Bernard Ingenieure-3G, 2008: D0140-00123 profili geologici Tulfes). Il sottofondo nella zona del carotaggio viene qui indicata come morena fino ad una profondità di 20m (= ca. 555m) sotto la quota del terreno, sotto ca. 560m come morena limosa.</p> <p>Nel profilo è stata indicata acqua a un livello di ca. 569m. Non si è potuto ricavare se si tratta di un livello di falda continuo o di acqua di infiltrazione.</p>
<h3>3.8 Stollenaufnahmen Inntaltunnel</h3>	<h3>3.8 Rilievi di scavo galleria Inntal</h3>
<p>Für den Inntaltunnel liegt der Baugeologische Schlussbericht vor. Danach liegt der Eingangsbereich Nord des Inntaltunnels in glazialen Lockergesteinen. Das Lockermaterial reichte von TM0-TM170 in der Sohle und bis TM208 in der Firste.</p> <p>Das Lockermaterial besteht aus Moränenmaterial und liegt in typisch weitgestufter Körnung vor. Es</p>	<p>Per la galleria Inntal è stata redatta la relazione geologica di cantiere finale. Secondo questa la zona di ingresso a nord della galleria Inntal passa in materiali sciolti glaciali. Il materiale sciolto arrivava da TM0-TM170 alla base e fino a TM208 al colmo.</p> <p>Il materiale sciolto consiste di materiale morenico ed è presente in granulometria tipicamente ampiamente</p>

<p>handelt sich um Schluff-Sandgemische, wechselnd kiesig bis steinig. Bis TM30 war das Material weitgehend homogen. Ab TM30 konnte man eine im Tunnelquerschnitt obere, graue Moräne mit Schluff-Sand-Vormacht von einer unteren bräunlichen Moräne mit Sand-Kies Vormacht und gelegentlichen Findlingen bis 200cm unterscheiden. Unter und zwischen den Möränen fanden sich immer wieder wasserführende Kies-Sandlinsen mit wechselnder Mächtigkeit und Erstreckung. Diese treten gehäuft bis TM60 auf.</p>	<p>distribuita. Si tratta di misture di limo e sabbia, alternatamente da ghiaiose a pietrose. Fino a TM30 il materiale era prevalentemente omogeneo. Dal TM30 in poi si potevano distinguere una morena grigia con prevalenza di limo e sabbia nella parte superiore della sezione della galleria e una morena sul marrone con prevalenza di sabbia e ghiaia e occasionali massi erratici fino a 200cm nella parte inferiore. Sotto e tra le morene si sono trovate di tanto in tanto lenti di ghiaia-sabbia acquifere di spessore e dimensioni variabili. Queste compaiono più frequentemente fino a TM60.</p>
<p>Die Konsistenz des Moränenmaterials war im Eingangsbereich bis TM30 weich bis steif, da dort das Material gut durchfeuchtet war. Ab TM40 nahm der Wassergehalt im Lockergestein ab und damit die Konsistenz von steif über halbfest bis fest.</p>	<p>La consistenza del materiale morenico nella zona di ingresso fino al TM30 era da morbida a rigida, dato che in questo tratto il materiale era ben inumidito. Dal TM40 in poi il contenuto d'acqua nel materiale sciolto diminuiva con la consistenza da rigida a semisolida e solida.</p>
<p>3.9 Mündliche Mitteilungen</p>	<p>3.9 Comunicazioni verbali</p>
<p>Wie von Dr. Köhler berichtet, kam es beim Bau des Nordportal des Inntaltunnel, entgegen eines vorher erstellten bodenmechanischen Gutachtens zu massiven Problemen mit Hangrutschungen. Beim Erstellen des Portales und auf den ersten Vortriebsmetern wurden in Moränematerial immer wieder feine Sandlagen angetroffen. Hier kam es zu geringen Wasseraustritten (~1l/s) und damit verbunden zum Ausfließen von Sand. Dadurch kam es zu Setzungen und in weiterer Folge ist der gesamte Hang rund um das Portal in Bewegung geraten. Risse an der Hangoberfläche reichten bis in die Nähe des ca. 200 m östlich vom Portal gelegenen Bauernhofes. Aufgrund der günstigen Prognosen im Gutachten (die keine Hinweise auf mögliche Rutschungen bzw. instabile Hänge enthielt), war der Portalbereich für die neue Situation nur unzureichend gesichert, und</p>	<p>Come comunicato dal Dr. Köhler, durante la costruzione del portale nord della galleria Inntal, contrariamente ad un parere sulla meccanica del terreno precedentemente redatto si sono avuti gravi problemi di movimenti gravitativi. Nella realizzazione del portale e nei primi metri di scavo si sono incontrate di tanto in tanto sottili strati di sabbia. Qui si sono avute piccole fuoriuscite di acqua (~1l/s) e di conseguenza di sabbia. Questo ha causato cedimenti e in seguito tutto il pendio attorno al portale si è mosso. Crepe nella superficie del pendio si sono estese fino alle vicinanze del maso situato a ca. 200m ad est del portale. A causa delle prognosi favorevoli del parere (che non conteneva indicazioni relative a possibili movimenti gravitazionali o pendii instabili) la zona del portale era sollo insufficientemente messa in sicurezza per la</p>

es musste massiv nachgebessert werden (Verstärkung Spritzbeton, zusätzliche und längere Anker sowie Erstellung eines Drainagegrabens oberhalb des Portals um den Hang oberflächlich zu entwässern).	nuova situazione venuta a crearsi, e si è dovuto intervenire in maniera importante (rinforzo dello spritzbeton, ancoraggi aggiuntivi e più lunghi nonché realizzazione di un canale di drenaggio sopra il portale per smaltire le acque del pendio in superficie).
---	--

4 BEURTEILUNG	4 VALUTAZIONE
4.1 Geologie im Portalbereich	4.1 Geologia nella zona del portale
Im gesamten Portalbereich sind Moränensedimente zu erwarten. Diese Sedimente weisen eine weitgestufte Korngrößenzusammensetzung (Schluff-Sand-Kies-Steine) auf, häufig mit einem Schluffanteil bis zu geschätzten 20 Massenprozent und vereinzelt Blöcken in der Größenordnung bis zu 2 m.	Nell'intera zona del portale ci si devono aspettare sedimenti morenici. Questi sedimenti hanno una curva granulometrica molto ampia (limo-sabbia-ghiaia-ciottoli), spesso con una componente argillosa fino ad un 20% in massa stimato e singoli blocchi della grandezza fino a 2m.
Die Moränensedimente sind voraussichtlich sehr inhomogen. In den zwei Erkundungsschürfen wurden zwar überwiegend schluffreiche Sedimente angetroffen, aber die Auswertung der benachbarten Erkundungsbohrungen (Tu-B-01-05 und KB1) sowie des baugelologischen Schlussberichtes des benachbarten Inntaltunnels lassen einen komplexeren Aufbau erwarten.	I sedimenti morenici sono presumibilmente molto disomogenei. Nei due scavi esplorativi si sono incontrati prevalentemente sedimenti ricchi di limo, ma l'analisi dei carotaggi adiacenti (Tu-B-01-05 e KB1) e della relazione geologica di cantiere finale della vicina galleria Inntal fanno presupporre una composizione più complessa.
Schluffdominierte Sedimente wurden dort in den Höhenbereichen unterhalb 567 m (Tu-B-01-05, 130 m südlich) und unter 560 m (KB1) angetroffen.	Li si incontrano sedimenti con predominanza di limo alle quote inferiori a 567m (Tu-B-01-05, 130m a sud) e inferiori a 560m (KB1).
Darüber dominierten Kiese und Sand mit vereinzelt Lagen (oder Linsen), in denen Sande überwiegen.	Al di sopra predominano ghiaie e sabbia con singoli strati (o lenti) con prevalenza di sabbie.
Im Inntaltunnel wurden bis TM30 mehr oder weniger homogene, weitgestufte Schluff-Sandgemische, wechselnd kiesig und steinig angetroffen.	Nella galleria Inntal sono stati trovati fino al TM30 misti di limo e sabbia più o meno omogenei ad ampia curva granulometrica, ghiaiosi o pietrosi.
An der Zufahrtstrasse von Osten, östlich der Bahnstrecke treten vor allem Schluff-Tongemische auf. Hier ist allerdings nicht ganz auszuschliessen, dass es sich bei diesen Sedimente um jüngere Seetone handelt, wie auch von Heiße (1954) in der weiteren Umgebung bis Hall beschrieben.	Presso la strada di accesso da est, ad est della linea ferroviaria sono presenti soprattutto misti di limo ed argilla. Non si può qui completamente escludere che questi sedimenti siano argille di lago più recenti, come descritto anche da Heiße (1954) nei dintorni più ampi fino a Hall.
Zusammenfassend werden alle vorhandenen Informationen so interpretiert, dass unterhalb der geplanten	Riassumendo tutte le informazioni presenti vengono interpretate così, che sotto la soletta di fondazione

ten Gründungssohle der Bauwerke schluffreiche Moränensedimente dominieren, während die Geländeeinschnitte eher in schluffärmeren, sandig-kiesigen Böden erstellt werden. Aufgrund der voraussichtlich starken Inhomogenität des Untergrundes können keine genaueren Angaben gemacht werden. Bekannt ist aber in jedem Fall durch die Erkundungsschürfe die Geologie im Bereich des Traforaums und des Portals, was für die obige Interpretation spricht.	delle opere progettate dominano sedimenti morenici ricchi di limo, mentre gli scavi in pendio vengono realizzati in terreni più poveri di limo, sabbiosi-ghiaiosi. A causa della prevedibilmente forte disomogeneità del sottofondo non si possono dare indicazioni più precise. E' comunque nota dagli scavi esplorativi la geologia presso la sala trasformatori ed il portale, il che avvalora l'interpretazione data sopra.
Die Moränensedimente sind wahrscheinlich umgelagert. Dafür sprechen die aus den Rammsondierungen ermittelten niedrigen Lagerungsdichten, bzw. die niedrige Konsistenz der Sedimente.	I sedimenti morenici sono probabilmente ridepositati. Avvalorano quest'ipotesi le densità di deposito basse rilevate dai sondaggi penetrometrici e la bassa consistenza dei sedimenti.
Im geologischen Schlussbericht zum Inntaltunnel werden auch Einschaltungen von wasserführenden, ausgeschwemmten Moränenablagerungen (Sand-Kies-Linsen) beschrieben. Dies wurde auch in einem persönlichen Gespräch mit dem damaligen Geologen Dr. Manfred Köhler bestätigt. Auch wenn diese Linsen in den Schürfen nicht angetroffen wurden, so ist in jedem Fall lokal damit zu rechnen.	Nella relazione geologica finale relativa alla galleria Inntal vengono descritte anche iniezioni di depositi morenici acquiferi dilavati (lenti di sabbia e ghiaia). Questo è stato confermato anche in una conversazione con il geologo di allora Dr. Manfred Köhler. Anche se queste lenti negli scavi esplorativi non sono state ritrovate, localmente si deve contare con la loro presenza.
Festgesteine (Quarzphyllit) sind bei den Arbeiten am Portal des Rettungstollens nicht zu erwarten. In den Aufschlüssen der näheren Umgebung (Bohrungen, Inntaltunnel) wurden diese nicht angetroffen, weshalb auch beim Portal nicht damit zu rechnen ist.	Rocce solide (fillade quarzifera) non sono da aspettarsi nei lavori per il portale della galleria di soccorso. Negli affioramenti nelle vicinanze (carotaggi, galleria Inntal) non sono stati trovati, quindi anche nella zona del portale non ci si deve aspettare la loro presenza.
4.2 Hydrogeologie im Portalbereich	4.2 Idrogeologia nella zona del portale
An einzelnen Stellen austretendes Hangwasser war bei der Begehung keines zu beobachten. Vernässungszonen konnten bei der Begehung im Spätherbst 2011 nicht ausgemacht werden, da der gesamte Nordhang, wie für diese Jahreszeit typisch, durch den Frost-Tauwechsel oberflächlich durchfeuchtet war. In der geologischen Karte von Bernard Ingenieure sind aber im Portalbereich zwei	Durante il sopralluogo non si è osservata acqua di pendio affiorante. Zone di sovrasaturazione idrica durante il sopralluogo del tardo autunno 2011 non potevano essere rilevate, dato che tutto il versante nord, come tipico per questa stagione, era superficialmente inumidito per i cicli di gelo-disgelo. Però nella carta geologica di Bernard Ingenieure nella zona del portale sono segnate delle zone di sovrasatu-

Vernässungszonen eingezeichnet. Diese wurden auch in die geologische Karte im Anhang übernommen.	razione idrica. Queste sono state riportate anche nella carta geologica in allegato.
In der Bohrungen KB1 der Vorerkundung des Umfahrungstunnels Innsbruck wurden lokal Sickerwasserzutritte festgestellt. In der Bohrung Tu-B-01/05 wurden keine wasserführenden Schichten angetroffen.	Nei carotaggi KB1 esplorativi della galleria di circosollazione di Innsbruck localmente si sono osservati afflussi di acqua di filtrazione. Nel carotaggio Tu-B-01/05 non si sono incontrati strati acquiferi.
In Schurf 1 wurde bei Tiefe 4,2 Meter eine wasserführende Schicht angetroffen, im 70 Meter westlich davon gelegenen Schurf 2 dagegen keine.	Nello scavo esplorativo 1 alla profondità di 4,2m si è incontrato uno strato scquifero, nello scavo 2 situato 70m più ad ovest invece nessuno.
Beim Ausbrechen des Inntaltunnels wurden im Portalbereich Wasserzutritte und damit verbunden Ausschwemmungen aus den Sand-Kieslinsen beobachtet.	Durante lo scavo della galleria Inntal nella zona del portale sono stati osservati afflussi di acqua e collegati a questi dilavamenti dalle lenti di sabbia e ghiaia.
Zusammenfassend kann ausgesagt werden, dass in dem Hang kein zusammenhängender Hangwasserspiegel zu erwarten ist. Es muss aber mit vereinzelt Aquiferen gerechnet werden, die in der Regel auf die erwähnten Sand-Kieslinsen beschränkt sind. Diese werden wahrscheinlich durch Sickerwässer gespeist und das Wasser kann sich dort aufgrund des umgebenden schluffreichen Materials stauen.	Riassumendo si può asserire che nel pendio non è da aspettarsi un livello di acqua di pendio continuo. Sono però da aspettarsi singoli acquiferi che di regola sono limitati alle lenti di sabbia e ghiaia sopra menzionate. Queste probabilmente vengono alimentate da acque di filtrazione a l'acqua si può accumulare nelle lenti per via del materiale circostante ricco di limo.
4.3 Geologische Risiken	4.3 Rischi geologici
Das Risiko von Steinschlag wird als sehr gering eingestuft. Obwohl der Hang bei nur wenige Anzeichen von Bewegung zeigt - vereinzelt Bäume mit gering ausgeprägtem Säbelwuchs deuten auf lokales, oberflächliches Kriechen hin - muss nach den Erfahrungen, die beim Ausbruch des benachbarten Inntaltunnels gemacht wurden, mit einer Destabilisierung des Hanges durch Wasseraustritte und Ausschwemmungen an Sandlinsen gerechnet werden.	Si valuta come molto basso il rischio gelogico di caduta sassi. Anche se il pendio mostra solo pochi segni di movimenti - pochi alberi con crescita leggermente a forma di sciabola indicano scorrimenti locali e superficiali - in base alle esperienze fatte nello scavo della vicina galleria Inntal si deve tenere in conto una possibile destabilizzazione del pendio per via di fuoriuscite d'acqua e dilavamenti in lenti di sabbia.
4.4 Baugeologische Beurteilung	4.4 Valutazione geologica di cantiere

4.4.1 Aushub und Einschnitte	4.4.1 Scavi e trincee
<p>Die Aushübe für die Portalbauwerke werden voraussichtlich im Sohlbereich in schluffdominiertem Moränenmaterial erstellt. Weiter oben in den Hangeinschnitten ist eher mit Sand-kiesdominiertem Moränenmaterial zu rechnen. Eine eindeutige Grenze kann aufgrund der Inhomogenität des Untergrundes nicht angegeben werden. Vereinzelt können Blöcke bis zu 2 m vorkommen (größere wurden bisher nicht gefunden).</p>	<p>Gli scavi per le opere del portale presumibilmente alla base vengono realizzate in materiale con prevalenza di limo. più in alto negli scavi a trincea nel pendio si deve calcolare più con materiale morenico con predominanza di sabbia e ghiaia. Per via della disomogeneità del sottofondo non può essere indicato un confine univoco. Singolarmente possono essere presenti blocchi fino a dimensioni di 2m (finora non ne sono stati trovati di dimensioni maggiori).</p>
<p>Überall im Hang können wasserführende Sand-Kieslinsen vorkommen. Beim Angraben dieser Linsen muss daher mit kurzfristigen Wasseraustritten und Ausschwemmungen aus der Böschung gerechnet werden, wodurch es auch zu lokal beschränkten Kleinrutschen (Muren) beim Aushub kommen kann. Die Mächtigkeit der Linsen kann sich im m-Bereich bewegen. Die laterale Erstreckung ist aber nicht bekannt und kann stark variieren.</p>	<p>Dappertutto nel pendio possono esistere lenti di sabbia-ghiaia acquifere. Quando durante lo scavo si incontrano queste lenti quindi possono esserci brevi fuoriuscite di acqua e dilavamenti dal pendio che possono causare durante lo scavo anche piccole frane (smottamenti). Lo spessore delle lenti può essere dell'ordine dei metri. L'estensione laterale però non è nota e può variare fortemente.</p>
<p>Die mögliche Neigung für unbefestigte Böschungen ohne Wasseraustritte wird mit 45° abgeschätzt. Dies hängt jedoch lokal stark von der Höhe der Böschung und der Steilheit des Geländes oberhalb ab. Böschungen über 3 m sollten in jedem Fall gesichert werden, um die Stabilität des darüber liegenden Hanges nicht zu gefährden.</p>	<p>L'inclinazione possibile per pendii non consolidati senza fuoriuscite di acqua viene stimata in 45°. Questo viene però localmente fortemente influenzato dall'altezza della scarpata e dalla ripidezza del terreno soprastante. Scarpate oltre i 3 m dovrebbero in ogni caso essere consolidate per non mettere in pericolo la stabilità del pendio soprastante.</p>
<p>Durch die gemachten Erfahrungen beim Voreinschnitt des Nordportals und beim Ausbruch des Innaltunnels weiß man nun, dass die oben erwähnten Ausschwemmungen zur Destabilisierung des gesamten Hanges führen können. Daher werden hier umfangreiche Sicherungsmaßnahmen bei den Hangeinschnitten über 3 m empfohlen.</p>	<p>Tramite le esperienze fatte con la parete di attacco del portale nord e durante lo scavo della galleria Innaltalora si sa che i sopra nominati dilavamenti possono risultare nella destabilizzazione dell'intero pendio. Quindi qui si consigliano vaste misure di consolidamento nelle trincee in pendio superiori a 3m.</p>
<p>Diese sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorsichtiges Öffnen der Böschungen in kleinen Schritten und kontrolliertes Ableiten von Hangwässern. 	<p>Queste sono:</p> <p>Cauta apertura delle scarpate a piccoli tratti e derivazione controllata delle acque di pandio</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Sichern der Böschungen mit Spritzbeton und Nägeln. Es sollte in jedem Fall ein Sicherheitszuschlag von 2 m bei den Ankerlängen berücksichtigt werden, da die Haftfestigkeit in den wasserführenden Sandlinsen als gering eingeschätzt wird. • Herstellen eines Rasters von Drainageöffnungen in der Spritzbetonwand von 3 m x 3 m. Bei Antreffen von wasserführenden Linsen sollten dort zusätzliche Drainageöffnungen gebohrt werden. • Das austretende Wasser ist kontrolliert abzuleiten. • Neigung von ungesicherten Böschungen <3 m möglichst <45°. 	<p>Messa in sicurezza delle scarpate con spritzbeton e chiodi. In ogni caso per sicurezza si dovrebbe aumentare la lunghezza dei chiodi di 2m, dato che l'adesione nelle lenti sabbiose acuire wiene valutata come ridotta.</p> <p>Realizzazione di una griglia di aperture di drenaggio di 3m x 3m nella parete di spritzbeton. In caso di incontro di lenti di sabbia acquifere in quella zona si dovrebbero prevedere aperture di drenaggio aggiuntive.</p> <p>L'acqua effluente è da allontanare in maniera controllata.</p> <p>Pendenza di scarpate non consolidate <3m possibilmente <45°.</p>
<p>4.4.2 Baugrund</p>	<p>4.4.2 Terreno da costruzione</p>
<p>Aufgrund der Erkenntnisse aus den Erkundungsschürfen ist davon auszugehen, dass die Gründung der Bauwerke überwiegend auf schluffdominiertem, ansonsten aber weitgestuftem Moränenmaterial erfolgen wird. Die niedrigen Schlagzahlen auf den ersten 3,5-7,5 m unter GOK bei den Rammsondierungen zeigen dass hier lockere Lagerung (im Fall von nichtbindigen Bereichen) oder breiige bis weiche Konsistenz (im Falle von bindigen Bereichen) vorherrscht.</p>	<p>In base alle conoscenze ricavate dagli scavi esplorativi si deve presupporre che le costruzioni verranno fondate soprattutto su materiale morenico con predominanza di limo ma di ampia curva granulometrica. Il bassi numeri di colpi sui primi 3,5-7,5m sotto il livello del suolo nei sondaggi penetrometrici mostrano che qui prevale materiale sciolto (in caso di zone non coesive) o consistenza da fluido-plastica a molle-plastica (in caso di zone coesive).</p>
<p>Generell muss dieser Baugrund daher als nur mittelmäßig bis schlecht geeignet für Hochbauten, den Strassenunterbau und die Befahrbarkeit durch Baufahrzeuge beurteilt werden.</p>	<p>Quindi questo terreno da costruzione viene valutato solo come mediamente o poco idoneo per costruzioni edili e la transitabilità con mezzi da cantiere.</p>
<p>Es wird empfohlen, bei den dem Hang vorgesetzten Gebäuden (Portal-Schleusenbauwerk-Lüftungszentrale) eine Tiefgründung mit Pfählen bis auf mindestens 10 m Tiefe unter GOK vorzunehmen. Für die Dimensionierung ist auch das Gewicht durch die geplante Überschüttung mit einzuberechnen.</p>	<p>Si raccomanda negli edifici posti davanti al pendio (portale - edificio chiuse - centrale di ventilazione) di utilizzare una fondazione profonda con pali fino a minimo 10m di profondità sotto il livello del terreno. Per il dimensionamento tenere conto anche del peso dovuto ai riporti di progetto.</p>

Ein Bodenaustausch in Kombination mit einem statisch gut ausgesteiften Bauwerk ist ebenfalls anzudenken. Es wird aber darauf hingewiesen, dass Tiefen, ab denen ausreichende Lagerungsdichten (mitteldicht) oder Konsistenzen (steif) im Untergrund vorhanden sind, bei den Rammsondierungen stark differieren (zwischen 3,5 m und 7,5m, SRS1 ausgenommen, da vermutlich künstliche Anschüttung). Das bedeutet, dass es bei einem unvollständigen Bodenaustausch auch zu Differenzsetzungen kommen kann.	E' altresì da prevedere una sostituzione del terreno in combinazione con una costruzione staticamente ben irrigidita. Si fa però notare che le profondità alle quali nel sottosuolo si trovano densità di deposito (mediamente addensato) o consistenze (solido-plastico) sufficienti variano notevolmente (da 3,5 a 7,5m, escluso SRS1, dato che probabilmente di riporto artificiale). Questo significa che in caso di sostituzione del terreno insufficiente si possono avere cedimenti differenziali.
Für Strassen und befahrene Bauflächen ist in jedem Fall eine obere Tragschicht notwendig.	
4.4.3 Geotechnische Parameter	4.4.3 Parametri geotecnici
Geotechnische Parameter werden wie folgt aus der visuellen Beobachtung abgeschätzt:	Parametri geotecnici vengono stimati come segue dalle osservazioni visuali:
<u>Schluffdominierte Moränen (Schluff-Sand-Kies-Steine mit bis zu 20 Gew.% Schluffanteil)</u> <u>Konsistenz: mindestens steif</u> <ul style="list-style-type: none"> Wichte γ: Sedimente 19-21 kN/m³; Zul. Bodenpressung σ_{zul}: 200 kN/m² Bettungsmodul k_s: 15.000 kN/m³ Reibungswinkel ρ: 28° Kohäsion c: 10 kN/m² Diese Werte werden für die Gründung empfohlen.	<u>Morene con predominanza di limo (limo-sabbia-ghiaia-pietre con fino al 20% peso di limo)</u> <u>Consistenza: minimo solido-plastico</u> <ul style="list-style-type: none"> Peso specifico γ: Sedimenti 19-21 kN/m³ Pressione ammissibile sul terreno σ_{zul}: 200 kN/m² modulo di sottofondo k_s: 15.000 kN/m³ angolo di attrito ρ: 28° coesione c: 10 kN/m²
<u>Sand-Kiesdominierte Moränen (Schluff-Sand-Kies-Steine mit bis zu 5 Gew.% Schluffanteil)</u> <u>Lagerungsdichte: mindestens mitteldicht</u> <ul style="list-style-type: none"> Wichte γ: Sedimente 19-21 kN/m³; Zul. Bodenpressung σ_{zul}: 250 kN/m² Bettungsmodul k_s: 25.000 kN/m³ Reibungswinkel ρ: 32° Kohäsion c: 2 kN/m² 	<u>Morene con predominanza di sabbia-ghiaia (limo-sabbia-ghiaia-pietre con fino al 5% peso di limo)</u> <u>Consistenza: minimo mediamente addensato</u> <ul style="list-style-type: none"> Peso specifico γ: Sedimenti 19-21 kN/m³ Pressione ammissibile sul terreno σ_{zul}: 250 kN/m² modulo di sottofondo k_s: 25.000 kN/m³ angolo di attrito ρ: 32° coesione c: 2 kN/m²
Für allfällige Böschungssicherungen werden rechnerisch die für die Standsicherheit ungünstigeren Werte	Per i necessari consolidamenti di scarpate si raccomanda l'utilizzo dei valori di calcolo più sfavorevoli

empfohlen.	per la stabilità.
4.4.4 Wiederverwertbarkeit des Materials	4.4.4 Riutilizzabilità del materiale
Das Aushubmaterial ist aufgrund des Schluffanteils und der häufig schiefrigen Komponenten (Quarzphyl-lit) nur schlecht geeignet für die Wiederverwertung.	Il materiale di scavo è poco adatto per il riutilizzo per via della quotaparte di limo e delle componenti spesso scistose (fillade quarzifera).

5 DOKUMENTATION DER SCHÜRFE

5 DOCUMENTAZIONE DEGLI SCAVI



Abbildung 4: Lage der Schürfe und der Rammsondierungen (SRS)
 Immagine 4: Posizione degli scavi e dei sondaggi penetrometrici

Schurf 1

Schurf 1 liegt ca. 25 m westlich des Portals des Umfahrungstunnels Innsbruck. Der Schurf wurde in zwei Teilen durchgeführt. Zuerst wurde senkrecht zum Hang ein 8 m langer, ca. 1 m tiefer Graben eingeschnitten. Am unteren Ende dieses Grabens wurde der Schurf dann bis auf 4,2 m tief ausgeführt.

Scavo 1

Lo scavo 1 è situato ca. 25m ad ovest del portale della galleria di circonvallazione Innsbruck. Lo scavo è stato eseguito in due parti. Prima ortogonalmente al pendio è stata scavata una trincea lunga ca. 8m e profonda ca. 1m. Nella parte inferiore di questa trincea si è proseguito con lo scavo fino a 4,2m di profondità.

Schurf 1

Tiefe unter GOK [m]	Formation	Gestein	Wasser	
0,0 - 0,4	Humus	dunkelbrauner Humus		1 m tiefer Schurf am Hang
0,4 - 1,0	Moräne Typ A	<u>Graugrüne Moräne mit weitgestufter Korngrößenverteilung und hohem Schluffanteil</u> Schluff, Feinsand (untergeordnet Sand), Kies, Steine und Blöcke mit einer Kantenlänge bis 100 cm; Komponenten: gebietsfremde Kristallingesteine und Quarzphyllite, kantengerundet bis gerundet	erdfeucht bis durchfeuchtet	
0,0 - 0,4	Humus	dunkelbrauner Humus		Schurf in der Verflachung 4,2m tief
0,4 - 1,5	Moräne Typ A	<u>Graugrüne Moräne mit weitgestufter Korngrößenverteilung und hohem Schluffanteil</u> Schluff, Feinsand (untergeordnet Sand), Kies und Steine und Blöcke mit einer Kantenlänge bis 65 cm; Komponenten: gebietsfremde Kristallingesteine und Quarzphyllite, kantengerundet bis gerundet	erdfeucht bis durchfeuchtet	
1,5 - 2	Moräne Typ B	<u>Graublaue Moräne mit weitgestufter Korngrößenverteilung und geringem Schluffanteil - grobkörniger als Typ A</u> Schluff, Feinsand (untergeordnet Sand), Kies, Steine mit einer Kantenlänge bis 40 cm; Komponenten: gebietsfremde Kristallingesteine und Quarzphyllite, kantengerundet bis gerundet	stark durchfeuchtet	
2 - 4,2	Moräne Typ A	<u>Graugrüne Moräne mit weitgestufter Korngrößenverteilung und hohem Schluffanteil</u> Schluff, Feinsand (untergeordnet Sand), Kies und Steine mit einer Kantenlänge bis 30 cm; Komponenten: gebietsfremde Kristallingesteine und Quarzphyllite, kantengerundet bis gerundet	erdfeucht bis durchfeuchtet; Wasserzutritte bei Endtiefe 4,2 m	

Scavo 1				
Profondità sotto terra [m]	Formazione	Tipo materiale	Acqua	
0,0 - 0,4	Humus	Humus marrone scuro		Scavo di prof. 1 m nel pendio
0,4 - 1,0	Morena tipo A	<u>Morena grigio-verde con ampia curva di distribuzione granulometrica ed alto contenuto di limo</u> Limo, sabbia fine (in minore misura sabbia), ghiaia, pietre e blocchi con una lunghezza dei lati fino a 100cm; componenti: pietre cristalline estranee alla zona e filladi quarziferee, arrotondate o con spigoli arrotondati	Da umidità del terreno a inumidito	
0,0 - 0,4	Humus	dunkelbrauner Humus		Scavo nella zona spianante profondità 4,2m
0,4 – 1,5	Morena tipo A	<u>Morena grigio-verde con ampia curva di distribuzione granulometrica ed alto contenuto di limo</u> Limo, sabbia fine (in minore misura sabbia), ghiaia, pietre e blocchi con una lunghezza dei lati fino a 100cm; componenti: pietre cristalline estranee alla zona e filladi quarziferee, arrotondate o con spigoli arrotondati	Da umidità del terreno a umido	
1,5 – 2	Morena tipo B	<u>Morena grigio-blu con ampia curva di distribuzione granulometrica ed basso contenuto di limo - grani più grossi del tipo A</u> Limo, sabbia fine (in misura minore sabbia), ghiaia, pietre con lunghezza lati fino a 40cm; componenti: pietre cristalline estranee alla zona e filladi quarziferee, arrotondate o con spigoli arrotondati	Fortemente umido	
2– 4,2	Morena tipo A	<u>Morena grigio-verde con ampia curva di distribuzione granulometrica ed alto contenuto di limo</u> Limo, sabbia fine (in minore misura sabbia), ghiaia, pietre e blocchi con una lunghezza dei lati fino a 100cm; componenti: pietre cristalline estranee alla zona e filladi quarziferee, arrotondate o con spigoli arrotondati	Da umidità del terreno a inumidito; Wasserzutritte bei Endtiefe 4,2 m	



Abbildung 5: Schurf 1
Immagine 5: Scavo 1



Abbildung 6: Humusschicht und Moräne Typ A
Immagine 6: Strato di humus e morena di tipo A



Abbildung 7: Detail Moräne Typ A mit kantengerundeten bis gerundeten Kiesen und Steinen
Immagine 7: Dettaglio morena tipo A con ghiaie e pietre arrotondate o con spigoli arrotondati

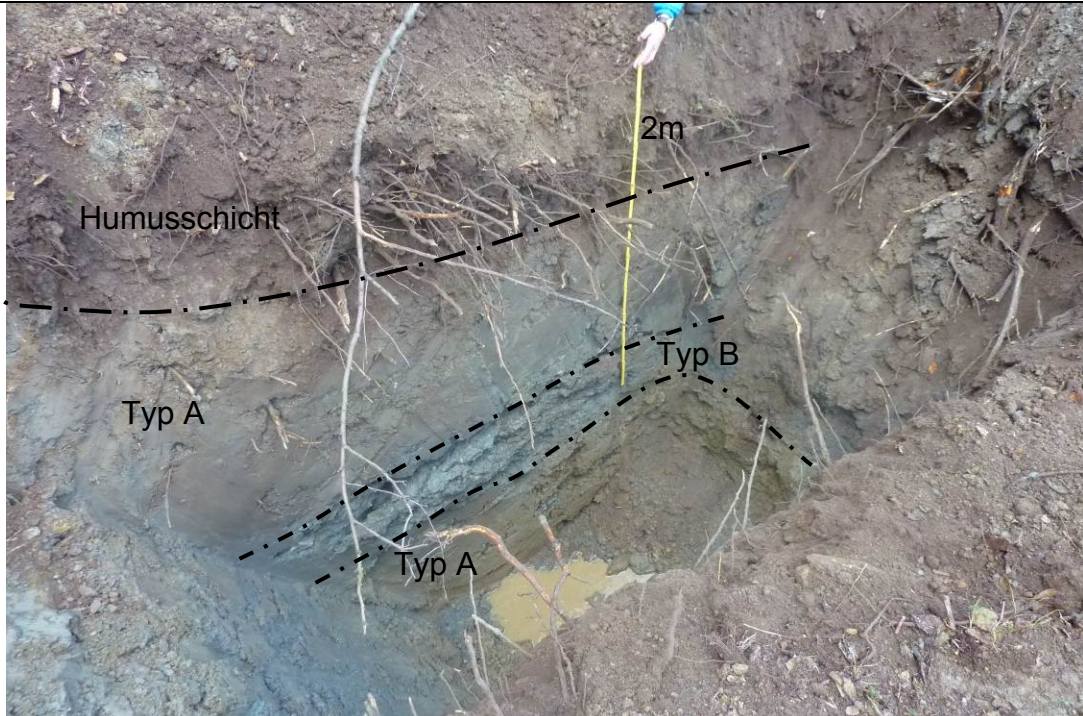


Abbildung 8: Schurf 1
Immagine 8: scavo 1



Abbildung 9: typischer Block, Kantenlänge ~ 65 cm

Immagine 9: tipico blocco, lunghezza lato ~ 65 cm

Schurf 2 Schurf 2 liegt ca. 70 m westlich des Portals des Umfahungstunnels Innsbruck. Der Schurf wurde in zwei Teilen durchgeführt. Zuerst wurde senkrecht zum Hang ein 5 m langer, ca. 1 m tiefer Graben eingeschnitten. Am unteren Ende dieses Grabens wurde der Schurf dann bis auf 3,8 m tief ausgeführt.		Scavo 2 Lo scavo 2 è situato ca. 70 m ad ovest del portale della galleria di circonvallazione di Innsbruck. Lo scavo è stato eseguito in due parti. Prima ortogonalmente al pendio è stata scavata una trincea lunga ca. 5m e profonda ca. 1m. Nella parte inferiore di questa trincea si è proseguito con lo scavo fino a 3,8m di profondità.		
Schurf 2				
Tiefe unter GOK [m]	Formation	Gestein	Wasser	
0,0 - 0,4	Humus	dunkelbrauner Humus		1 m tiefer Schurf am Hang
0,4 – 1,0	Moräne Typ A	<u>Graugrüne Moräne mit weitgestufter Korngrößenverteilung und hohem Schluffanteil</u> Schluff, Feinsand (untergeordnet Sand), Kies und Steine und Blöcke mit einer Kantenlänge bis 30 cm; Komponenten: gebietsfremde Kristallingesteine und Quarzphyllite, kantengerundet bis gerundet	erdfeucht bis durchfeuchtet	
0,0 - 0,4	Humus	dunkelbrauner Humus		Schurf in der Verflachung 3,8 m tief
0,4 – 3,8	Moräne Typ A	<u>Graugrüne Moräne mit weitgestufter Korngrößenverteilung und hohem Schluffanteil</u> Schluff, Feinsand (untergeordnet Sand), Kies und Steine und Blöcke mit einer Kantenlänge bis 100 cm; Komponenten: gebietsfremde Kristallingesteine und Quarzphyllite, kantengerundet bis gerundet	erdfeucht bis durchfeuchtet	

Scavo 2				
Profondità sotto terra [m]	Formazione	Tipo materiale	Acqua	
0,0 - 0,4	Humus	Humus marrone scuro		Scavo di prof. 1 m nel pendio
0,4 - 1,0	Morena tipo A	<u>Morena grigio-verde con ampia curva di distribuzione granulometrica ed alto contenuto di limo</u> Limo, sabbia fine (in minore misura sabbia), ghiaia, pietre e blocchi con una lunghezza dei lati fino a 30cm; componenti: pietre cristalline estranee alla zona e filladi quarziferee, da con spigoli arrotondati a arrotondate	Da umidità del terreno a inumidito	
0,0 - 0,4	Humus	dunkelbrauner Humus		Scavo nella zona spianante profondità 4,2m
0,4 - 3,8	Morena tipo A	<u>Morena grigio-verde con ampia curva di distribuzione granulometrica ed alto contenuto di limo</u> Limo, sabbia fine (in minore misura sabbia), ghiaia, pietre e blocchi con una lunghezza dei lati fino a 100cm; componenti: pietre cristalline estranee alla zona e filladi quarziferee, da con spigoli arrotondati a arrotondate	Da umidità del terreno a umido	



Abbildung 10: Schurf 2
Immagine 10: scavo 2



Abbildung 11: Schurf 2
Immagine 11: Scavo 2



Abbildung 12: Aushubmaterial Schurf 2
Immagine 12: Materiale di scavo scavo 2



Abbildung 13: Aushub Schurf 2
Immagine 13: Materiale scavo 2



Abbildung 14: Aushub - feuchter Schluff (Lehm)
Immagine 14: limo umido (argilla)



Abbildung 15: gekritztes Gesinde
Immagine 15: materiale detritico solcato