

Dott. Geol. Maria-Luise Gögl
Dott. Geol. Giovanni Ronzani
Via Julius Durst Straße 66
39042 Brixen / Bressanone
Tel: 0472 971340
mail: studio@geo-3.it
Website: www.geo-3.it



**AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE**

**GEMEINDE WOLKENSTEIN
COMUNE DI SELVA GARDENA**

Vorprojekt

**Abbruch und Wiederaufbau der
Seilbahn Ciampinoi und des
Restaurants bei der
Bergstation, gemäß Art. 3
Buchstabe d) des DPR
380/2001.
KG 794 Wolkenstein
B.p. 1244, 1849, 997, 1537.
G.p. 707/8, 707/2, 707/3,
1154/8, B.p. 998.**

**GEOLOGISCH, SEISMISCHES
GUTACHTEN sowie GEOTECHNISCHES
VORGUTACHTEN ZU DEN
FELDUNTERSUCHUNGEN entsprechend
den NTC 2018 gemäß MD 17/01/2018**

Progetto preliminare

**Demolizione e ricostruzione
della cabinovia Ciampinoi e del
ristorante presso la stazione
a monte; secondo l' Art. 3
comma d) del DPR 380/2001.
C.C. 794 Selva di Val Gardena;
P.ed. 1244, 1849, 997, 1537.
p.f. 707/8, 707/2, 707/3,
1154/8, P. ed 998.**

**RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA e
RELAZIONE GEOTECHNICA PRELIMINARE
RELATIVA ALLE INDAGINI IN SITO ai
sensi del
DM 17/01/2018 (NTC 2018)**

Auftraggeber / Committente:

SEILBAHNEN CIAMPINOI AG
Str. Meisules Nr. 250
39048 Wolkenstein

Dott. Geol. Maria-Luise Gögl

Brixen / Bressanone 17/10/2025

AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE

GEMEINDE WOLKENSTEIN COMUNE DI SELVA GARDENA

Vorprojekt

**Abbruch und Wiederaufbau der
Seilbahn Ciampinoi und des
Restaurants bei der
Bergstation, gemäß Art. 3
Buchstabe d) des DPR
380/2001.
KG 794 Wolkenstein
B.p. 1244, 1849, 997, 1537.
G.p. 707/8, 707/2, 707/3,
1154/8, B.p. 998.**

**GEOLOGISCH, SEISMISCHES
GUTACHTEN sowie GEOTECHNISCHES
VORGUTACHTEN ZU DEN
FELDUNTERSUCHUNGEN entsprechend
den NTC 2018 gemäß MD 17/01/2018**

Progetto preliminare

**Demolizione e ricostruzione
della cabinovia Ciampinoi e del
ristorante presso la stazione
a monte; secondo l' Art. 3
comma d) del DPR 380/2001.
C.C. 794 Selva di Val Gardena;
P.ed. 1244, 1849, 997, 1537.
p.f. 707/8, 707/2, 707/3,
1154/8, P. ed 998.**

**RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA e
RELAZIONE GEOTECHNICA PRELIMINARE
RELATIVA ALLE INDAGINI IN SITO ai
sensi del
DM 17/01/2018 (NTC 2018)**

INHALTSVERZEICHNIS / SOMMARIO:

1	EINLEITUNG.....	4
1	INTRODUZIONE	4
1.1	Vorbemerkungen.....	4
1.1	Premessa	4
1.2	Lage- und Projektbeschreibung	4
1.2	Descrizione del progetto.....	4
1.3	Rechtliche und urbanistische Bestimmungen.....	6
1.3	Riferimenti normativi e vincoli amministrativi	6
1.4	Methodik und Grundlagen	7
1.4	Metodologia e informazioni di base.....	7
1.5	Bibliographie, Dokumente und Projektunterlagen.....	8
1.5	Bibliografia, documenti ed elaborati di progetti esistenti.....	8
	GEOLOGISCH-HYDROGEOLOGISCHER BERICHT.....	9
	RELAZIONE GEOLOGICA-IDROGEOLOGICA.....	9
2	ALLGEMEINE GEOLOGISCHE, HYDROGEOLOGISCHE GEGEBENHEITEN	9
2	SITUAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA GENERALE	9

2.1	Geologie	9
2.1	Geologia	9
2.2	Geomorphologie.....	12
2.2	Geomorfologia	12
2.3	Hydrologie und Hydrogeologie.....	14
2.3	Idrologia e idrogeologia	14
3	BEWERTUNG DER HYDROGEOLOGISCHEN GEFAHR.....	15
3	VALUTAZIONE DEL PERICOLO IDROGEOLOGICO	15
3.1	Vorbemerkung.....	15
3.1	Premessa	15
3.2	Bekannte Massenbewegungen	15
3.2	Frane note	15
3.3	Bewertung der hydrogeologischen Gefahr durch Massenbewegungen.....	17
3.3	Valutazione del pericolo idrogeologico per frane.....	17
3.3.1	Hangmuren.....	17
3.3.1	Colate di versante.....	17
3.3.2	Rutschungen / Instabilitäten	17
3.3.2	Scivolamenti / instabilità	17
3.3.3	Steinschlag	17
3.3.3	Crolli	17
3.3.4	Einstufung	18
3.3.4	Classificazione	18
4	GEOGNOSTISCHE UNTERSUCHUNGEN.....	18
4	INDAGINI GEOGNOSTICHE	18
4.1	Bohrung.....	20
4.1	Sondaggi.....	20
4.2	S.P.T.-Versuche.....	21
4.2	Prove SPT.....	21
4.3	Wasserstandsmessungen	21
4.3	Misure falda	21
4.4	Baggerschürfe	21
4.4	Scavi geognostici	21
4.5	Seismische Untersuchungen.....	23
4.5	Indagini sismiche	23
5	BAUGRUNDMODELLIERUNG.....	24
5	MODELLAZIONE DEL SOTTOSUOLO.....	24
5.1	Geologisch – stratigraphische Darstellung und Modellierung	24
5.1	Schematizzazione e modellazione geologico – stratigrafica	24
5.1.1	TALSTATION.....	24
5.1.1	STAZIONE DI VALLE.....	24
5.1.2	LIFTSTÜTZEN 1+2.....	29
5.1.2	PILASTRI 1+2.....	29
5.1.3	BERGSTATION + LIFTSTÜTZE 3.....	30
5.1.3	STAZIONE DI MONTE + PILASTRO 3.....	30
5.1.4	LAGERPLATZ FÜR MATERIALABLAGERUNG	31
5.1.4	ZONE PER DEPOSITO DEL MATERIALE	31
5.2	Hydrogeologische Darstellung und Modellierung	34
5.2	Caratterizzazione e modellazione idrogeologica	34
5.2.1	Durchlässigkeiten der Ablagerungen.....	34
5.2.1	Permeabilità dei depositi	34
5.2.2	Hydrogeologische Situation im Untergrund	34
5.2.2	Situazione idrogeologica del sottosuolo.....	34
	GEOTECHNISCHES VORGUTACHTEN ZU DEN FELDUNTERSUCHUNGEN.....	36
	RELAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE RELATIVA ALLE INDAGINI	36
6	AUSWERTUNG DER DATEN AUS GEOTECHNISCHEN VERSUCHEN.....	37
6	ELABORAZIONE DEI DATI DA PROVE GEOTECNICHE.....	37

6.1	SPT-Versuche	37
6.1	Prove S.P.T.	37
7	VORLÄUFIGE GEOTECHNISCHE PARAMETRIERUNG	38
7	PARAMETRAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE	38
8	VORLÄUFIGE GEOLOGISCH – GEOTECHNISCHE ANMERKUNGEN ZUM BAUVORHABEN	41
8	INDICAZIONI GEOLOGICHE – GEOTECNICHE PRELIMINARI RELATIVE A QUANTO IN PROGETTO	41
8.1	Beschreibung des Bauvorhabens	41
8.1	Descrizione del progetto	41
8.2	Talstation	44
8.2	Stazione di valle	44
8.3	Liftstützen 1 und 2	48
8.3	Pilastri 1 e 2	48
8.4	Bergstation	49
8.4	Stazione di monte	49
8.5	LAGERPLATZ FÜR MATERIALABLAGERUNG	53
8.5	ZONE PER DEPOSITO DEL MATERIALE	53
8.6	Allgemeine Angaben	54
8.6	Indicazioni generali	54
9	VORLÄUFIGE GEOTECHNISCHE NACHWEISE	54
9	VERIFICHE GEOTECNICHE PRELIMINARI	54
9.1	Nachweis des Grenzzustands der Tragfähigkeit GEO (SLU - Grundbruch; SLU - Gleiten Gründungsfläche)	55
9.1	Verifica agli stati limite ultimi GEO (SLU - rottura del terreno; SLU - scorrimento piano di posa) ..	55
9.2	Nachweis des Grenzzustands der Gebrauchsfähigkeit (SLE – Setzungen)	57
9.2	Verifica agli stati limite di esercizio (SLE – cedimenti)	57
9.3	Kurzfristige Stabilität der Aushubböschungen	58
9.3	Stabilität a breve termine dei fronti di scavo	58
9.4	Stabilitätsanalyse	60
9.4	Stabilität del pendio	60
SEISMISCHE CHARAKTERISIERUNG DES UNTERGRUNDS		62
CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO		62
10	SEISMISCHE MODELLIERUNG	62
10	MODELLAZIONE SISMICA	62
10.1	Allgemeine seismische Angaben	62
10.1	Inquadramento sismico di base	62
10.2	Mögliche Verstärkungen der seismischen Erschütterungen im Untersuchungsgebiet	64
10.2	Possibili amplificazioni del moto sismico nel sito in esame	64
10.2.1	Topographische Verstärkung	65
10.2.1	Amplificazione topografica	65
10.2.2	Stratigraphische Verstärkung	65
10.2.2	Amplificazioni stratigrafiche	65
10.2.3	Geologische- tektonisch Eigenschaften, Instabilitäten; Präsenz eines steifen Untergrunds	65
10.2.3	Caratteri geologici-tettonici-instabilità; presenza di un substrato rigido	65
10.3	Bewertung der $a_g S$ im Projektgebiet	66
10.3	Valutazione $a_g S$ del sito in oggetto	66
10.4	Nachweis der Verflüssigung	67
10.4	Verifica della liquefazione	67

ANLAGEN / ALLEGATI:

- 1) Dokumentation der Bohrungen / documentazione dei sondaggi
- 2) Auswertung der SPT / elaborazione delle prove SPT
- 3) Dokumentation der seismischen Untersuchungen / documentazione delle indagini sismiche

Vorprojekt

Abbruch und Wiederaufbau der Seilbahn Ciampinoi und des Restaurants bei der Bergstation, gemäß Art. 3 Buchstabe d) des DPR 380/2001.

**KG 794 Wolkenstein
B.p. 1244, 1849, 997, 1537.
G.p. 707/8, 707/2, 707/3,
1154/8, B.p. 998.**

**GEOLOGISCH, SEISMISCHES
GUTACHTEN sowie GEOTECHNISCHES
VORGUTACHTEN ZU DEN
FELDUNTERSUCHUNGEN entsprechend
den NTC 2018 gemäß MD 17/01/2018**

1 EINLEITUNG

1.1 Vorbemerkungen

Das vorliegende geologische, hydrogeologische und seismische Gutachten und das geotechnische Vorgutachten erfolgte im Hinblick auf das Vorprojekt der Erneuerung der Seilbahn Ciampinoi und beinhaltet die generelle geologisch-hydrogeologische Beschreibung des Untersuchungsgebietes, die voraussichtliche Baugrundmodellierung, die vorläufigen seismische und geotechnische Charakterisierung des Untergrunds sowie allgemeine Angaben zum Projekt.

Außerdem beinhaltet es auch eine hydrogeologische Bewertung der Gefahr durch Massenbewegungen für das Bauvorhaben.

1.2 Lage- und Projektbeschreibung

Die geplanten Aufstiegsanlage befindet sich im Südbereich der Ortschaft Wolkenstein und erstreckt sich von der orographisch rechten Seite des Grödenbach bis auf den Gipfel des Ciampinoi auf ca. 2250 m ü.M.. Das Projekt sieht den

Progetto preliminare

Demolizione e ricostruzione della cabinovia Ciampinoi e del ristorante presso la stazione a monte; secondo l'Art. 3 comma d) del DPR 380/2001. C.C. 794 Selva di Val Gardena; P.ed. 1244, 1849, 997, 1537. p.f. 707/8, 707/2, 707/3, 1154/8, P. ed 998.

**RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA e
RELAZIONE GEOTECHNICA PRELIMINARE
RELATIVA ALLE INDAGINI IN SITO ai
sensi del
DM 17/01/2018 (NTC 2018)**

1 INTRODUZIONE

1.1 Premessa

Il presente studio geologico-idrogeologico, sismico e studio geotecnico preliminare è stato elaborato in riguardo al progetto preliminare del rinnovo della funivia Ciampinoi e comprende la descrizione geologico-idrogeologica generale, la modellazione geologica – idrogeologica preliminare, la caratterizzazione sismica e geotecnica preliminare del sottosuolo e indicazioni generali relative al progetto.

La presente relazione comprende anche una valutazione idrogeologica per quanto riguarda il pericolo di frane per quanto in progetto.

1.2 Descrizione del progetto

L'impianto di risalita in esame si trova nella zona sud della località di Selva Gardena e si estende dal lato di destra orografica del Rio Gardena sino alla cima Ciampinoi sito a ca. 2250 m s.l.m.. Il progetto prevede la demolizione e la

Abbruch und Neubau der bestehenden Aufstiegsanlage in derselben Lage vor. Die neu geplante Aufstiegsanlage besteht aus den beiden Stationen sowie 2 Liftstützen entlang der Trasse.	ricostruzione dell'impianto di risalita esistente nella medesima posizione. Il nuovo impianto di risalita in progetto è composto dalle due stazioni con 2 pilastri lungo il tracciato.
Die Talstation mit seinen Auffahrtsstützen liegt direkt auf der orographisch rechten und linken Seite des Grödenbachs. Das derzeitige Bauwerk wird teilweise abgebrochen, vieles bleibt aber auch bestehend. In erster Linie wird die Station selbst mit Hauptsteher und Auffahrtsstützen erneuert. Die Bergstation und die Liftstütze 3 liegen im Gipfelbereich des Ciampinoi, auf einer Kote von etwa 2250m ü.M. Für diese ist der Abbruch und Neubau der gesamten Station mit zugehörigen Strukturen vorgesehen (Kabinenmagazin mit Technikräumen und Magazinen sowie Restaurant mit Personalzimmer). Das dabei anfallende Aushubmaterial soll nahe der Bergstation abgelagert werden. Entlang der gesamten Lifttrasse sind, mit Ausnahme der zu den Stationen gehörigen Auffahrtsstützen, nur 2 Liftstützen (1+2) vorgesehen.	La stazione di valle con relativi pilastri è prevista direttamente sul lato destro e sinistro del Rio Gardena. L'attuale edificio in parte verrà demolito, ma vi sono anche molte porzioni che rimarranno in essere. In primis verrà rifatta la stazione stessa con pilastri principali e piloni dell'impianto. La stazione di monte e il pilastro n. 3 sono previsti in cima del Ciampinoi, a una quota di circa 2.250 m s.l.m. Per questa è prevista la demolizione con ricostruzione dell'intera stazione con struttura appartenente (magazzino per cabine con relativi spazi per gli impianti tecnici e magazzini e ristorante con stanze personale). Per il materiale di scavo in esubero è previsto il deposito nelle vicinanze della stazione di monte. Lungo l'intero tracciato, oltre i piloni posti in prossimità delle stazioni, sono previsti solamente 2 piloni (1+2).
Die Hauptuntersuchungsgebiete beschränken sich somit auf die Zone der Tal- und Bergstation, die beiden Standorte der geplanten Liftstützen sowie den geplanten Ablagerungsplatz für das Aushubmaterial.	Di conseguenza le principali aree in esame si limitano alle zone della stazione di valle e della stazione di monte, ai due siti previsti per i pilastri e alla zona prevista per il deposito del materiale di scavo.

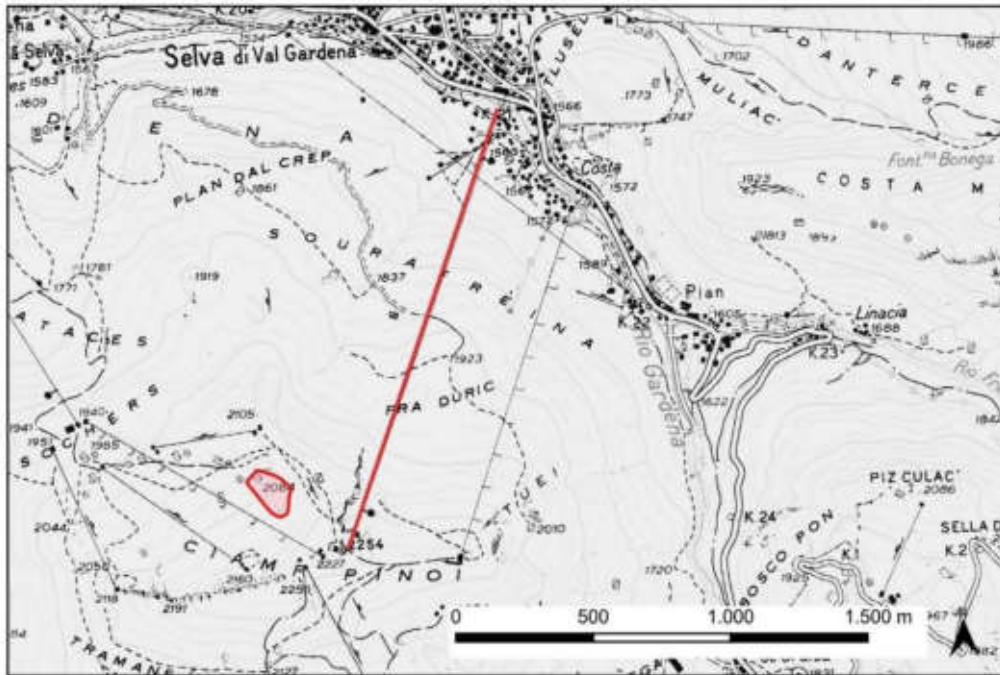


Fig. 1 - Auszug aus topographischer Karte mit Lage des Projektgebietes / stralcio da carta topografica con ubicazione dell'area di progetto



Fig. 2 - Bereich der Talstation / area stazione di valle



Fig. 3 - Bereich der geplanten Bergstation / area stazione di monte in progetto

1.3 Rechtliche und urbanistische Bestimmungen

Das geologisch-hydrogeologische, geotechnische und seismische Gutachten wird in Übereinstimmung mit der geltenden Gesetzgebung, den **Technischen Vorschriften für Bauwerke (M.D. 17. Januar 2018)** und dem **Rundschreiben Nr. 7 C.S.LL.PP. vom 21. Januar 2019** ausgearbeitet.

Das vorliegende Gutachten ist demnach in folgende Fachberichte unterteilt:

1.3 Riferimenti normativi e vincoli amministrativi

La relazione geologica, idrogeologica e sismica è redatta in ottemperanza alla normativa in vigore, ovvero **Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018)** e **Circolare n.7 C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019**.

La presente relazione è suddivisa nelle seguenti relazioni specialistiche:

Geologischer Bericht zu den geologischen Felduntersuchungen, Charakterisierung und Modellierung des Projektgebietes (§ 6.2.1 der NTC) mit Beschreibung der allgemeinen geologischen-hydrogeologischen Situation des Untersuchungsgebietes und Bestimmung der stratigraphischen Gegebenheiten im Projektgebiet.

Geotechnischer Vorbericht mit geotechnischer Charakterisierung des Untergrunds im Projektgebiet und generellen Angaben zum Bauvorhaben.

Bericht zur seismischen Modellierung über die „seismische Grundgefährdung“ des Baugrunds (§ 3.2 der NTC) mit Angaben zur seismischen Gefährdung des Untersuchungsgebietes.

1.4 Methodik und Grundlagen

Um die allgemeinen geologischen und geomorphologischen Gegebenheiten des Interessensgebietes zu bestimmen, sind folgende Erhebungen durchgeführt worden:

- Geologische Kartierung im Untersuchungsgebiet;
- Durchführung von 3 Bohrungen im Bereich der Tal- und Bergstation;
- Ausbau der Bohrungen zur Grundwassermessstelle und Durchführung von Wasserstandsmessungen;
- Durchführung von 2 Baggerschürfen im Bereich der beiden Liftstützen LS1 und LS2
- Durchführung von seismischen Untersuchungen zur Bestimmung der Vs30 im Bereich der Talstation;
- Sammlung und Durchsicht von Daten bzgl. Trinkwasserquellen, Quellen, Wassernutzungen;
- Konsultation des GeobrowserPro der Autonomen Provinz Bozen bzgl. Massenbewegungen (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, kurz IFFI), Gefahrenzonen, Wasserableitungen usw.
- Auswertung der Geodaten (Orthofotos, digitales Geländemodell...) der Provinz.
- Konsultation der Satellitendaten des EGMS über das Portal Copernicus

Relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito (§ 6.2.1 delle NTC) con descrizione della situazione geologica-idrogeologica dell'area in esame e valutazione della successione stratigrafica nell'area di progetto.

Relazione geotecnica preliminare con caratterizzazione geotecnica del sottosuolo dell'area di progetto e indicazioni generali per quanto in progetto.

Relazione sulla modellazione sismica concernente la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione (§ 3.2 delle NTC) con considerazioni relative alla pericolosità sismica del sito.

1.4 Metodologia e informazioni di base

Al fine di valutare le condizioni geologiche-geomorfologiche generali dell'area di interesse sono state effettuate le seguenti indagini:

- Rilevamento geologico per l'area in esame;
- Esecuzione di n.3 sondaggi per le zone della stazione di valle e di monte;
- Allestimento dei sondaggi con piezometro ed esecuzione di misure di falda;
- Esecuzione di 2 scavi geognostici nelle zone dei due pilastri LS1 e LS2
- Esecuzione di indagini sismiche per la valutazione delle vs30 nelle zone della stazione di valle;
- Raccolta e visione di dati relativi a sorgenti di acqua potabile, sorgenti e utenze idriche;
- Consultazione del GeoBrowser della Provincia Autonoma di Bolzano in riguardo a fenomeni noti di frane (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, IFFI), zone di pericolo, derivazioni idriche;
- Analisi dei geodati (ortofoto, modello digitale...) della Provincia;
- Consultazione dei dati satellitari del EGMS tramite il portale Copernicus.

1.5 Bibliographie, Dokumente und Projektunterlagen

Dem vorliegenden Gutachten liegt folgendes Projekt zugrunde:

- [1] ASAGGIO (Arch. A.Sader), Demolizione e ricostruzione della cabinovia Ciampinoi e del ristorante presso la stazione a monte; secondo l'Art. 3 comma d) del DPR 380/2001. C.C. 794 Selva di Val Gardena P.ed. 1244, 1849, 997, 1537. G.p. 707/8, 707/2, 707/3, 1154/8, P. ed. 998, Vorprojekt, 10/10/2025

Kartographie (Quelle: Geokatalog):

- [2] topographische Karte im Maßstab 1:25.000
 [3] technische Grundkarte im Maßstab 1:5000
 [4] Orthofotos verschiedener Jahrgänge
 [5] Digitale Höhenmodelle der Provinz 0,5 x 0,5 m (Solartiro) und 2,5 x 2,5 m

Geologische Karten und Dokumente:

- [6] Geologische Karte von Südtirol, Westliche Dolomiten, West-Blatt im Maßstab 1:25.000, Autonome Provinz Bozen, Amt für Geologie und Baustoffprüfung, 2019
 [7] IFFI Protokoll Nr. 021005250, Freina
 [8] Baugeologie Büro (H. Nicolussi), Geologisch geotechnische Machbarkeitsstudie Wolkenstein – Bereich Freina, 2008

1.5 Bibliografia, documenti ed elaborati di progetti esistenti

La presente relazione è stata elaborata in riguardo al presente progetto:

- [1] ASAGGIO (Arch. A.Sader), Demolizione e ricostruzione della cabinovia Ciampinoi e del ristorante presso la stazione a monte; secondo l'Art. 3 comma d) del DPR 380/2001. C.C. 794 Selva di Val Gardena P.ed. 1244, 1849, 997, 1537. G.p. 707/8, 707/2, 707/3, 1154/8, P. ed. 998, progetto preliminare, 10/10/2025

Cartografia (Geocatalogo):

- [2] carta topografica in scala 1:25.00;
 [3] Carta Tecnica in scala 1:5.000;
 [4] Ortofoto di diversi anni
 [5] Modelli digitali della provincia Provinz 0,5 x 0,5 m (Solartiro) e 2,5 x 2,5 m

Carte geologiche di base:

- [6] Carta Geologica dell'Alto Adige, Dolomiti Occidentali, Tavola Ovest in scala 1:25.000, Provincia Autonoma di Bolzano, Ufficio Geologia e prove materiali, 2019
 [7] Protocollo IFFI Nr. 021005250, Freina
 [8] Baugeologie Büro (H. Nicolussi), Geologisch geotechnische Machbarkeitsstudie Wolkenstein – Bereich Freina, 2008

GEOLOGISCH- HYDROGEOLOGISCHER BERICHT

2 ALLGEMEINE GEOLOGISCHE, HYDROGEOLOGISCHE GEGEBENHEITEN

2.1 Geologie

Aus geologischer Sicht befindet sich das Untersuchungsgebiet innerhalb der Südalpinen Gesteinseinheiten.

Die stratigraphische Abfolge im Projektgebiet umfasst folgende lithologische Einheiten, wobei die Abfolge durch eine Top S-gerichtete Überschiebung tektonisch gestört ist:

- Werfen Formation: Wechselabfolgen von karbonatdominierten Members und siliziklastisch dominierten Members
- Peres Formation: Rötliche bis grau-beige, polymikte Konglomerate auslinsend; ziegelrote, mergelige Siltsteine mit Einschaltungen von Feinkonglomeraten
- Morbiac Formation: Sandige, siltige und mergelige graue Kalke
- Contrin Formation: helle Dolomite und dolomitische Kalke mit planparalleler Schichtung, feine Lagen an der Basis und mächtige Bänke im mittleren bis oberen Abschnitt.
- Moena Formation: liegt hier vor allem in Form von Megabrekzien vor (Elemente der Contrin Fm in einer Matrix aus Moena Formation = dunkelgraue bis schwarze Grob- bis Feinbrekzien in mikritischer Matrix)
- Buchenstein Formation: Schwarze kieselige Kalke mit unterschiedlichen Ausbildungen (Plattenkalke, Knollenkalke, Bänderkalke) mit Pietra Verde Einschaltungen
- Caotico eterogeneo: polymikte Megabrekzien bis Litharenite mit teilweise sehr großen Gesteinsschollen
- Fernazza Formation in Form von Gängen, Laven, Hyaloklastite, Tuffe und Sandsteine

Markante Felsaufschlüsse gibt es vor allem im Bereich der Bergstation. Dort kommen Laven, grob gebankte Konglomerate und Sandsteine

RELAZIONE GEOLOGICA- IDROGEOLOGICA

2 SITUAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA GENERALE

2.1 Geologia

Dal punto di vista geologico l'area si trova entro il complesso del Sudalpino

La successione stratigrafica dell'area di progetto comprende le seguenti unità litologiche ed è caratterizzata dalla presenza di un sovrascorrimento Top S nel tratto di monte dell'impianto:

- Formazione di Werfen: alternanze di membri carbonatici e membri siliciclastici
- Formazione di Peres: Conglomerati poligenici da rossastri a grigio-beige, in orizzonti lentiformi; siltiti marnose rosso mattone, con intercalazioni ripetute di livelli di conglomerati a granulometria fine
- Formazione di Morbiac: Calcarei arenacei, siltosi e marnosi grigi
- Formazione di Contrin: Prevalenti dolomie chiare e calcari dolomitici a stratificazione piano parallela, sottile alla base, in grossi banchi nella parte medio superiore
- Formazione di Moena: prevale la presenza di megabrecce (composta da componenti della fm di Contrin in una matrice della fm di Moena = breccie da grossolane a fine in matrice micritica di colore grigio scuro - nero)
- Formazione di Buchenstein: Calcarei silicei neri di diverse tipologie (calcarei tabulari = Plattenkalke, calcari nodulari = Knollenkalke, calcari laminati = Bänderkalke), con intercalazioni di pietre verdi
- Caotico eterogeneo: megabrecce e litareniti poligeniche con zolle rocciose
- Formazione di Fernazza con filoni, lave, ialoclastiti, tufi e arenarie

Affioramenti rocciosi marcati si trovano soprattutto nella zona della stazione di monte. Qui affiorano lave, conglomerati stratificati in

sowie Tuffe vor, die mittelsteil nach Norden einfallen (ss 004/23). Südlich des Gipfels Ciampinoi fallen die Schichten mit flachen Winkel nach Süden ein. Die Gesteine sind in diesem Bereich somit leicht gefaltet und bilden eine Antiklinale aus.

Im Bereich der Talstation wird der Felsuntergrund hingegen von Schuttablagerungen überlagert, die im Bereich des Talbodens miteinander verzahnen. Es handelt sich dabei um alluviale Ablagerungen des Gröden Bachs bzw. gemischte Schuttkegelablagerungen auf der orographisch rechten Seite. Auf der orographisch linken Seite des Bachlaufs kommen hingegen Ablagerungen eines Rutschkörpers vor.

Weiter kommen entlang der Trasse auch noch glaziale Ablagerungen sowie Block- und Hangschuttablagerungen vor. Im Bereich der beiden geplanten Liftstützen kommen Hangschuttablagerungen vor.

Im Bereich der geplanten Materialablagerung ist teilweise der Fels aufgeschlossen und teilweise gibt es auch Hangschuttablagerungen bzw. kolluviale Ablagerungen.

grossi strati, arenarie e tufi, con stratificazione moderatamente inclinata verso nord (ss 004/23). A sud della cima Ciampinoi gli strati immergono con basso angolo verso sud. Le rocce in questa zona risultano quindi piegate, formando un'anticlinale.

Nella zona della stazione di valle, invece, il substrato roccioso è coperto da depositi detritici che nella zona del fondovalle si interdigitano. Si tratta di depositi alluvionali del Rio Gardena e di depositi d'origine mista di conoide detritico sul lato orografico destro. Sul lato orografico sinistro del corso d'acqua si trovano invece depositi di una massa franosa.

Lungo il tracciato si riscontrano inoltre depositi glaciali, nonché depositi di blocchi e detriti di versante. Nella zona dei due pilastri sono presenti depositi di detrito di versante.

Nella zona prevista per il deposito di materiali in parte affiora la roccia e in parte sono presenti anche depositi di detrito di versante e colluviali.



Legende / legenda

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| ● Quellen
sorgenti | — Fließgewässer
acque correnti | □ Stationen
stazioni dell'impianto | □ Neuprofilierung
riprofilatura |
|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|

	Anthropogene Flächen Aree antropizzate		Fernazza Fm (Hyaloklastite, Tuffe, Sandsteine) Fm di Fernazza (ialoclastiti, tufi, arenarie)
	Gemischte Ablagerungen Depositi di origine misto		Caotico eterogeneo
	Alluviale Ablagerungen Depositi alluvionali		Buchenstein Fm Fm. Di Livinallogno
	Kolluviale Ablagerungen Depositi colluviale		Moena Fm Fm di Moena
	Hangschuttablagerungen Depositi di detrito di versante		Moena Fm (Megabrezkie) Fm di Moena (megabrecce)
	Blockschutt Accumuli di blocchi		Contrin Fm. Fm. di Contrin
	Undiff. Moränenablagerungen Depositi di till indifferenziati		Morbiackalk Calcare di Morbiac
	Fernazza Fm (Gänge) Fm di Fernazza (filoni)		Peres Fm. Fm. di Peres
	Fernazza Fm (Laven) Fm di Fernazza (lave)		Untere Werfen Fm, undiff. Fm di Werfen inferiore, non diff.
	Aufschiebung sovrascorrimento		Gemischte Fächer von Muren, u.o Wildbächen u/o Lawinen Conoide di origine mista
	Paläo-Gleitfläche vermutet Paleosuperficie di scivolamento dedotta		Rutschmasse Corpo di scivolamento

Fig. 4 - Geologische Übersichtskarte mit Lokalisierung des Untersuchungsgebietes / carta geologica di supervisione con localizzazione dell'area in esame

2.2 Geomorphologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich auf der Nordseite des Ciampinoi und reicht vom Talboden bis auf den Gipfel des genannten Berges. Der Hang ist generell durch eine mittelsteile bis steile Hangneigung mit Ausrichtung nach Norden gekennzeichnet. Im Gipfelbereich kommen Felswände vor und hier gibt es auch die steilsten Hangneigungen.

Die geplante Talstation liegt beidseitig des Grödenbachs, der im Projektgebiet deutlich in das Gelände eingeschnitten ist und seitlich von Ufermauern begleitet ist.

Die beiden Liftstützen sind in mittelsteiler Hanglage geplant.

Die geplante Bergstation liegt direkt auf dem Gipfel, wo das Gelände, mit Ausnahme der Westseite, auf allen Seiten sehr steil abfällt.

2.2 Geomorfologia

L'area di studio si trova sul lato nord del Ciampinoi e si estende dal fondovalle sino alla cima della montagna nominata. Il versante in genere è caratterizzato da pendenze da medio-ripide a ripide con esposizione verso nord. Nella zona della cima sono presenti pareti rocciose e quindi in questa zona vi sono anche le pendenze più ripide.

La stazione di valle in progetto si trova su entrambi i lati del Rio Gardena, che nell'area del progetto è evidentemente incassato nel terreno e delimitato da muri spondali.

I due sostegni dell'impianto di risalita sono previsti su un pendio di media inclinazione.

La stazione a monte è prevista direttamente sulla cima, dove il terreno, ad eccezione del lato ovest, scende in modo molto ripido su tutti i lati.

Im Bereich der geplanten Aufschüttung ist eine Geländemulde ausgebildet. | Nell'area del previsto riempimento è presente una conca morfologica.

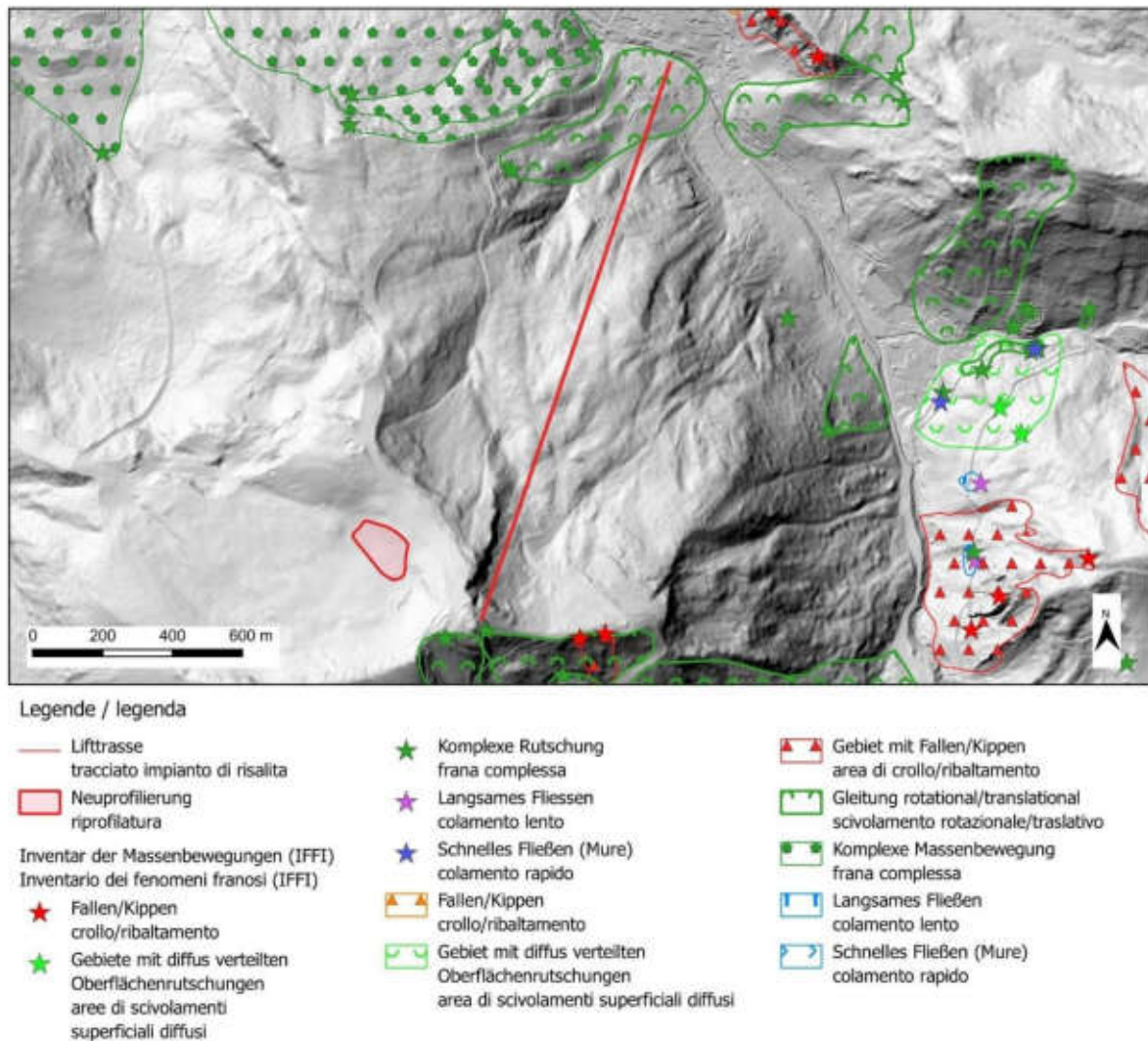


Fig. 5 – Schummerungskarte / carta delle ombreggiature





Fig. 6 – Talstation beidseitig des Gröden Bachs / stazione di valle su entrambi i lati del Rio Gardena



Fig. 7 – Blick auf den Gipfelbereich des Ciampinoi, wo die Bergstation geplant ist / Cima Ciampinoi ove è prevista la stazione di monte



Fig. 8 – Blick auf die Geländemulde, wo die Ablagerung des Aushubmaterials geplant ist / Vista sulla conca valliva ove è previsto il deposito del materiale di scavo.

2.3 Hydrologie und Hydrogeologie

Der Hauptsammler im Untersuchungsgebiet ist der Grödenbach (I), der im Talboden abfließt. Ansonsten gibt es keine weiteren Oberflächenabflüsse im Projektgebiet.

Für das Untersuchungsgebiet sind weder Trinkwasserquellen noch Trinkwasserschutzzonen bekannt.

Die Konsultation des Quellkatasters der Provinz ergab die Quelle Q6901 „Seura freina 1“ zwischen den beiden Liftstützen 1 und 2, ca. 150m talseitig der Liftstütze 2, und zwar knapp westlich der bestehenden Aufstiegstrasse.

Außerdem gibt es bekannte Quellen sowohl westlich als auch östlich der Trasse, wobei diese aber alle einen deutlichen Abstand von mehr als

2.3 Idrologia e idrogeologia

Il collettore principale dell'area di progetto è il Rio Gardena (I) che defluisce nel fondovalle. Non vi sono altri deflussi superficiali nell'area di progetto.

Per l'area in oggetto non sono note sorgenti di acqua potabile e/o zone di protezione di acqua potabile.

La consultazione del catasto delle sorgenti della Provincia ha evidenziato la sorgente Q6901 "Seura freina 1", situata tra i due sostegni dell'impianto di risalita 1 e 2, circa 150 m a valle del sostegno 2, leggermente a ovest del tracciato dell'impianto di risalita esistente.

Sono inoltre presenti sorgenti note sia a ovest che a est del tracciato, ma tutte si trovano a una

250 m haben.

Sämtliche Wassernutzungen und Quellen, die im Geobrowser der Autonomen Provinz Bozen eingetragen sind, sind auf der geologischen Karte in Fig. 4 lokalisiert.

Im Bereich der Talstation muss mit der Präsenz des Grundwassers sowie mit eventuellen lokalen unterirdischen Wasserwegigkeiten gerechnet werden.

Das Grundwasser wird dabei vom hydraulischen Niveau des Grödenbach beeinflusst und ist jahreszeitlichen und periodischen Schwankungen unterworfen.

Unterirdische Wasserwegigkeiten können vor allem im Zuge von Starkniederschlägen bzw. in Folge der Schneeschmelze ausbilden bzw. deutlich zunehmen. Diese sind vorwiegend an die grobkörnigen Linsen innerhalb der fein- bis gemischtkörnigen Ablagerungen gebunden.

Im Bereich der Bergstation können sich zeitweilige Wasserwegigkeiten ausbilden, wobei diese entlang der Trennflächen (Schichtflächen und Kluftflächen) zirkulieren.

3 BEWERTUNG DER HYDROGEOLOGISCHEN GEFAHR

3.1 Vorbemerkung

Entsprechend Art. 1 Punkt 3 des DLH 23/2019 gelten die Bestimmungen der Verordnung zu den Gefahrenzonenplänen weder für Skipisten im Sinne des Landesgesetzes vom 23. November 2010, Nr. 14, noch für Seilbahnanlagen gemäß Landesgesetz vom 30. Jänner 2006, Nr. 1, weshalb in der Folge nur eine Bewertung der hydrogeologischen Gefahr erfolgt, ohne Gefahrenzonierung im eigentlichen Sinne.

3.2 Bekannte Massenbewegungen

Die Konsultation des Massenbewegungskatasters ergab, dass Teile der Talstation auf der orographisch linken Bachseite im untersten Bereich eines bekannten Phänomens liegen.

distanza superiore ai 250 m.

Tutte le utilizzazioni idriche e le sorgenti inserite nel geobrowser della Provincia Autonoma di Bolzano sono localizzate nella carta geologica in Fig. 4.

Nell'area della stazione di valle è da considerare la presenza della falda e di eventuali percorsi idrici sotterranei.

Il livello di falda viene influenzato dal livello idraulico del Rio Gardena ed è soggetto a variazioni stagionali e periodiche.

Percorsi idrici sotterranei possono svilupparsi ovvero anche aumentare significativamente soprattutto durante precipitazioni intense o in seguito allo scioglimento delle nevi. Questi sono legati soprattutto alle lenti a grana grossa all'interno dei depositi di granulometria mista e fine.

Nell'area della stazione di monte possono formarsi percorsi idrici temporanei, che si sviluppano lungo superfici di separazione (piani stratigrafici, fratture...).

3 VALUTAZIONE DEL PERICOLO IDROGEOLOGICO

3.1 Premessa

Ai sensi dell'art. 1 punto 3 del DPP 23/2019, le disposizioni del regolamento sui piani delle zone di pericolo non si applicano né alle piste da sci come definite nella legge provinciale 23 novembre 2010, n. 14, né agli impianti di risalita come definiti nella legge provinciale 30 gennaio 2006, n. 1, motivo per cui di seguito viene effettuata solo una valutazione del pericolo idrogeologico, senza una zonizzazione del pericolo in senso stretto.

3.2 Frane note

In riferimento al catasto frane IFFI e al GeoBrowser della Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige si fa presente che porzioni della stazione di valle previsti sul lato di sinistra orografica ricadono entro un fenomeno noto. La

Seine Ausdehnung ist in der Fig. 5 lokalisiert und dieses ist folgendermaßen beschrieben:

Rutschung „Freina“, IFFI Nr. 021005250, rotationale – translationale Gleitung.

Frana di scivolamento traslazionale in roccia.

Segnalazione di accumulo di antica frana non meglio definibile.

Stato attività: relitto

Data osservazione: 07/10/1998

Der Rutschbereich wurde auch in der geologischen – geotechnischen Machbarkeitsstudie von geol. Nicolussi (2008, [8]) untersucht, mit dem Ziel der Prüfung, ob mit der im IFFI Kataster eingetragenen Rutschung zu rechnen ist. Dazu wurden Bohrungen, Inklinometermessungen sowie auch seismische Untersuchungen durchgeführt. Die durchgeführten Untersuchungen ergaben, dass der Hang keine Bewegungen anzeigt. Es wird darauf hingewiesen, dass die durchgeführten Inklinometermessungen, auf dem im genannten Bericht Bezug genommen wird, lediglich einen kurzen Zeitraum zwischen 01/10/2007 und 06/12/2007 abdecken und somit langsame Bewegungen eventuell nicht aufgezeichnet haben.

Es wurden auch die für das Untersuchungsgebiet verfügbaren Satellitendaten des EGMS über das Portal Copernicus konsultiert. Diese ergab für den untersuchten Standort und seine Umgebung keine Bewegungen bzw. nur geringste Bewegungen von 1-2 mm/a. Demnach dürfte es sich eine alte, ruhende bzw. nur sehr gering aktive Rutschung handeln.

Für die restliche Trasse sind zwar keine Massenbewegungen bekannt, allerdings zeugen die mit Metallgitternetz verkleideten Felswände talseitig der Bergstation von einer Steinschlaggefahr für die talseitige Skipiste.

Die zur Verfügung stehenden Satellitendaten des EGMS zeigen keine auffälligen aktiven Bewegungen.

sua estensione è localizzata in Fig. 5 e viene descritto come segue:

Rutschung „Freina“, IFFI Nr. 021005250, rotationale – translationale Gleitung.

Frana di scivolamento traslazionale in roccia.

Segnalazione di accumulo di antica frana non meglio definibile.

Stato attività: relitto

Data osservazione: 07/10/1998

L'area di frana è stata oggetto di indagine anche nello studio di fattibilità geologico-geotecnico condotto dal geologo Nicolussi (2008, [8]), con l'obiettivo di verificare se fosse da considerare la frana registrata nel catasto IFFI. A tal fine sono stati eseguiti sondaggi, misurazioni inclinometriche e indagini sismiche. Le indagini effettuate hanno evidenziato che il versante non risultava soggetto a movimenti. Si segnala che le misurazioni inclinometriche, citate nel rapporto menzionato, coprono solo un breve periodo tra il 01/10/2007 e il 06/12/2007, e pertanto eventuali movimenti lenti potrebbero non essere stati rilevati.

Sono stati inoltre consultati i dati satellitari disponibili per l'area in oggetto tramite il portale Copernicus (EGMS). Questi non hanno evidenziato movimenti o solo movimenti molto contenuti di 1-2 mm/a nel sito esaminato e nei suoi dintorni. Si presume che si tratta quindi di una frana antica, quiescente o comunque con attività molto bassa.

Per il restante tracciato non sono noti movimenti di massa, i rivestimenti delle pareti rocciose con rete metallica a valle della stazione di monte segnalano comunque un pericolo di crollo per la pista da sci presente a valle.

I dati satellitari del EGMS a disposizione non evidenziano movimenti evidenti in atto.

3.3 Bewertung der hydrogeologischen Gefahr durch Massenbewegungen

Bei der Bewertung der hydrogeologischen Gefahr für die Stationen wurden folgende Arten von Massenbewegungen berücksichtigt.

3.3.1 Hangmuren

Diese Phänomene bilden sich vor allem im Zuge von sehr heftigen lokalen Unwettern (Starkniederschläge und Gewitter mit sehr hohen Niederschlagsmengen in kürzester Zeit) aus.

Für den Bereich der Bergstation mit der Präsenz des Felsuntergrunds sind diese auszuschließen.

Für den Bereich der Talstation sind diese aufgrund der generell mäßigen Hangneigungen ebenfalls eher auszuschließen.

Für die beiden Liftstützen 1+2 gibt es keine Anzeichen von alten Hangmuren. Aufgrund aufgrund des vorwiegend grobkörnigen Untergrunds sind diese eher auszuschließen.

3.3.2 Rutschungen / Instabilitäten

Für das Untersuchungsgebiet gibt es die oben genannte bekannte Rutschung, die allerdings als ruhend bzw. nur sehr gering aktiv eingestuft wird. Dies wird auch durch die Satellitendaten des EGMS bekräftigt.

Direkt für die untersuchten Standorte der geplanten Strukturen gibt auch die Geländeobergebung keine Hinweise auf derartige Instabilitäten und sie sind demnach so gut wie auszuschließen.

3.3.3 Steinschlag

Im Bereich der Bergstation gibt es einige Felswände, die aufgrund der Klüftung blockig zerlegt und stellenweise mit Metallgitternetzverkleidungen gesichert

3.3 Valutazione del pericolo idrogeologico per frane

Nella valutazione del pericolo idrogeologico per le stazioni si è tenuto conto delle seguenti tipologie di frane.

3.3.1 Colate di versante

Questi fenomeni si formano principalmente in caso di temporali localizzati molto intensi (forti piogge e temporali con quantità di precipitazioni molto elevate in un tempo molto breve).

Per l'area della stazione di monte, data la presenza del substrato roccioso, questi fenomeni possono essere esclusi.

Anche per l'area della stazione di valle, a causa delle pendenze generalmente moderate, tali fenomeni sono piuttosto improbabili.

Per le zone dei due pilastri 1+2 non vi ci sono segni di antichi movimenti di colate di versante e in considerazione dei terreni generalmente granulari sono piuttosto improbabili.

3.3.2 Scivolamenti / instabilità

Nell'area in esame risulta lo scivolamento sopra indicato che comunque viene classificato come quiescente o con movimenti molto contenuti. Ciò viene anche confermato dai dati satellitari EGMS.

Per i siti specifici esaminati per le strutture pianificate, anche dai rilievi in sito non si evidenziano indicazioni di instabilità, che sono quindi pressoché da escludere.

3.3.3 Crolli

Nell'area della stazione di monte sono presenti alcune pareti rocciose, detensionate in blocchi a causa della fessurazione e localmente consolidate mediante rivestimenti

wurden. Diese Netzverkleidungen dienen in erster Linie der Sicherheit der Skifahrer der Skipiste, die die Aufstiegsanlage Ciampinoi quert.

Für die Liftstation selbst, die auf dem Gipfel geplant ist, ergibt sich keine Steinschlaggefahr, da keine bergseitigen Felswände vorhanden sind.

Nach Fertigstellung der Bergstation müssen die Felswände bergseitig der Skipiste auf ihre Stabilität kontrolliert werden. Gegebenenfalls sind zusätzliche Konsolidierungsmaßnahmen zu planen und umzusetzen, um die Sicherheit der Pistenbenutzer zu gewährleisten.

3.3.4 Einstufung

Die untersuchte Aufstiegsanlage liegt somit in einer Zone ohne hydrogeologische Gefahr durch Massenbewegung. Auch die bekannte talseitige Rutschung kann aufgrund der fehlenden bzw. nur sehr geringen Bewegungsraten vernachlässigt werden.

Nach Abschluss der Arbeiten an der Bergstation ist die Stabilität der dort vorhandenen Felswände zu überprüfen. Zudem ist zu beurteilen, ob Konsolidierungsmaßnahmen an den Felswänden zwischen der neuen Station und der darunterliegenden Skipiste erforderlich sind, um die Sicherheit der Skifahrer zu gewährleisten.

4 GEOGNOSTISCHE UNTERSUCHUNGEN

Um Daten zu den Charakteristiken des Untergrundes im Interessensgebiet zu erhalten, wurden neben einer oberflächlichen Geländekartierung auch 3 Bohrungen im Bereich der Tal- und Bergstation sowie jeweils ein Baggerschurf im Bereich der geplanten Liftstützen 1 + 2 durchgeführt. Außerdem wurden seismische Untersuchungen zur Ermittlung der vs30 im Bereich der Talstation durchgeführt.

in rete metallica. Questi rivestimenti servono principalmente a garantire la sicurezza degli sciatori lungo la pista da sci che attraversa l'impianto di risalita Ciampinoi.

Per quanto riguarda la stazione di monte prevista sulla cima, non sussiste alcun pericolo di caduta massi, poiché non vi sono pareti rocciose esposte a monte.

Dopo il completamento della stazione a monte, sarà comunque necessario verificare la stabilità delle pareti rocciose situate a monte della pista da sci. Se necessario, dovranno essere pianificate e attuate misure di consolidamento aggiuntive per la sicurezza degli sciatori della pista.

3.3.4 Classificazione

L'impianto stesso si trova quindi in una zona priva di pericoli idrogeologici dovuti a frane. Anche la frana nota presente nella zona di valle può essere considerata con assenza o scarsa entità di movimenti.

Al termine dei lavori presso la stazione di monte da verificare la stabilità delle pareti rocciose ivi presenti e da valutare se sono necessari interventi di consolidamento delle pareti rocciose presenti tra la nuova stazione e la sottostante pista da sci per garantire la sicurezza degli sciatori.

4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per ottenere dati sulle caratteristiche del sottosuolo del sito in esame sono stati effettuati, oltre al rilevamento di superficie, n. 3 sondaggi nelle zone della stazione di valle e di monte nonché scavi in corrispondenza dei pilastri in progetto 1+2. Nell'area della stazione di valle sono inoltre stati condotti studi sismici per la valutazione del valore di vs30.

Die Lokalisierung der durchgeführten Felduntersuchungen ist auf den Orthofotos in Fig. 9 bis Fig. 11 wiedergegeben. | La localizzazione delle indagini in sito è riportata sulle ortofoto (Fig. 9 - Fig. 11).

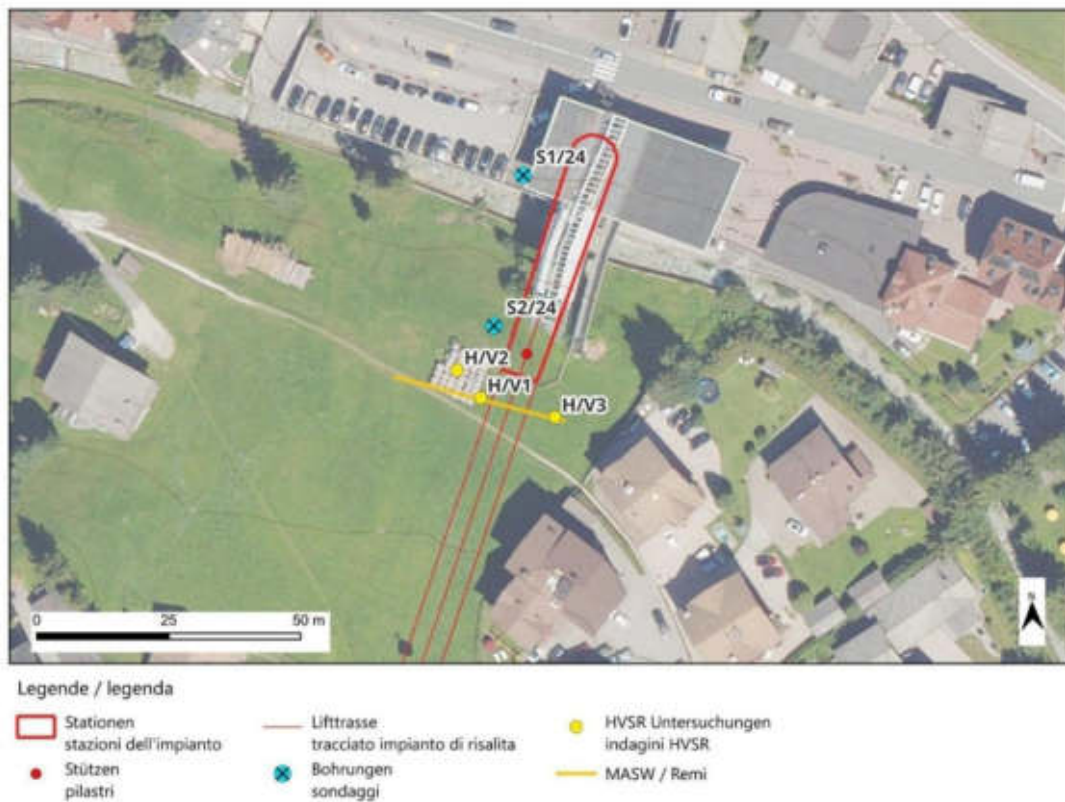


Fig. 9 – Orthofoto – Zone Talstation mit Lokalisierung des BVH und der Felduntersuchungen / ortofoto – zona stazione di valle con localizzazione della costruzione in progetto e delle indagini geognostiche

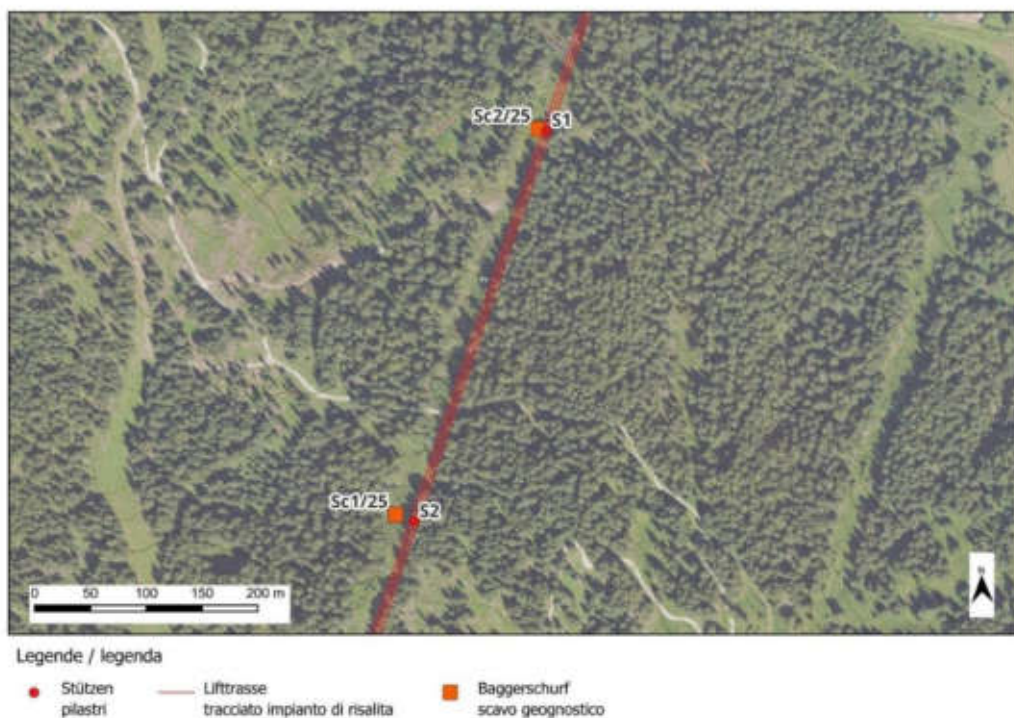


Fig. 10 – Orthofoto mit Felduntersuchungen – Zone Liftstütze / ortofoto con indagini in sito – zona pilastri



Fig. 11 – Orthofoto – Zone Bergstation mit Lokalisierung des BVH und der Felduntersuchungen / ortofoto – zona stazione di monte con localizzazione della costruzione in progetto e delle indagini geognostiche

4.1 Bohrung

Die Durchführung der projektspezifischen Bohrungen erfolgte mittels Rotationsbohrverfahren mit kontinuierlicher Kernung. Anschließend wurden die Bohrungen zur Grundwassermessstelle ausgebaut.

Die Bodenproben, die im Verlauf der Bohrungen entnommen und in geeigneten Bohrkernkästen untergebracht wurden, stehen dem Auftraggeber zur Verfügung.

Das stratigraphische Säulenprofil der Bohrungen, sowie deren fotografische Dokumentation sind in Anlage 1 wiedergegeben.

4.1 Sondaggi

L'esecuzione dei sondaggi relativi al progetto è avvenuta usando attrezzature idrauliche a rotazione, con carotiere e a carotaggio continuo. A seguito i sondaggi sono stati allestiti con piezometri.

I campioni prelevati durante la perforazione sono sistemati in apposite cassette e sono a disposizione del committente.

La descrizione stratigrafica dei sondaggi e la documentazione fotografica sono riportati in Allegato 1.

Bohrung sondaggio	Absolute Kote* Quota assoluta* ü.M. / s.l.m.	Tiefe Profondità [m]	Wasserstandsstelle piezometro
S1/24	ca. 1.561,0 m	10m	ja / si
S2/24	ca. 1.565, 3 m	15m	ja / si
S3/24	ca. 2.254,1 m	6 m	ja / si

4.2 S.P.T.-Versuche

Die S.P.T.-Versuche in den Bohrlöchern ermöglichen eine Beurteilung der Eigenschaften des Untergrundes anhand der erhaltenen Schlagzahlen. Die Versuchsergebnisse sind in der Tabelle in Kapitel 6.1 zusammengefasst und im Detail in der Anlage 2 wiedergegeben und ausgewertet.

4.3 Wasserstandsmessungen

Die Bohrungen wurden zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Jedes Piezometer reicht bis in die entsprechenden Bohrtiefen. Die Filterstrecke liegt zwischen 3m und dem Bohrlochende. Auf den obersten 3 Metern wurde ein Vollrohr eingebaut.

Für die Ausarbeitung des Gutachtens wurden nachfolgende Wasserstandsmessungen durchgeführt. Die Wasserstände beziehen sich jeweils auf den Wasserstand in Meter unter der jeweiligen GOK.

4.2 Prove SPT

Entro i fori dei sondaggi sono state eseguite prove SPT. Queste hanno consentito una valutazione delle caratteristiche del sottosuolo attraverso il numero dei colpi necessari. I valori ottenuti sono riassunti schematicamente nella tabella al capitolo 6.1 e riportati ed elaborati nel dettaglio in Allegato 2.

4.3 Misure falda

I sondaggi sono stati allestiti con piezometri. Ogni piezometro ha raggiunto la relativa profondità di perforazione. Il tratto filtrato risulta tra 3m e sino a fondo foro. Sui primi 3 m è stato installato un tubo chiuso.

Per la redazione della relazione sono state eseguite le seguenti misure dei livelli di falda. I livelli si riferiscono sempre a quote in metri sotto il relativo piano campagna.

Datum data	S1/24	S2/24	S3/24
17/10/2025	3,61	7,65	Trocken secco
25/10/2025	3,66	7,66	Bohrlochende fondo foro
18/11/2025	3,75	7,77	Nicht gemessen Non misurato
16/10/2026	3,82	7,85	Nicht gemessen Non misurato

4.4 Baggerschürfe

In Übereinstimmung mit den beiden geplanten Liftstützen wurde jeweils 1 Baggerschurf mittels Bagger abgeteuft. Diese sind in der Folge beschrieben.

4.4 Scavi geognostici

In corrispondenza dei due pilastri in progetto sono stati effettuati saggi con escavatore. Questi sono descritti a seguire.

Baggerschurf Sc1 / Scavo geognostico Sc1



STRATIGRAPHIE

GOK – 3,5m Steine und Kies in sandig-schwach
 schluffiger Matrix, gute Verdichtung
 keine Wasserzutritte

STRATIGRAFIA

p.c. – 3,5m sassi e ghiaie sabbiose, debolmente
 limose, buon addensamento
 assenza di afflussi idrici

Baggerschurf Sc2 / Scavo geognostico Sc2



STRATIGRAPHIE

GOK – 3,5m Steine und Kies in sandig-schwach schluffiger Matrix, gute Verdichtung
keine Wasserzutritte

STRATIGRAFIA

p.c. – 3,5m sassi e ghiaie sabbiose, debolmente limose, buon addensamento
assenza di afflussi idrici

4.5 Seismische Untersuchungen

Im Bereich der Talstation wurden folgende seismische Untersuchungen durchgeführt:

- 1 aktive seismische Untersuchung MASW (Geophonauslage mit 12 Geophonen; Länge= 33 m) + passive seismische Untersuchungen des Typs Remi entlang derselben Auslage;
- 3 punktuelle passive seismische Untersuchungen vom Typ HVSr.

Die Lage der Untersuchungen und der entsprechende Bericht mit Auswertung der Ergebnisse sind in der Anlage 3 (seismische Untersuchungen) wiedergegeben.

4.5 Indagini sismiche

Nell'ambito della stazione di valle sono state eseguite le seguenti indagini sismiche:

- N.1 indagine sismica attiva tipo MASW (stendimento sismico con 12 geofoni; lunghezza = 33 m) + n.1 indagine sismica passiva tipo REMI sullo stesso stendimento;
- N.3 indagini sismiche passive puntuali del tipo HVSr.

La localizzazione delle indagini e la relativa relazione con elaborazione dei risultati sono riportate in Allegato 3 (indagini sismiche).

5 BAUGRUNDMODELLIERUNG

Unter Beachtung der durchgeführten Kartierung und Baugrunderkundungen wurde nachfolgendes räumliches Baugrundmodell entwickelt.

Die geologischen und hydrogeologischen Situationen muss dennoch auf alle Fälle in den Ausführungsphasen kontrolliert und gegebenenfalls neu verifiziert werden, um eine korrekte Planung und Ausführung zu ermöglichen.

5.1 Geologisch – stratigraphische Darstellung und Modellierung

5.1.1 TALSTATION

Im Bereich der Talstation baut sich der Untergrund aus heterogenen Ablagerungen auf, die teilweise miteinander verzahnen: Ablagerungen einer alten Rutschmasse, Murschuttablagerungen sowie alluviale Ablagerungen des Grödenbachs.

Die Ablagerungen der alten Rutschmasse (Schicht B) dominieren dabei vor allem auf der orographisch linken (sx) Bachseite. Diese bauen sich hauptsächlich aus dunkelgrauen feinkörnigen Ablagerungen aus sandig, kiesigem Schluff und Ton auf. Diese Ablagerungen sind durch eine mittlere Verdichtung gekennzeichnet ($N_{SPT30}=14-18$, max. 23).

Die Murschuttablagerungen kommen vorwiegend auf der orographisch rechten (dx) Seite vor und stammen vermutlich aus dem Kedulatal. Es handelt sich hierbei um stark gemischtkörnige Ablagerungen aus Schluff mit Kies mit mäßiger Verdichtung ($N_{SPT30}=9-14$, max.23) – in der Folge Schicht A1 genannt. Unterhalb dieser Ablagerungen folgen in S1/24 dunkelgraue, feinkörnigere Ablagerungen aus sandig-kiesigem Schluff und Ton. Ob es sich hier ebenfalls um die Ablagerungen der Rutschmasse (Schicht B) oder um eine feinkörnigere Lage der Murschuttablagerungen (Schicht A2) handelt, ist nicht bekannt. Die beiden unterschiedlichen

5 MODELLAZIONE DEL SOTTOSUOLO

È stato sviluppato un modello del sottosuolo che tiene conto dei rilevamenti eseguiti e delle indagini geognostiche eseguite in sito.

Le situazioni geologiche e idrogeologiche devono comunque essere sempre verificate e, se necessario, riverificate durante le fasi di esecuzione, al fine di consentire una corretta pianificazione ed esecuzione.

5.1 Schematizzazione e modellazione geologico – stratigrafica

5.1.1 STAZIONE DI VALLE

Nella zona della stazione a valle il sottosuolo è costituito da depositi eterogenei che in parte si interdigitano: depositi di una vecchia frana, depositi di conoide di detrito da colata di fango e depositi alluvionali del torrente Gardena.

I depositi della vecchia frana (strato B) dominano soprattutto sul lato orografico sinistro (sx) del torrente. Questi sono costituiti principalmente da depositi di grana fine di colore grigio scuro, composti da limi e argille sabbioso-ghiaiosi. Questi depositi presentano un grado di compattazione medio ($N_{SPT30} = 14-18$, max. 23).

I depositi di detrito da colata di fango sono prevalentemente presenti sul lato orografico destro (dx) e provengono presumibilmente dalla valle Kedula. Si tratta di depositi a granulometria fortemente mista, composti da limo con ghiaia, con discreto grado di compattazione ($N_{SPT30} = 9-14$, max. 23) – denominati in seguito strato A1. Al di sotto di questi depositi, nel sondaggio S1/24, sono presenti sedimenti più fini di colore grigio scuro, costituiti da limo sabbioso-ghiaioso e argilla. Non è chiaro se si tratti di depositi della massa di frana (strato B) o di uno strato più fine dei depositi del conoide detritico (strato A2). Le due interpretazioni sono

Interpretationen sind jedenfalls in den schematischen geologischen Schnitten in Fig. 12 und Fig. 13 skizziert. Aktuell wird die Interpretation 1 in Fig. 12 mit der größeren Ausdehnung der Rutschmasse Richtung Norden als wahrscheinlicher erachtet. Die entsprechende Kontrolle muss jedenfalls in der Ausführungsphase erfolgen.

Unterhalb dieser beiden Ablagerungen folgen in beiden Bohrungen alluviale Ablagerungen des Grödenbachs (Schicht C). Es handelt sich dabei um stark schluffig, steinigen Kies und Sand mit bräunlicher Farbe. Diese Ablagerungen sind durch einen guten Verdichtungsgrad gekennzeichnet ($N_{SPT30}=22-34$).

Wie aus dem Schnitt in Fig. 12 (Interpretation 1) ersichtlich liegen die geplanten Gründungen auf der orographisch linken Seite des Grödenbachs großteils innerhalb der Ablagerungen einer Rutschmasse (Schicht B).

Auf der orographisch rechten Seite liegen sie hingegen innerhalb der gemischtkörnigen Murschuttablagerungen (Schicht A1).

entrambe comunque illustrate nei profili geologici schematici nelle Fig. 12 e Fig. 13. Attualmente l'interpretazione 1 riportata in Fig. 12, che prevede una maggiore estensione della massa di frana verso nord, è considerata la più probabile. Il relativo controllo dovrà comunque essere effettuato nella fase esecutiva.

Al di sotto di questi due tipi di depositi, in entrambi i sondaggi, si rilevano depositi alluvionali del Rio Gardena (strato C), costituiti da ghiaie e sabbie fortemente limose, ghiaiose, di colore bruno. Questi depositi presentano un buon grado di compattazione ($N_{SPT30} = 22-34$).

Come si evince dal profilo riportato in Fig. 12 (interpretazione 1), le fondazioni previste sul lato orografico sinistro del Rio Gardena si trovano all'interno dei depositi della massa di frana (strato B).

Sul lato orografico destro, invece, le fondazioni si trovano all'interno dei depositi di detrito di conoide di debris flow di granulometria mista (strato A1).

Geologischer schematischer Profilschnitt - TALSTATION
sezione geologica schematica - STAZIONE DI VALLE

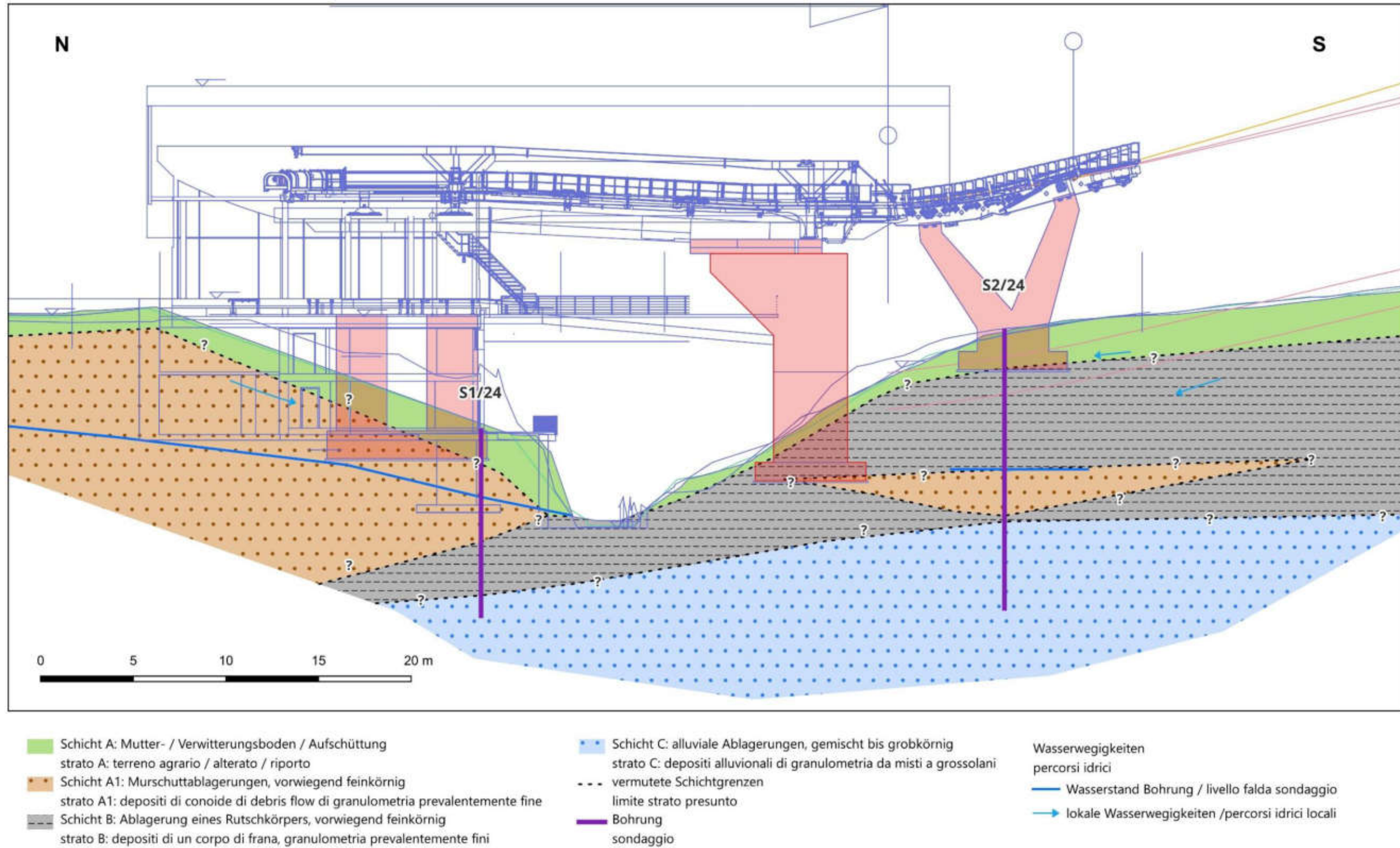


Fig. 12 – INTERPRETATION 1 - schematischer geologischer Längsschnitt durch Talstation / INTERPRETAZIONE 1 - sezione geologica schematica longitudinale della stazione di valle

Geologischer schematischer Profilschnitt - TALSTATION
sezione geologica schematica - STAZIONE DI VALLE

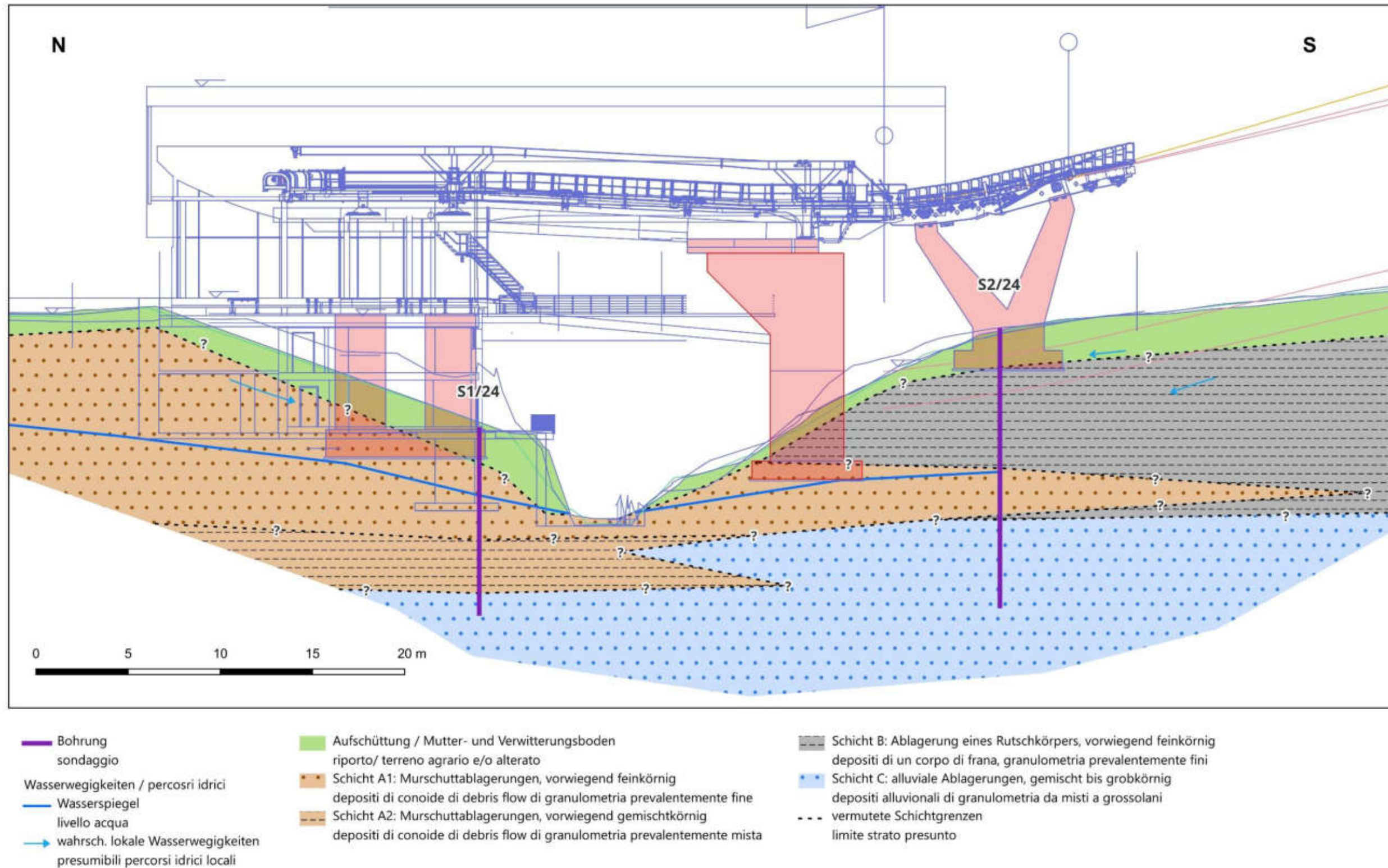


Fig. 13 – INTERPRETATION 2 - schematischer geologischer Längsschnitt durch Talstation / INTERPRETAZIONE 2 - sezione geologica schematica longitudinale della stazione di valle

Im Bereich der Talstation kommen demnach folgende Böden vor.

Nell'area in esame sono presenti i seguenti terreni.

Schicht X: Oberboden, umgelagerte Böden, Aufschüttungen	Strato X: Terreno agrario, terreni rimobilizzati, terreni riportati
• Zusammensetzung: Aufschüttungen: Sand-Kies-Gemisch Mutterboden: Erde, Schluff, Sand, • Verdichtungsgrad: gering • Mächtigkeiten: variabel, mehrere dm bis wenige Meter (in beiden Bohrungen S1/24 und S2/24 bis in Tiefen von 2 m) • Vorkommen: Mutterboden im gesamten Projektgebiet Aufschüttungen: im Einflussbereich der bestehenden Talstation und der Uferstützmauern sowie entlang der Skipisten • baugeologische Eigenschaften: als Baugrund nicht geeignet und muss abgetragen werden bzw. es muss ein Bodenaustausch vorgesehen werden. • Geotechnische Kategorie 1	• composizione: Terreni riportati: misto di sabbie e ghiaie Terreno vegetale: terra, limi, sabbie • Grado di addensamento: basso • Spessori: variabili, da diversi dm a pochi metri (in entrambi i sondaggi S1/24 e S2/24 sino a profondità di 2m) • Presenza: terreno vegetale in tutta l'area di progetto terreni riportati: nella zona di influenza attorno alla stazione di valle e i muri di sostegno spondali, sulle piste da sci • Proprietà geo-costruttive: non adatto come sottosuolo fondazionale e deve essere sbancato ovvero da prevedere una bonifica. • Categoria geotecnica 1.
Schicht A1: gemischtkörnige Murschuttablagerungen, mäßige Verdichtung	Strato A1: depositi di conoide di debris flow di granulometria mista, di addensamento discreto
• Vorkommen: Seite dx: 2,0 m – 6,0 m in S1/24 Seite sx: 7,5 – 10,3 m in S2/24 • Zusammensetzung: Schluff mit Kies. • Verdichtungsgrad: generell mittlere Verdichtung ($N_{SPT30} = 9-14$, max.23) • hydraulische Durchlässigkeit: variiert in Funktion des Feinkornanteils, von gering bis mäßig (kiesigere Linsen); • Mächtigkeit: ca. 3-4 m • baugeologische Eigenschaften: generell mittlerer Baugrund. Im Falle von Wasserzutritten deutliche Aufweichung möglich. • geotechnische Kategorie 2	• presenza: • lato dx: 2,0 m – 6,0 m in S1/24 lato sx: 7,5 – 10,3 m in S2/24 • composizione: limi con ghiaie • Grado di addensamento: in genere addensamento medio ($N_{SPT30} = 9-14$, max.23) • Permeabilità idraulica: variabile a seconda della percentuale della frazione fine, da bassa a moderata (lenti più ghiaiose); • Spessori: ca. 3-4 m • Proprietà geo-costruttive: in genere terreno fondazionale medio. In caso di afflussi idrici i terreni possono fortemente rammollirsi. • Categoria geotecnica 2

Schicht B: Ablagerung einer Rutschmasse, mittlere Verdichtung Schicht A2: feinkörnige Murschuttablagerungen, mittlere Verdichtung	Strato B: depositi di corpo di frana, di medio addensamento Strato A2: depositi di conoide di debris flow di granulometria fine, di medio addensamento
- Vorkommen: Seite sx: 2,0 m – 7,5 m in S2/24 Seite dx: 6,0 m – 8,9 m in S1/24 - Zusammensetzung: sandig, kiesiger Schluff und Ton - Verdichtungsgrad: generell mittlere Verdichtung ($N_{SPT30} = 14-18$, max. 23) - hydraulische Durchlässigkeit: beinahe undurchlässig - Wasserstauer - Mächtigkeit: 5,5 m (S2/24) bis 2,9 m (S1/24) - baugeologische Eigenschaften: generell mäßiger Baugrund. Im Falle von Wasserzutritten sehr starke Aufweichung. - Geotechnische Kategorie 3	- presenza: lato sx: 2,0 m – 7,5 m in S2/24 lato dx: 6,0 m – 8,9 m in S1/24 - composizione: limi e argille sabbioso-ghiaiose - Grado di addensamento: in genere medio ($N_{SPT30} = 14-18$, max. 23) - Permeabilità idraulica: terreni quasi impermeabili - Spessori: 5,5 m (S2/24) bis 2,9 m (S1/24) - Proprietà geo-costruttive: in genere terreno fondazionale discreto. In caso di afflussi idrici i terreni si rammolliscono fortemente. - Categoria geotecnica 3.
Schicht C: gemischtkörnige alluviale Ablagerungen, gute Verdichtung	Strato C: depositi alluvionali di granulometria mista di addensamento buono
- Vorkommen: Seite sx: ab 10,3 m in S2/24 Seite dx: ab 8,9 m in S1/24 - Zusammensetzung: Kies und Sand, steinig, stark schluffig - Verdichtungsgrad: gut ($N_{SPT30} = 22-34$), - hydraulische Durchlässigkeit: mäßig - baugeologische Eigenschaften: generell guter Baugrund. Im Falle von Wasserzutritten Aufweichung möglich. - Geotechnische Kategorie 4	- presenza: lato sx: da 10,3 m in S2/24 lato dx: da 8,9 m in S1/24 - composizione: ghiaie e sabbie, ciottolose, fortemente limose - Grado di addensamento: buono ($N_{SPT30} = 22-34$) - Permeabilità idraulica: discreta - Proprietà geo-costruttive: in genere terreno fondazionale buono. In caso di afflussi idrici i terreni possono rammollirsi - Categoria geotecnica 4
5.1.2 LIFTSTÜTZEN 1+2 Im Bereich der Liftstützen baut sich der Untergrund unterhalb der oberflächlichen Humusschicht aus Hangschuttablagerungen auf. Diese setzen sich aus Steinen und Kies in sandig-schwach schluffiger Matrix zusammen und sind durch eine gute Verdichtung gekennzeichnet.	5.1.2 PILASTRI 1+2 Nella zona dei 2 pilastri, il sottosuolo, al di sotto dello strato superficiale di terreno vegetale, è costituito da depositi di detrito di versante. Questi sono costituiti da sassi e ghiaie sabbiose, debolmente limose di buon addensamento.

Schicht D: Hangschuttablagerungen

- Vorkommen: unterhalb einer Humusschicht im Bereich der beiden Liftstützen 1+2
- Zusammensetzung: sandige Steine und Kies, schwach schluffig
- Verdichtungsgrad: gut
- hydraulische Durchlässigkeit: mäßig
- baugeologische Eigenschaften: generell guter Baugrund
- Geotechnische Kategorie 5

Strato D: depositi di detrito di versante

- presenza: al di sotto di uno strato vegetale nella zona dei due pilastri 1+2
- composizione: sassi e ghiaie sabbiosi, debolmente limose
- Grado di addensamento: buono 5
- Permeabilità idraulica: discreta
- Proprietà geo-costruttive: in genere terreno fondazionale buono
- Categoria geotecnica 5

5.1.3 BERGSTATION + LIFTSTÜTZE 3

Im Bereich der Bergstation und der Liftstütze 3 baut sich der Untergrund unterhalb der oberflächlichen Aufschüttung aus dem Felsuntergrund der Fernazza Formation auf. Es handelt sich hier vorwiegend um grob geschichtete andesitische und basaltige Laven. In der Tiefe folgen Abfolgen von Hyaloklastite, Tuffe und Sandsteine.

Ein entsprechender geologischer Schnitt ist in Fig. 15 wiedergegeben. Dabei ergibt sich, dass der Gründungsuntergrund innerhalb der Laven der Fernazza Formation zu liegen kommt.

Im Bereich der Bergstation kommen demnach folgende Böden vor.

5.1.3 STAZIONE DI MONTE + PILASTRO 3

Nella zona della stazione di monte e del pilastro 3, il sottosuolo, al di sotto dello strato superficiale di terreno riportato, è costituito dal substrato roccioso costituito dalla formazione di Fernazza. Si tratta di lave andesitiche e basaltiche stratificate e in approfondimento di ialoclastiti, tufi e arenarie.

Una sezione geologica corrispondente è riportata nella Fig. 15. Ne risulta che il piano fondazionale risulterà entro le lave della formazione di Fernazza.

Nell'area in esame sono presenti i seguenti terreni.

Aufschüttungen

- Sand und Kies
- Verdichtungsgrad: gering
- Mächtigkeiten: variabel, mehrere dm bis wenige Meter
- baugeologische Eigenschaften: als Baugrund nicht geeignet und muss abgetragen werden bzw. es muss ein Bodenaustausch vorgesehen werden.
- Geotechnische Kategorie 1

riporti

- sabbie e ghiaie
- Grado di addensamento: basso
- Spessori: variabili, da diversi dm a pochi metri
- Proprietà geo-costruttive: non adatto come sottosuolo fondazionale e deve essere sbancato ovvero da prevedere una bonifica.
- Categoria geotecnica 1.

Schicht E: Fernazza Formation

- Vorkommen: anstehend bzw. subanstehend
- Gesteine: schwarzgrüne Andesitische-basaltische Vulkanite in Form von Laven
- Schichtung: 004/23 – aus dem Hang herausfallend an der Nordseite, grobe Bankung
- durch Klüftung wird der Fels blockig zerlegt. Lokaler Metallgitternetzverkleidung zur Erhöhung der Sicherung auf der Skipiste gegen Steinschlag
- hydraulische Durchlässigkeit: gering - Kluftwässer
- baugeologische Eigenschaften: generell guter bis sehr guter Baugrund
- Geotechnische Kategorie 6



Strato E: formazione di Fernazza

- presenza: affioranti e/o subaffioranti
- rocce: Vulcaniti andesitico-basaltiche di colore verde – nero a forma di lave
- stratificazione a grosse bancate: 004/23 a franappoggio sul lato nord
- detensionamento della roccia per fratturazione. Locale rivestimento con rete metallica per aumentare la sicurezza sulla pista da sci contro caduta sassi
- Permeabilità idraulica: molto bassa – acque per fratturazione
- Proprietà geo-costruttive: in genere terreno fondazionale da buono a molto buono
- Categoria geotecnica 6



Fig. 14 – Felsaufschlüsse im Bereich der Bergstation / affioramenti rocciosi nella zona della stazione di monte

5.1.4 LAGERPLATZ FÜR MATERIALABLAGERUNG

Der Untergrund baut sich hier im bergseitigsten Bereich aus dem Felsuntergrund (Schicht E) auf und Richtung Talseite aus

5.1.4 ZONE PER DEPOSITO DEL MATERIALE

Il sottosuolo nella porzione di monte è costituito dal substrato roccioso (strato E) e verso valle da depositi di accumulo di blocchi

Blockablagerungen bzw. Hang- und Verwitterungsschutt (Schicht D).	e detrito di versante ovvero detrito eluviale (strato D).
---	---

Sehr lokal können auch umgelagerte Ablagerungen aus dem Skipistenbau im Untergrund vorkommen.	Del tutto localmente possono essere presenti anche depositi ridepositati nel sottosuolo che provengono dalla costruzione della pista da sci.
---	--

Geologischer schematischer Profilschnitt - BERGSTATION
sezione geologica schematica - STAZIONE DI MONTE

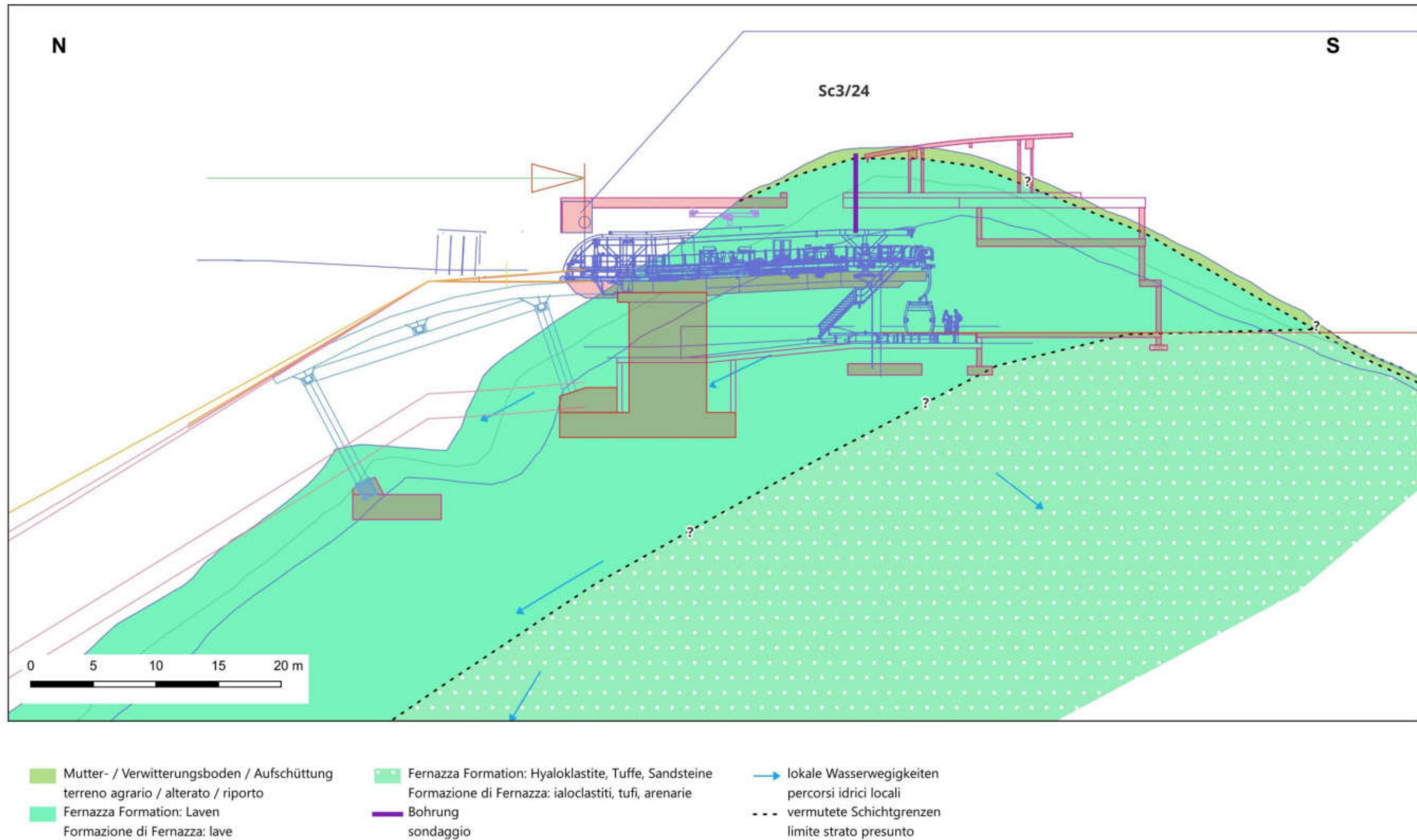


Fig. 15 – schematischer geologischer Längsschnitt durch Bergstation / sezione geologica schematica longitudinale della stazione di monte

5.2 Hydrogeologische Darstellung und Modellierung

5.2.1 Durchlässigkeiten der Ablagerungen

I. Allg. können die Wasserdurchlässigkeiten im Projektgebiet wie folgt beschrieben werden:

Die feinkörnigen Lockermaterialablagerungen (Schicht A2 und B) sind aufgrund des hohen Feinkornanteils generell durch eine sehr geringe primäre Wasserdurchlässigkeit (primäre Porosität) gekennzeichnet und sind als Wasserhemmer zu klassifizieren.

Die gemischtkörnigen Ablagerungen der Schicht A1 sind durch eine geringe bis mäßige Durchlässigkeit gekennzeichnet, wobei die Wasserzirkulationen bevorzugt entlang der grobkörnigsten Linsen erfolgt.

Die gemischtkörnigen alluvialen Ablagerungen (Schicht C) sind generell durch einen höheren Kies und Sandgehalt und vermutlich durch eine mittlere Permeabilität (Wasserleiter) gekennzeichnet.

Der Felsuntergrund ist durch eine sekundäre Porosität aufgrund des Klüftungsgrades gekennzeichnet. Dabei sind die Wasserzirkulationen vor allem entlang der Kluft- und Schichtflächen gebunden.

Die Hangschuttablagerungen sind aufgrund der recht grobkörnigen Zusammensetzung durch eine mittlere bis gute primäre Durchlässigkeit gekennzeichnet.

5.2.2 Hydrogeologische Situation im Untergrund

Für die Talstation ergeben sich folgende Wasserspiegel:

5.2 Caratterizzazione e modellazione idrogeologica

5.2.1 Permeabilità dei depositi

In generale, le permeabilità idrauliche nell'area di progetto possono essere descritte come segue:

I depositi di materiale sciolto a grana fine (strati A2 e B) sono generalmente caratterizzati da una permeabilità primaria (porosità primaria) molto bassa a causa dell'elevata percentuale della frazione fine e devono essere classificati come strati pressochè impermeabili.

I depositi a granulometria mista dello strato A1 sono caratterizzati da una permeabilità da bassa a moderata, con circolazioni idriche che avvengono preferenzialmente lungo le lenti più grossolane.

I depositi alluvionali a granulometria mista (strato C) in genere sono caratterizzati da una percentuale di ghiaie e sabbie più elevata e presumibilmente presentano una permeabilità media (strati permeabili).

Il substrato roccioso è caratterizzato da una porosità secondaria dovuta al grado di fratturazione. Le circolazioni idriche avvengono soprattutto lungo i piani di fratture e di stratificazione.

I depositi di detrito di versante per la granulometria piuttosto grossolana sono caratterizzati da una permeabilità primaria da media e buona.

5.2.2 Situazione idrogeologica del sottosuolo

Per la stazione di valle risultano i seguenti livelli:

Datum data	S1/24	S2/24
17/10/2024	3,61	7,65
25/10/2024	3,66	7,66
18/11/2024	3,75	7,77
16/10/2026	3,82	7,85

Die Wasserstände der beiden Bohrungen zeigen vermutlich den Grundwasserstand im Talboden an, wobei dieser vom hydraulischen Niveau des Grödenbach gesteuert wird und jahreszeitlichen und periodischen Schwankungen unterworfen ist.	I livelli idrici dei due sondaggi indicano presumibilmente la falda del fondovalle, la quale è regolata dal livello idraulico del torrente Gardena ed è soggetta a variazioni stagionali e periodiche.
Ob es sich in S2/24 um einen freien oder einen teilweise gespannten Grundwasserspiegel innerhalb einer Kiesreichen Linse handelt, ist derzeit nicht restlos geklärt (siehe die beiden Interpretationsmöglichkeiten der geol. Schnitte).	Non è ancora del tutto chiarito se nel punto S2/24 si tratti di una falda libera o parzialmente confinata all'interno di una lente ghiaiosa (vedasi le due possibili interpretazioni delle sezioni geologiche).
Oberhalb des Wasserspiegels muss jedenfalls mit lokalen permanente oder auch nur zeitweiligen Wasserwegigkeiten gerechnet werden, die sich bevorzugt entlang der grobkörnigsten Linsen und Lagen ausbilden.	Al di sopra del livello idrico bisogna comunque considerare la possibile presenza di percorsi idrici locali, permanenti o temporanei, che si sviluppano preferibilmente lungo le lenti e gli strati più grossolani.
Im Bereich der beiden Liftstützen 1+2 wurden in den Baggerschürfen keine Wasserwegigkeiten angetroffen. Trotzdem muss mit lokalen temporären Wasserwegigkeiten gerechnet werden.	Nell'area dei due piloni 1+2 dell'impianto di risalita, non sono stati rilevati percorsi d'acqua nei saggi di scavo. Tuttavia, è necessario considerare la possibilità di percorsi d'acqua locali e temporanei.
Im Bereich der Bergstation war die Bohrung trocken. Hier können sich temporäre Wasserwegigkeiten entlang von Klüften ausbilden.	Nella zona della stazione a monte, il sondaggio risultava asciutto. In questa zona possono formarsi percorsi d'acqua temporanei lungo le fratture.

GEOTECHNISCHES VORGUTACHTEN ZU DEN FELDUNTERSUCHUNGEN

Das vorliegende **geotechnische Vorgutachten zu den Untersuchungen** wurde entsprechend den NTC 2018, Rundschreiben 2019 ausgearbeitet und beinhaltet:

- Beschreibung des Untersuchungsprogramms, welches für das vorliegende Gutachten ausgearbeitet worden ist;
- Charakterisierung und Modellierung der Böden im Untergrund mit Angaben zu den geologisch- stratigraphischen Eigenschaften und Definition der geotechnischen Parameter;
- Beschreibung des Untersuchungsgebietes, der Bauwerke und der Eingriffe, Bewertung der eventuellen geologisch-geotechnischen Gefahrenstufe;
- Bewertung der geologischen und geotechnischen Problematiken mit Vorschlag der Bauwerkstypologie;
- Bewertung des örtlichen seismischen Antwortspektrums mithilfe des vereinfachten Verfahrens (siehe seismischen Fachbericht in der Folge und in der Anlage 3).

Unter Berücksichtigung der geltenden Gesetzgebung muss der „Tragwerksplaner“ ('Progettista delle Strutture') die realen Gründungsstrukturen (o.Ä., welche mit dem Untergrund in Kontakt kommen) prüfen, die im Projekt zur Anwendung kommen (auch unter Berücksichtigung der seismischen Einwirkungen, die auch Funktion des geplanten Strukturtyps sind, welcher dem Unterzeichnenden nicht bekannt ist). Außerdem obliegt ihm die Prüfung des signifikanten Bodenvolumens in Funktion der geplanten Gründungen (Anteile des Untergrunds, welche direkt oder indirekt vom Bauvorhaben beeinflusst sind), der Vergleich der Ergebnisse mit den vorgesehenen Beanspruchungen durch das Bauwerk, die Definition der eventuellen Vorschriften bzgl. der Bauweise und die Ermittlung eines eventuellen Kontroll- und/oder Überwachungsplanes in der Ausführungs- und/oder Betriebsphase.

RELAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE RELATIVA ALLE INDAGINI

La presente **Relazione geotecnica preliminare relativa alle indagini** è stata elaborata secondo le NTC 2018, relativa Circolare 2019, e contiene le seguenti parti:

- Descrizione del programma delle indagini di base effettuate per la presente relazione;
- Caratterizzazione e modellazione dei terreni presenti nel sottosuolo con indicazione delle caratteristiche geologico-stratigrafiche e dei parametri geotecnici;
- Descrizione del sito, delle opere e degli interventi; valutazione del grado di pericolo geologico-geotecnico;
- Valutazione delle problematiche geologiche e geotecniche con proposta di tipologie di opere;
- Valutazione della risposta sismica locale tramite l'approccio semplificato (vedasi relazione specialistica sismica a seguire e in Allegato 3).

In riferimento alla normativa in vigore il 'Progettista delle Strutture' dovrà poi verificare le reali strutture di fondazione (o altre a contatto con il terreno) che verranno previste nel progetto (considerando l'azione sismica in quanto questa è anche funzione della tipologia di struttura in progetto, non nota allo scrivente). In base alle fondazioni di progetto dovrà valutare se risulta caratterizzato il volume significativo di terreno coinvolto (parte di sottosuolo influenzata direttamente o indirettamente dalla costruzione), confrontare i risultati con le prestazioni previste per le opere, definire eventuali prescrizioni sulle modalità costruttive, definire un eventuale piano di controllo e/o monitoraggio in corso d'opera e/o in esercizio.

Das Untersuchungsprogramm dieser Projektphase, das in Übereinstimmung mit dem Projektanten und dem Auftraggeber definiert ist, basiert auf der Oberflächenkartierung und den Felduntersuchungen. In den folgenden Projektierungs- oder in der Ausführungsphase müssen die Eigenschaften innerhalb des signifikanten Volumens bzw. des Bodenanteils, welcher vom Bauwerk beeinflusst wird, kontrolliert und überprüft werden.

Il piano delle indagini per questa fase progettuale, definito in accordo con il Progettista e con la Committenza, è basato sul rilievo di superficie e sulle indagini in sito. Nelle successive fasi progettuali o in esecuzione dovranno comunque essere controllate e verificate le caratteristiche entro il volume di terreno significativo, ovvero nella porzione di sottosuolo influenzata dalle opere.

6 AUSWERTUNG DER DATEN AUS GEOTECHNISCHEN VERSUCHEN

6 ELABORAZIONE DEI DATI DA PROVE GEOTECNICHE

6.1 SPT-Versuche

Die SPT- Versuche im Bohrloch ermöglichen eine Beurteilung der geotechnischen Parameter des Untergrundes anhand von empirischen Korrelationen, die von verschiedenen Autoren mit den N_{SPT} -Werten erstellt worden sind.

6.1 Prove S.P.T.

Le prove S.P.T., eseguite nel foro di sondaggio, permettono di ottenere una valutazione di massima dei parametri geotecnici del sottosuolo attraverso correlazioni empiriche, proposte da vari Autori, con il N_{SPT} .

a) Bezüglich der Charakteristiken der Dichte des Untergrundes

Die relative Dichte der Schichten ($D_R\%$) wird auf Basis der Gibbs – Holz (1986) Theorie ermittelt.

a) Relativamente alle caratteristiche di addensamento dei terreni

La densità relativa dei terreni ($D_R\%$) viene valutata sulla base delle correlazioni proposte da Gibbs – Holz (1986).

b) In Bezug auf die Parameter der Scherfestigkeit

Für nicht kohäsive Böden wird der innere Reibungswinkel (ϕ') als der aussagekräftigste Wert mittels der gängigsten Methoden berechnet, welche in den Tabellen in der Anlage wiedergegeben sind.

b) Relativamente ai parametri di resistenza al taglio

Per i terreni non coesivi l'angolo di attrito interno (ϕ') è valutato come il valore più significativo tra quelli ottenibili con i più comuni metodi in uso, riportati nel tabulato in Allegato.

c) In Bezug auf die Parameter der Zusammendrückbarkeit

Das Elastizitätsmodul des untersuchten Untergrundes wird auf Basis der Bowles (1988) Theorie ermittelt.

c) Relativamente ai parametri di compressibilità

Il modulo elastico dei terreni in esame è stato valutato utilizzando le correlazioni proposte da Bowles (1988).

d) Konsistenzgrad für kohäsive Böden

Es wurde auf die Konsistenzklassen nach Bowles (1988) Bezug genommen.

d) Grado di consistenza per terreni coesivi

Per questo si è fatto riferimento alle classi di consistenza proposte da Bowles (1988).

Die Werte aus diesen Gleichungen sind in der folgenden Tabelle schematisch zusammengefasst und im Detail in der Tabelle in der Anlage 2 wiedergegeben.

I valori ottenuti con queste correlazioni sono riassunti schematicamente nella tabella a seguire e riportati nel dettaglio nel tabulato di calcolo in Allegato 2.

Bohrung sondaggi	Tiefe profondità	N _{SPT}	D _R	φ _{med}	φ _{min}	Boden terreno	Geotech. Kat./cat. geot.
(N.)	m (unter GOK)		%	(°)	(°)		
S1/24	1,5	8	54	28	25	M/B	1/2
	3,0	11	55	30	26	A1	2
	4,5	23	71	34	31	A1	2
	6,0	17	61	33	29	B / A2	3
	7,5	23	65	34	31	B / A2	3
	9,0	29	74	36	33	C	4
S2/24	1,5	5	42	26	23	M	1
	3,0	14	62	32	28	B	3
	4,5	16	60	32	29	B	3
	6,0	18	59	32	29	B	3
	7,5	9	39	27	25	A1	2
	9,0	14	47	30	27	A1	2
	10,5	22	57	32	29	C	4
	12,0	30	65	34	31	C	4
	13,5	Rif.	99	42	40	C	4
	15,0	34	65	34	32	C	4

Außerdem wurde auch eine Auswertung der SPT-Daten mit der Software Dynamic der Firma Geostru durchgeführt. Die Ergebnisse sind ebenfalls in der Anlage 2 wiedergeben. Diese weitere Ausarbeitung ermöglichte eine noch genauere Analyse der Daten.

Es wird generell hervorgehoben, dass die SPT-Versuche eine gute Abschätzung der geotechnischen Eigenschaften von sandigen Böden erlauben, für feinkörnige, tonig-torfge und schluffige Ablagerungen liefern sie aber keine zuverlässigen Ergebnisse. Für diese Ablagerungen wird i. Allg. der Reibungswinkel überbewertet und es ergeben sich keine Werte für die Kohäsion. Auch die Werte für den Elastizitätsmodul können nur als vorläufige Richtwerte angesehen werden.

Die Versuche, die zum „Versagen“ (rifiuto) führten, sind auf die Präsenz von Blöcken zurückzuführen

7 VORLÄUFIGE GEOTECHNISCHE PARAMETRIERUNG

In der Folge wird die geologische und geotechnische Darstellung des untersuchten Untergrunds angegeben. Für jede einzelne Schicht werden in der Tabelle die charakteristischen Werte der Parameter wiedergegeben. In

Inoltre è stata effettuata anche un'elaborazione dei dati SPT con il software Dynamic della ditta Geostru. Anche questi risultati sono riportati in Allegato 2. Questa ulteriore elaborazione ha consentito di affinare ulteriormente l'analisi dei dati.

Si evidenzia che le prove SPT risultano appropriate per una caratterizzazione geotecnica dei terreni sabbiosi, per terreni fini, argilloso-torbosi e limosi non forniscono risultati affidabili. Per questi in genere l'angolo è sovrastimato e non risultano valori per la coesione. Anche i valori del modulo elastico dovranno essere considerati solamente come dati per stime preliminari.

Prove che hanno fornito valori a rifiuto nel presente caso sono dovuti alla presenza di blocchi.

7 PARAMETRAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

Si espone la schematizzazione geologica e geotecnica del sottosuolo in esame; per ogni strato individuato si riportano in tabella i valori caratteristici dei parametri. In ottemperanza alla normativa in vigore (DM

Übereinstimmung mit der geltenden Gesetzgebung (M.D. 17.01.18; Circ. Nr.7 21.01.19; EC7 2.4.5.2) gilt, dass diese:

- nahe am Mittelwert liegen müssen, falls für den angenommenen Grenzzustand ein großes Bodenvolumen mit möglicher Kompensation der Heterogenitäten beeinflusst wird, oder wenn die mit dem Boden in Kontakt stehende Struktur, durch eine ausreichende Steifigkeit gekennzeichnet ist, wodurch die Beanspruchungen von den Zonen geringerer Resistenz in die Zonen höherer Resistenz abgeleitet werden können;
- nahe am Mindestwert liegen müssen, falls ein geringes Bodenvolumen beeinflusst wird, mit Konzentration der Deformationen bis zur Ausbildung einer Gleitfläche innerhalb des weniger resistenten Bodenanteils des signifikanten Bodenvolumens oder falls die mit dem Boden in Kontakt stehende Struktur, aufgrund fehlender Steifigkeit nicht fähig ist, die Kräfte der weniger resistenten Zonen in die Zonen höherer Resistenz abzuleiten.

In Bezug auf die im folgenden Kapitel durchgeführten Nachweise wurden **charakteristische Parameter nahe am Mittelwert** bestimmt. Diese müssen vom Statiker kontrolliert und überprüft werden und an die effektiven Strukturen, die zum Einsatz kommen, und deren Steifigkeit angepasst werden.

Die Zuweisung der Bodenparameter basiert auf den Ergebnissen der durchgeführten Feldversuche, auf Untersuchungen, die in vergleichbaren Böden durchgeführt worden sind sowie auf Literaturdaten. Die Bodenparameter aller Bodenarten müssen auf alle Fälle in der Ausführungsphase nochmals kontrolliert und bestätigt werden.

***Geotechnische Kategorie 1:
Oberboden, umgelagerte Böden,
Aufschüttungen:***

Aus geotechnischer Sicht sind der Oberboden bzw. die Humusschicht sowie umgelagerte und aufgeschüttete Ablagerungen nicht tragfähig und können nur für statisch nicht relevante Geländeangleichungen verwendet. Sie sind als Gründungsuntergrund nicht

17.01.18; Circ. N.7 21.01.19; EC7 2.4.5.2) questi devono corrispondere a:

- valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti;
- oppure prossimi ai valori minimi nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità.

In riferimento alle verifiche eseguite nel capitolo a seguire si sono definiti **parametri caratteristici prossimi ai valori medi**, ciò dovrà anche essere verificato e controllato a cura della Progettazione Statica, ovvero in base alle effettive strutture che verranno adottate ed alla relativa rigidità.

Per i depositi l'attribuzione dei parametri si basa su prove eseguite in sito, su indagini effettuate in terreni simili e da bibliografia. In ogni caso per tutte le tipologie di terreni la parametrizzazione assegnata dovrà essere controllata e confermata in fase esecutiva.

***Categoria geotecnica 1:
Terreno superficiale - strato vegetale,
riporti:***

Da un punto di vista geotecnico sia il terreno superficiale ovvero lo strato vegetale sia depositi ridepositati e i riporti non sono portanti e possono essere utilizzati solo per i livellamenti del terreno non significativi. Non possono essere

geeignet und müssen abgetragen werden. Diesen Schichten werden demzufolge keine geotechnischen Parameter zugewiesen.

utilizzati neanche come terreno fondazionale e devono essere sbancati. Di conseguenza non vengono assegnati parametri geotecnici a questi strati.

Geotechnische Kategorie 2:
gemischtkörnige Murschuttablagerungen mit mittlerer Verdichtung: Schluff mit Kies (Schicht A1).

Diesen Böden können vorläufig folgende charakteristische geotechnische Parameter zugeordnet werden:

Categoria geotecnica 2:
depositi di colata a granulometria mista di addensamento medio – limi con ghiaie (strato A1).

A questi depositi è possibile assegnare i seguenti parametri geotecnici preliminari:

natürliche Dichte des Untergrundes (γ_n) densità naturale del sottosuolo (γ_n)	1,90 t/m ³	19,0 kN/m ³
Reibungswinkel (ϕ') / Angolo di attrito (ϕ')	30-32°	
Kohäsion (c') / coesione (c')	0,0 – 0,05 Kg/cm ²	0 - 5 KPa
Elastizitätsmodul / modulo elastico (E)	100 - 250 kg/cm ²	10 - 25 MPa

Geotechnische Kategorie 3:
vorwiegend feinkörnige Ablagerungen der Rutschmasse und/oder feinkörnige Murschuttablagerungen mit mittlerer Verdichtung – kiesiger Schluff und Ton: Schicht B und A2.

Diesen Böden können vorläufig folgende charakteristische geotechnische Parameter zugeordnet werden:

Categoria geotecnica 3:
depositi di natura fine di frana e/o di depositi di colate detritiche di natura fine e di addensamento medio – limi e argille ghiaiosi (strato B e A1).

A questi depositi è possibile assegnare i seguenti parametri geotecnici preliminari:

natürliche Dichte des Untergrundes (γ_n) densità naturale del sottosuolo (γ_n)	1,90 t/m ³	19,0 kN/m ³
Reibungswinkel (ϕ') / Angolo di attrito (ϕ')	28-30°	
Kohäsion (c') / coesione (c')	0,05 – 0,10 Kg/cm ²	5 - 10 KPa
Elastizitätsmodul / modulo elastico (E)	100 - 250 kg/cm ²	10 - 25 MPa

Geotechnische Kategorie 4:
alluviale Ablagerungen: Kies, Sand, stark schluffig mit guter Verdichtung – Schicht D:

Diesen Böden können vorläufig folgende charakteristische geotechnische Parameter zugeordnet werden:

Categoria geotecnica 4:
depositi alluvionali: ghiaie, sabbie fortemente limose di buon addensamento – strato D:

A questi depositi è possibile assegnare i seguenti parametri geotecnici preliminari:

natürliche Dichte des Untergrundes (γ_n) densità naturale del sottosuolo (γ_n)	1,90 t/m ³	19,0 kN/m ³
Reibungswinkel (ϕ') / Angolo di attrito (ϕ')	32-34°	
Kohäsion (c') / coesione (c')	0 kg/cm ²	0 kPa

Geotechnische Kategorie 5:

Hangschuttablagerungen: Kies und Steine, sandig, mit guter Verdichtung – Schicht E:

Diesen Böden können vorläufig folgende charakteristische geotechnische Parameter zugeordnet werden:

Categoria geotecnica 5:

detrito di versante: ghiaie e sassi sabbiose di buon addensamento – strato E:

A questi depositi è possibile assegnare i seguenti parametri geotecnici preliminari:

natürliche Dichte des Untergrundes (γ_n) densità naturale del sottosuolo (γ_n)	1,90 t/m ³	19,0 kN/m ³
Reibungswinkel (ϕ') / Angolo di attrito (ϕ')	32-34°	
Kohäsion (c') / coesione (c')	0,02 – 0,08 kg/cm ²	2 - 8 kPa

Geotechnische Kategorie 6:

Felsuntergrund (Laven) – Schicht E: gekennzeichnet durch eine intensive, subvertikale Klüftung.

Diesen Gesteinen können vorläufig folgende charakteristische geotechnische Parameter zugeordnet werden (bei Annahme eines lockermaterialähnlichen Verhaltens):

Categoria geotecnica 6:

Substrato roccioso (lave) – strato E: caratterizzato da una fitta fratturazione subverticale.

A queste rocce è possibile assegnare i seguenti parametri geotecnici preliminari (ipotizzando un comportamento tipo detrito):

natürliche Dichte des Untergrundes (γ_n) densità naturale del sottosuolo (γ_n)	2,60 t/m ³	26,0 kN/m ³
Reibungswinkel (ϕ') / Angolo di attrito (ϕ')	38-42°	
Kohäsion (c') / coesione (c')	0,5 – 1 kg/cm ²	50 - 100 kPa

Die charakteristischen Werte für den Reibungswinkel sind als Bandbreiten angegeben und berücksichtigen die Inhomogenität des Materials sowie dessen räumliche Variabilität.

I valori caratteristici dell'angolo di attrito sono indicati come range anche tenendo conto della non omogeneità del materiale e la relativa variabilità spaziale sull'area di progetto.

8 VORLÄUFIGE GEOLOGISCH – GEOTECHNISCHE ANMERKUNGEN ZUM BAUVORHABEN

8.1 Beschreibung des Bauvorhabens

Das Bauvorhaben sieht den Abbruch und Neubau der Seilbahn Ciampinoi vor. Im Bereich der Talstation wird in erster Linie nur die Bahn selbst neu errichtet und es sind nur kleine Umbauarbeiten geplant (vor allem Abbruch). Im Bereich der Bergstation soll neben der Station und der Liftstütze 3 ein

8 INDICAZIONI GEOLOGICHE – GEOTECNICHE PRELIMINARI RELATIVE A QUANTO IN PROGETTO

8.1 Descrizione del progetto

Il progetto di costruzione prevede la demolizione e la ricostruzione della funivia Ciampinoi. Nell'ambito della stazione di valle è previsto in primis il rifacimento dell'impianto stesso con piccoli lavori di ristrutturazione (soprattutto lavori di demolizione). Nella zona della stazione di monte oltre all'impianto e il

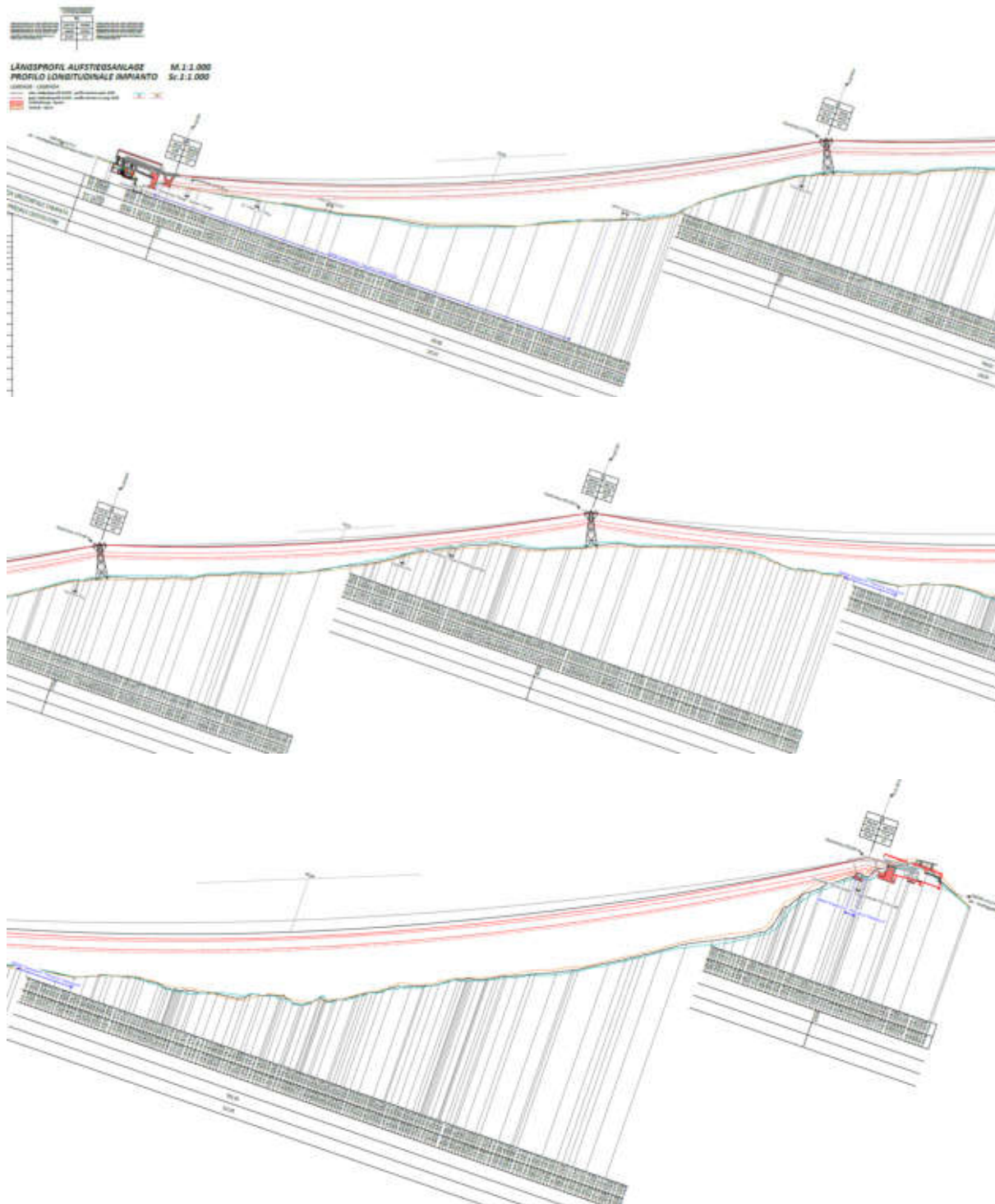


Fig. 17: Auszug aus dem Projekt – Längsschnitt Trasse / stralcio da progetto – sezione longitudinale tracciato

8.2 Talstation

Die Talstation ist in derselben Position wie die bestehende Station vorgesehen und wird größtenteils auf dem bestehenden Gebäude errichtet. Nur für die Hauptsteher und Auffahrtsstützen ist eine Gründung auf den gewachsenen Boden vorgesehen.

Die Station ist beidseitig des Grödenbachs geplant, wobei ein Hauptsteher orographisch rechts und ein 2. Hauptsteher sowie die Fundamente der Auffahrtsstützen orographisch links des Bachlaufs geplant sind.

Die geplante Einstiegsebene liegt auf 1566,85 m. ü.M. Die geplante Gründungskote des rückseitigen, or. rechten Hauptstehers liegt ca. 1 m unterhalb der Gründungskote der bestehenden Bausubstanz.

Der Hauptsteher und die Pfeiler auf der or. rechten Seite haben entsprechend den Planunterlagen eine talseitige Einbindungstiefe von ca. 1,2-1,3 m unter GOK.

Es folgen Projektauszüge.

8.2 Stazione di valle

La stazione di valle è prevista nella stessa posizione della stazione esistente e sarà costruita per la maggior parte sull'edificio già presente. Solo per i pilastri principali e i pilastri dell'impianto di risalita sono previste nuove fondazioni.

La stazione è prevista su entrambi i lati del torrente Gardena, con un pilastro principale situato in destra orografica e un secondo pilastro principale, insieme alle fondamenta dei pilastri dell'impianto, situati in sinistra orografica del corso d'acqua.

Il livello d'imbarco previsto si trova a 1566,85 m s.l.m. La quota fondazionale per il pilastro principale posteriore, situato in destra orografica, è prevista circa 1 metro al di sotto della quota fondazionale della struttura esistente.

Le fondazioni dei pilastri principali e dei pilastri dell'impianto in destra orografica secondo le planimetrie di progetto hanno una profondità d'incastro a ca. 1,2-1,3 m sotto p.c.. Seguono estratti del progetto.

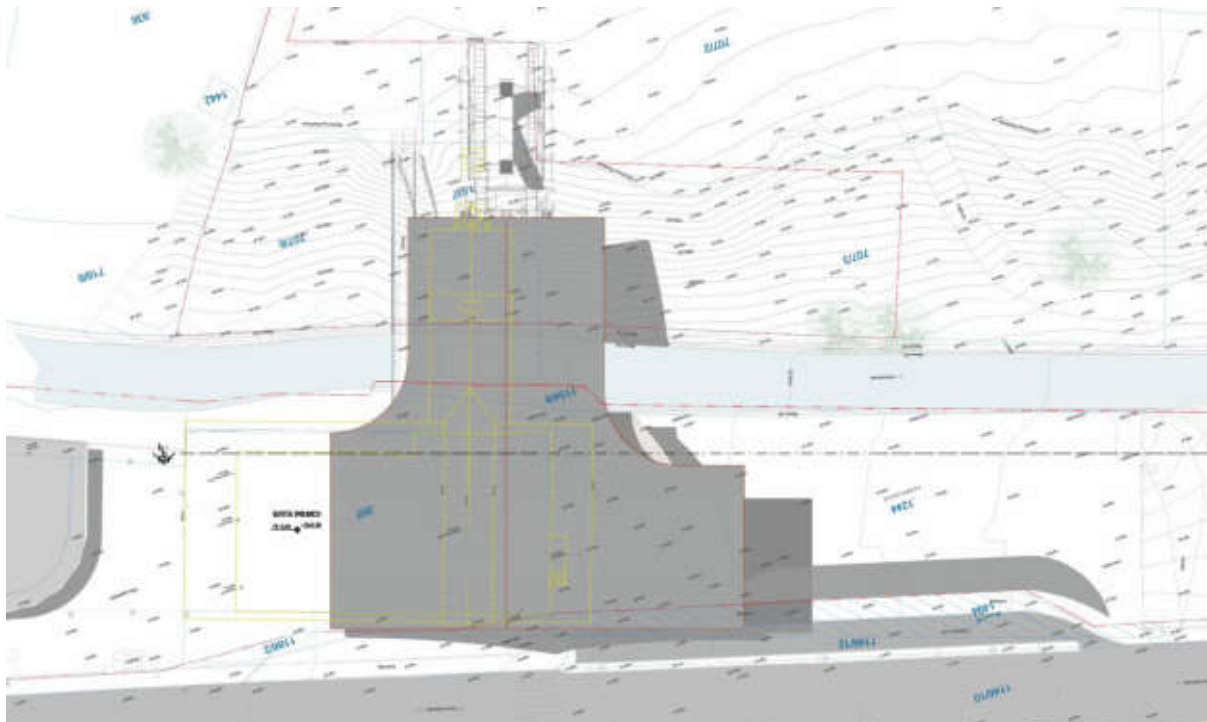


Fig. 18: Projektauszug – Lageplan Talstation (Arch. Sader) / stralcio da progetto – planimetria stazione di valle (Arch. Sader)

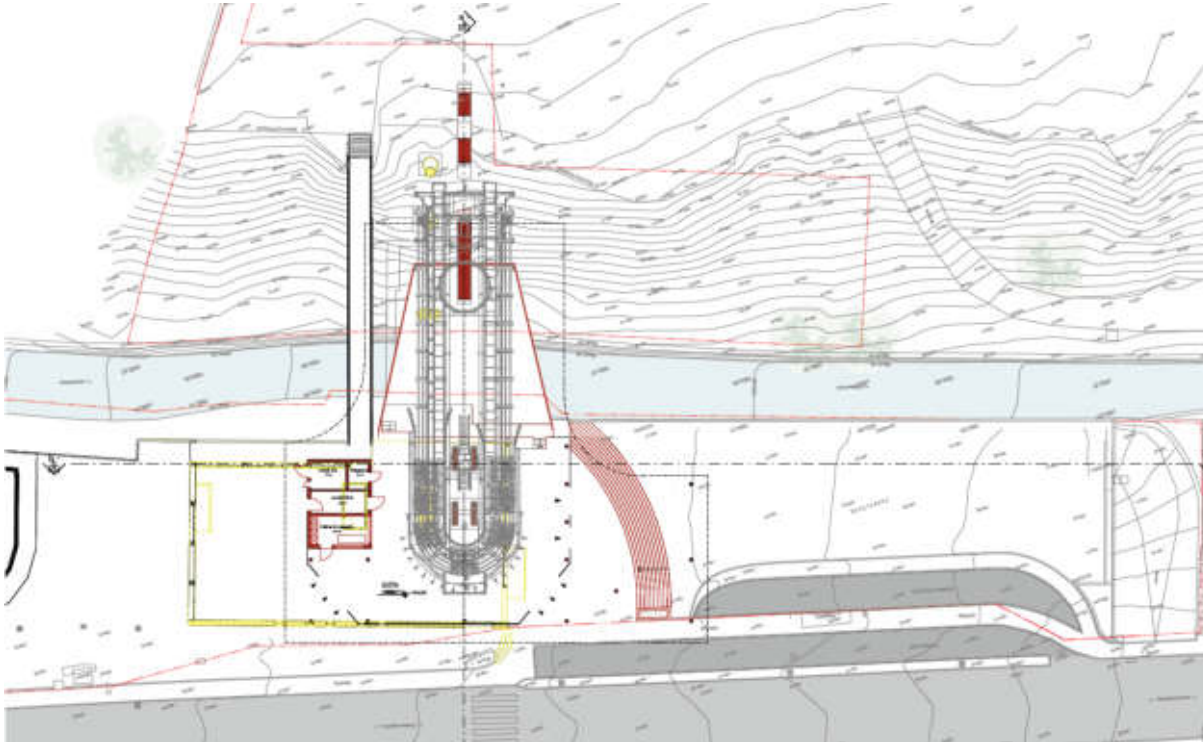


Fig. 19: Projektauszug – Lageplan Einstiegsebene (Arch. Sader) / stralcio da progetto – pianta d'imbarco (Arch. Sader)



Fig. 20: Profil Talstation a-RG-M (Arch. Sader) / profilo stazione di valle a-RG-M (Arch. Sader)



Fig. 21: Profil Talstation b-RG-M (Arch. Sader) / profilo stazione di valle b-RG-M (Arch. Sader)

Gründungsuntergrund:

Das orographisch rechte Fundament liegt entsprechend dem geologischen Schnitt (siehe Fig. 12 und Fig. 13) innerhalb der gemischtkörnigen Murschuttablagerungen (Schicht A1), und Richtung Bach eventuell auch noch auf Aufschüttungen. Richtung Bach liegt ein Teil des Fundaments möglicherweise innerhalb des Schubkeils der Ufermauer und interferiert mit dieser.

Der orographisch linke Hauptsteher kommt entweder auf den gemischtkörnigen Murschuttablagerungen (Schicht A1) oder den feinkörnigen Ablagerungen eines Rutschkörpers (Schicht B) zu liegen. Die Gründung der Liftstützen liegt im Übergangsbereich zwischen den Aufschüttungen und den feinkörnigen Ablagerungen eines Rutschkörpers (Schicht B).

Aus geologischer Sicht muss jedenfalls eine akkurate Kontrolle der Gründungsböden in der Ausführungsphase vorgesehen werden. Alle Gründungen müssen unterhalb der oberflächlichen Verwitterungs- und Aufschüttungsschicht gegründet werden, sprich auf den Ablagerungen der Schicht A1/A2 oder B.

Aufgrund des hohen Feinkornanteils können beide Ablagerungsarten bei Wasserzutritten stark aufweichen und ein plastisches Verhalten zeigen, weshalb eine gute Wasserhaltung in der Baugrube unbedingt notwendig ist.

Sottosuolo di fondazione:

La fondazione di destra orografica è prevista, secondo la sezione geologica (vedasi Fig. 12 e Fig. 13), all'interno dei depositi di colata detritica a granulometria mista (strato A1) e in direzione valle potrebbero essere presenti anche terreni riportati. In direzione del Rio, una porzione delle fondamenta potrebbe interferire con il cuneo di spinta del muro sponale, creandone un'interferenza.

Il montante principale in orografica sinistra sarà impostato o sui depositi di detritici a granulometria mista (strato A1) oppure sui depositi a granulometria fine di una massa franosa (strato B). Le fondazioni dei pilastri dell'impianto di risalita si trovano nella zona di transizione tra i riporti e i depositi a granulometria fine della massa franosa (strato B).

Dal punto di vista geologico è quindi necessario prevedere un accurato controllo dei terreni di fondazione durante la fase di costruzione. In ogni caso tutte le fondazioni devono essere impostate al di sotto dello strato superficiale alterato e di riporti e quindi sui depositi dello strato A1/A2 o B.

Entrambe le tipologie di depositi per il loro elevato contenuto di porzione fine possono rammollirsi in caso di afflussi idrici e manifestare un comportamento plastico e quindi sarà assolutamente necessario prevedere una adeguata gestione delle acque entro lo scavo.

Diese Ablagerungen sind zudem stark frostempfindlich und auch setzungsempfindlich. Sämtliche Gründungen sind auf alle Fälle unterhalb der Frosttiefe einzurichten und die zulässigen Auflasten müssen unbedingt im Hinblick auf die Setzungen geprüft werden.

Zur Homogenisierung der Gründungsfläche ist jedenfalls die Ausbringung eines Geotextils mit geeigneter Robustheitsklasse und die anschließende Einrichtung eines homogenen Kiesbetts auf der gesamten Gründungsfläche notwendig. Angeraten wird der Einbau von 2 gut eingewalzte Kiesschichten zu je 30 cm. Als Gründungsstrukturen eignen sich möglichst starre Gründungsstrukturen (Platten Gründung), wie auch im Projekt vorgesehen.

Es wird nochmals auf die wahrscheinliche Interferenz zwischen Fundament und Ufermauer des Grödenbachs verwiesen. Die entsprechende Überprüfung und die Durchführung der entsprechenden Nachweise bzw. Definition der notwendigen Maßnahmen (z.B. Tieferlegung der Gründung, Rückverankerung der Ufermauer oder ähnliches) obliegen dem Planer.

Hydrogeologie:

Wie sich aus den geol. schematischen Schnitten ergibt, kann sich eine geringe Interferenz mit dem Grundwasserspiegel ergeben. Dies muss in der Ausführungsphase kontrolliert werden.

Jedenfalls ist der Einbau von Dränagen und eine gute Abdichtung sämtlicher unterirdischer Bauwerksteile unbedingt notwendig. Auch um die Fundamente der Auffahrtsstützen muss eine Ringdränage realisiert werden, die im Stande ist, sämtliche unterirdische Wässer zu sammeln und abzuleiten.

Für die Bauphase ist eine gute Wasserhaltung in der Baugrube unbedingt notwendig, um das Aufweichen der feinkörnigen Ablagerungen möglichst gering zu halten.

Baugrube:

Für die Errichtung des or. rechten Hauptstehers muss die bestehende Baustuktur für

Questi depositi sono inoltre altamente sensibili al gelo-disgelo e a cedimenti. Tutte le fondazioni devono essere realizzate al di sotto della profondità di gelo e i carichi ammissibili devono essere verificati anche in relazione ai cedimenti.

Per omogeneizzare il piano fondazionale si raccomanda di prevedere la stesa di un tessuto non tessuto di adeguata classe di resistenza e di creare a seguito un letto di ghiaia omogeneo sul piano fondazionale. Si consiglia la messa in opera di 2 strati di 30 cm ghiaie, ben addensate.

Come strutture fondazionali sono idonee fondazioni il più possibile rigide (fondazioni a platea), come previste anche da progetto.

Si richiama nuovamente l'attenzione sulla probabile interferenza tra la fondazione e il muro di sponda del torrente Grödenbach. La relativa verifica e l'esecuzione delle relative verifiche necessarie e la definizione delle misure da adottare (ad es. approfondimento della fondazione, ancoraggio retrostante del muro di sponda o simili) sono di responsabilità del progettista.

Idrogeologia:

Come risulta dalle sezioni geologiche schematiche è possibile una interferenza contentuta con il livello di falda. Ciò dovrà essere controllata in fase esecutiva.

In ogni caso è necessaria l'installazione di sistemi di drenaggio e una buona impermeabilizzazione di tutte le strutture sotterranee.

Anche nell'intorno delle fondazioni dei sostegni dei piloni deve essere realizzato un sistema di drenaggio ad anello, in grado di raccogliere e drenare tutta l'acqua sotterranea.

Per la fase esecutiva sarà necessario prevedere una adeguata gestione delle acque, al fine di limitare il più possibile l'ammorbidimento dei depositi a granulometria fine.

Scavo:

Per la realizzazione del pilastro principale dell'impianto di risalita sul lato orografico destro, sarà presumibilmente necessario

voraussichtlich mind. 1,6 m untergraben werden (Gründung + Kiesbett) oder auch mehr, falls eine weitere Tiefersetzung der Gründung aufgrund der Interferenz mit der Ufermauer notwendig ist. Für die Baugrube kann sich hier ein vertikaler, angemessen dimensionierter Baugrubenverbau oder eine abschnittsweise Unterfangung als notwendig erweisen. Die entsprechenden Details müssen vom Planer bestimmt werden.

Für den Hauptpfeiler und die Liftstütze der orographisch linken Seite ergeben sich maximale Böschungshöhen von etwa 5,5 – 6 m. Diese sind innerhalb der feinkörnigen Ablagerungen der Rutschmasse (Schicht B) durchzuführen, die mit dem Bagger reißbar sind. Es muss mit der Präsenz von lokalen Wasserwegigkeiten gerechnet werden, die zu einem lokalen Aufweichen der Ablagerungen führen können. Im Kap. 9.3 werden die Böschungswinkel ermittelt, die den Baugrubenböschungen vorläufig zugewiesen werden können.

ALLGEMEINE ANMERKUNGEN: Aufgrund der Präsenz der feinkörnigen Ablagerungen und den vorauszusehenden Wasserwegigkeiten ist voraussichtlich die Verwendung von signifikanten Kiesmengen notwendig, die bei der Kostenschätzung zu berücksichtigen sind, um eine Befahrung der Baugrube mit schwerem Gerät zu ermöglichen!

8.3 Liftstützen 1 und 2

Im Bereich der Liftstützen 1 und 2 kommen Hangschuttablagerungen mit guten geotechnischen Eigenschaften vor, die sich aus Steinen und Kies in sandiger Matrix zusammensetzen.

Aufgrund der steilen Hangneigungen ist aus geologischer Sicht eine Tiefengründung für die Liftstützen notwendig, um deren Stabilität zu garantieren.

Aus hydrogeologischer Sicht ist jedenfalls der Einbau von Dränagen notwendig, um

scavare sotto la struttura esistente per almeno 1,6 m (fondazione + letto di ghiaia), o anche di più, qualora si rendesse necessaria una fondazione più profonda a causa dell'interferenza con il muro spondale. Per lo scavo potrebbe essere necessaria l'impostazione di una struttura di sostegno verticale dello scavo, dimensionata in modo adeguato, oppure una sottofondazione per conci. Dettagli specifici devono essere definiti dal progettista.

Per il pilastro principale e il sostegno sul lato orografico sinistro si prevedono altezze massime delle scarpate di circa 5,5 – 6 m. Questi lavori dovranno essere eseguiti presumibilmente all'interno dei depositi a granulometria fine della massa franosa (strato B) scavabili con escavatore. Si deve prevedere la presenza di locali percorsi idrici che possono causare un ammorbidimento locale dei depositi. Al cap. 9.3 viene fornita una valutazione degli angoli di scarpa che in via preliminare possono essere assegnati alle scarpate di scavo.

NOTE GENERALI: A causa della presenza di depositi a grana fine e dei previsti percorsi idrici, sarà probabilmente necessario l'utilizzo di quantità significative di ghiaia, da considerare nella stima dei costi per consentire l'accessibilità di macchinari pesanti al cantiere!

8.3 Pilastri 1 e 2

Nella zona dei sostegni dell'impianto n. 1 e n. 2 di risalita sono presenti depositi di detrito di versante dotati di buone caratteristiche geotecniche, costituiti da sassi e ghiaie in matrice sabbiosa.

In considerazione delle forti pendenze del versante, dal punto di vista geologico è necessaria l'impostazione di una fondazione profonda per garantire la stabilità dei sostegni.

Dal punto di vista idrogeologico, è comunque indispensabile l'installazione di sistemi di

eventuell anfallende Wässer rasch zu sammeln und abzuleiten.

drenaggio per raccogliere e smaltire rapidamente le eventuali acque presenti.

8.4 Bergstation

Die Bergstation baut sich aus der Station mit einer Reihe Auffahrtsstützen sowie der Liftstütze n.3, dem Kabinenmagazin mit verschiedenen Technikräumen sowie einem Restaurant mit Personalzimmer auf.

Für die Projektumsetzung ist ein markanter Geländeabtrag im Gipfelbereich notwendig. Der maximale Geländeabtrag liegt bei etwa 15-16 m. Die höchsten Baugrubenböschungen erreichen voraussichtliche Höhen bis zu 9-10 m.

Es folgen Projektauszüge:

8.4 Stazione di monte

La stazione di monte è composta dalla stazione stessa con una serie di pilastri e il pilastro n.3, il magazzino delle cabine con vari locali tecnici, nonché un ristorante con stanze per il personale.

Per la realizzazione di quanto in progetto sono previste marcate modellazioni del terreno. I maggiori scavi sono di ca. 15-16m. I massimi fronti di scavo raggiungono altezze sino a circa 9-10 m.

Seguono estratti del progetto:

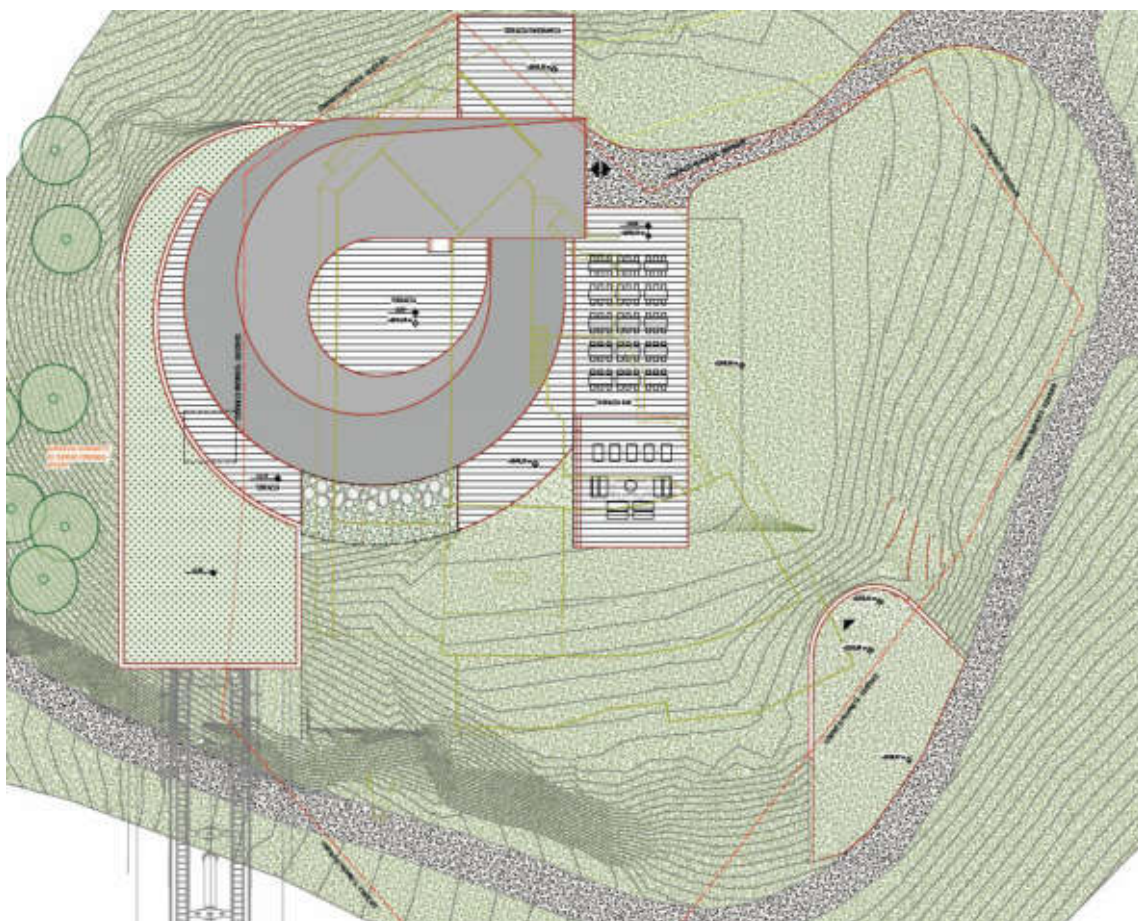


Fig. 22: Projektauszug – Lageplan Bergstation (Arch. Sader) / stralcio da progetto – planimetria stazione di monte (Arch. Sader)

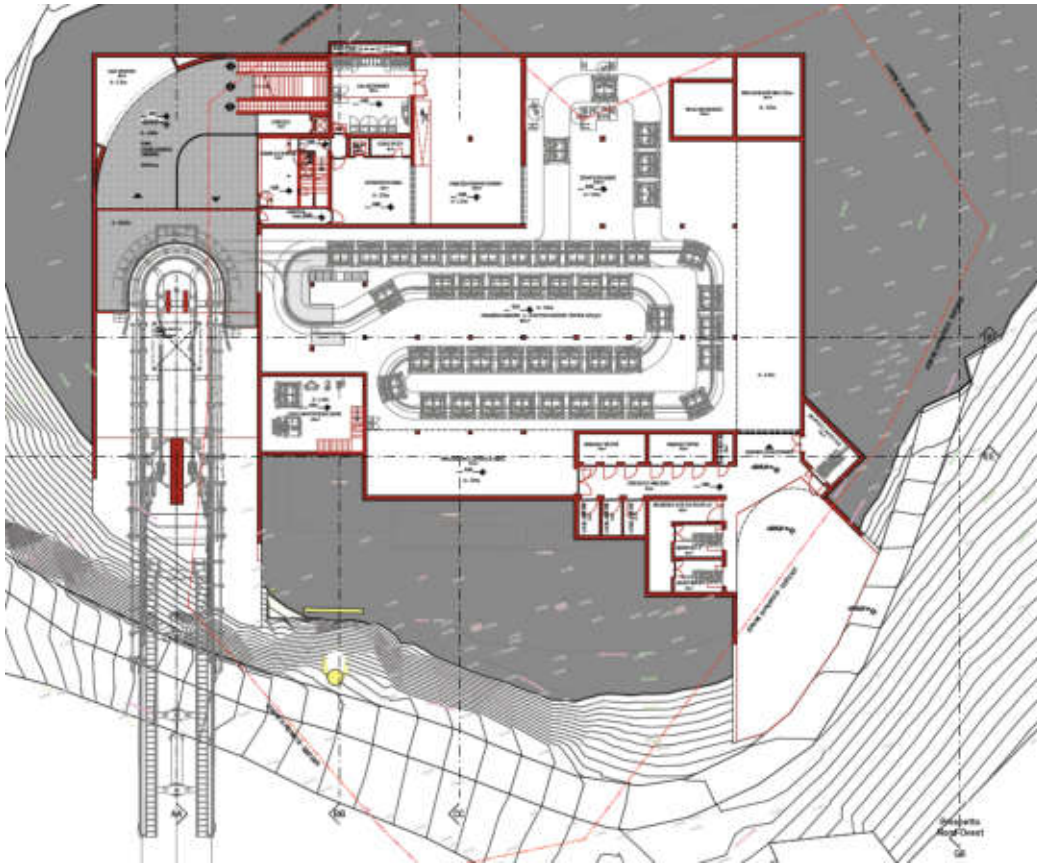


Fig. 23: Projektauszug – Grundriss 2. UG Bergstation (Arch. Sader) / stralcio da progetto – pianta 2° piano interrato stazione di monte (Arch. Sader)

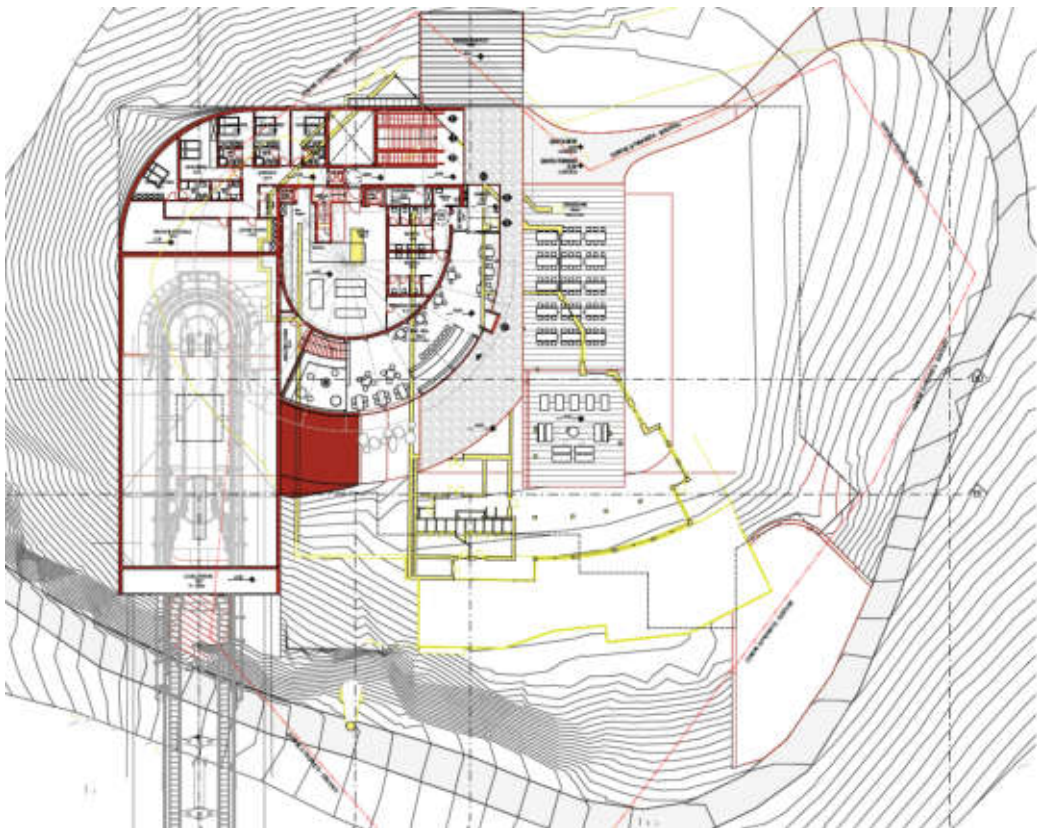


Fig. 24: Projektauszug – Grundriss EG Bergstation (Arch. Sader) / stralcio da progetto – pianta piano terra stazione di monte (Arch. Sader)

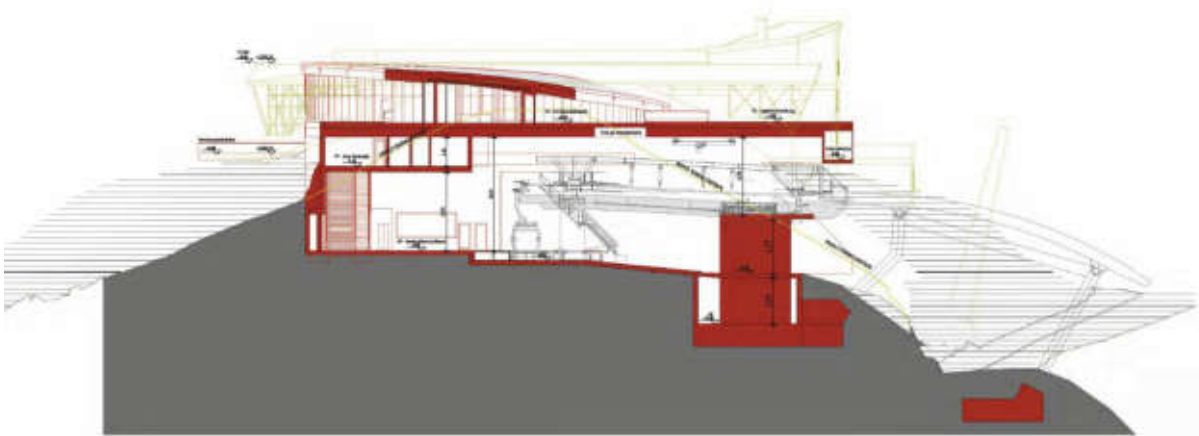


Fig. 25: Projektauszug –Schnitt AA – GR -M Bergstation (Arch. Sader) / stralcio da progetto – sezione AA – GR -M stazione di monte (Arch. Sader)

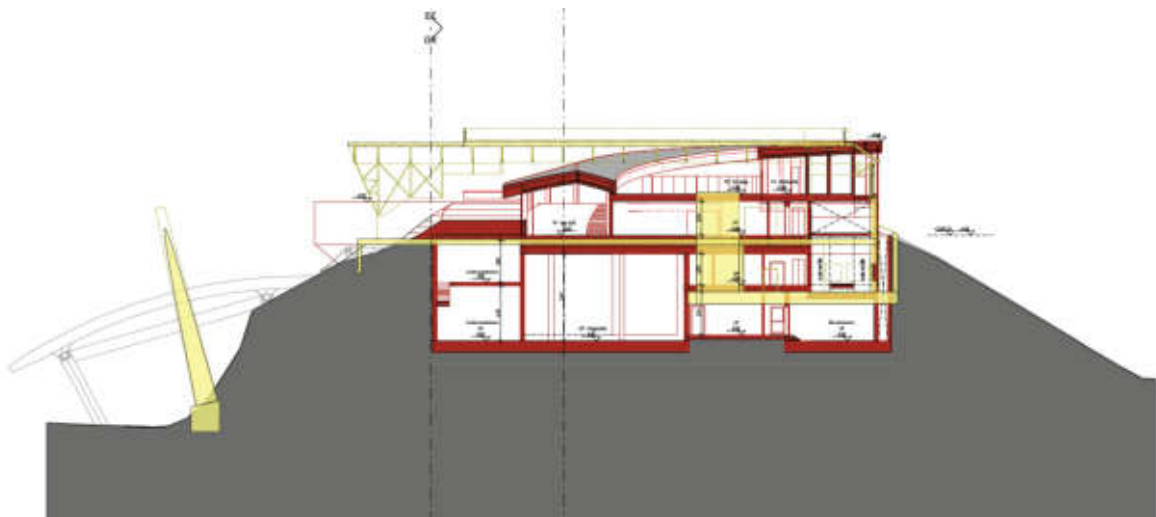


Fig. 26: Projektauszug –Schnitt BB – GR -M Bergstation (Arch. Sader) / stralcio da progetto – sezione BB – GR -M stazione di monte (Arch. Sader)

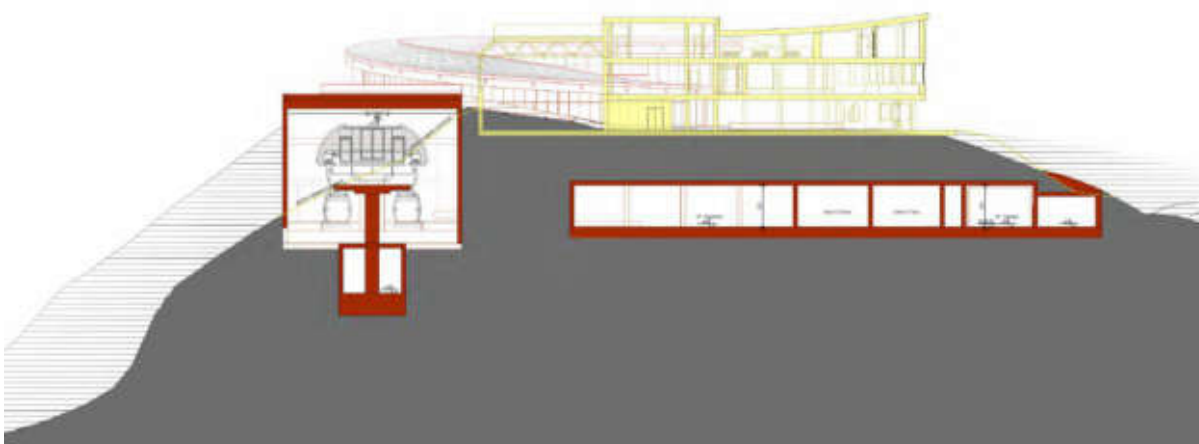


Fig. 27: Projektauszug –Schnitt EE – GR -M Bergstation (Arch. Sader) / stralcio da progetto – sezione EE – GR -M stazione di monte (Arch. Sader)

Gründungsuntergrund

Auf Gründungsniveau dürfte überall der Felsuntergrund aus den Laven der Fernazza Formation aufgeschlossen sein.

Generell gilt, dass der Fels durch gute bis sehr gute geotechnische Eigenschaften gekennzeichnet ist und keine Problematiken im Hinblick auf Tragfähigkeit und Setzungen hat. Auch die Gesamtstabilität Bauwerk – Hang ist aufgrund der Präsenz des Felsuntergrunds gegeben.

In der Ausführungsphase muss jedenfalls die Natur des Gründungsuntergrunds im Detail kontrolliert werden, mit speziellem Augenmerk auf die strukturelle Ausbildung des Felsens (Klüfte, Kluftöffnungen usw.). Auf alle Fälle müssen sämtliche Gründungen unterhalb der oberflächlichen Verwitterungsschicht und der Frosttiefe eingerichtet werden.

Die Bewertung der Notwendigkeit von eventuell notwendigen Verankerungen und/oder Pfahlgründungen obliegt dem Projektanten, auch unter Berücksichtigung der wirkenden Zugkräfte.

Hydrologie:

Aus hydrogeologischer Sicht können sich zeitweilige lokale Kluftwässer ausbilden. Aus diesem Grund ist der Einbau von Dränagen notwendig.

Baugrube:

Für den Bau der Bergstation wird ein beachtlicher Teil des Felsrückens abgetragen (bis zu ca. 15-16 m). Es ergeben sich Böschungshöhen bis zu ca. 9-10 m. Der Aushub ist fast ausschließlich im Felsen durchzuführen, für dessen Abtrag der Einsatz eines hydraulischen Hammers notwendig sein wird.

Den Felsböschungen können vorläufig subvertikale Böschungswinkel bis zu ca. 70° mit einer Berme von mind. 1 m Breite alle 5 m Höhe zugewiesen werden, wobei die Winkel allerdings sehr stark vom Trennflächengefüge abhängig sind und diesem angepasst werden

Sottosuolo delle fondazioni

Sul piano fondazionale il substrato roccioso è costituito dalle lave della Formazione Fernazza e dovrebbe essere ovunque affiorante.

In generale la roccia presenta proprietà geotecniche buone e molto buone e non presenta problematiche per quanto riguarda la capacità portante e gli assestamenti. Anche la stabilità globale opera – pendio per la presenza del substrato roccioso è confermata.

Durante la fase di costruzione la natura del sottosuolo di fondazione dovrà essere verificata nel dettaglio, con particolare riguardo all'aspetto strutturale della roccia (fratturazione, aperture delle fratture). In ogni caso tutte le fondazioni devono essere impostate al di sotto dello strato superficiale di alterazione nonché al di sotto della profondità di gelo e disgelo.

Le valutazioni della necessità di eventuali ancoraggi locali e/o fondazioni profonde delle basi sono a cura del progettista, anche in considerazione delle forze di trazione agenti.

Idrogeologia:

Dal punto di vista idrogeologico si segnala che possono formarsi temporaneamente locali percorsi nelle fessure. Risulta quindi necessario installare sistemi di drenaggio.

Scavo:

Per la costruzione della stazione di monte è previsto uno sbancamento notevole della cresta rocciosa (sino a ca. 15-16 m). Risulteranno altezze di scarpata fino a un massimo di 9-10 m. Lo scavo dovrebbe risultare essere effettuato quasi esclusivamente nella roccia, per il cui sbancamento sarà necessario l'uso di un martello idraulico.

Alle scarpate rocciose possono essere assegnati in via preliminare angoli di scarpa sub-verticali fino a circa 70° con berma di larghezza min. di 1 m ogni 5 m di altezza, questi dipendono fortemente dall'assetto

müssen. Die Stabilität der Baugrubenböschung muss im Detail vor Ort in der Ausführungsphase kontrolliert und definiert werden. Bei ungünstiger Raumlage des Kluftflächen kann eine Verringerung der Böschungsneigung notwendig sein bzw. eine Verkleidung der Felswände mittels Metallgitternetz und Konsolidierungen (Felsnägel + Stahlseil).

Allgemeines:

Durch den Felsabtrag mittels hydraulischen Hammers werden Vibrationen induziert, die eventuell zu einer Auflockerung der alterierten Felskruste führen können. Nach Abschluss des Felsabtrags müssen die talseitigen Felswände demnach auf ihre Stabilität kontrolliert werden. Im Falle von instabilen Felsbereichen müssen die notwendigen Eingriffe definiert werden (z.B. Felssäuberung, Konsolidierungen usw.), um die Sicherheit der Skifahrer auf der darunter liegenden Skipiste zu gewährleisten.

8.5 LAGERPLATZ FÜR MATERIALABLAGERUNG

Das Aushubmaterial im Bereich der Bergstation besteht aus steinigem Material und ist für die Ausführung von Aufschüttungen geeignet. Die Ablagerung des Materials ist westlich der Bergstation innerhalb einer Geländemulde vorgesehen. Die derzeitigen natürlichen Hangneigungen liegen bei max. 20-22°. Der Untergrund baut sich aus dem Felsuntergrund, blockigen Ablagerungen sowie Hangschutt mit guten geotechnischen Eigenschaften auf.

Die maximalen Mächtigkeiten im Längsschnitt erreichen 2,5 – 2,8 m, in den Querschnitten liegen sie generell zwischen 2-3 m und max. 4,25 m. Die neu geplanten Böschungswinkel liegen ebenfalls ca. um die 20°.

Aufgrund des steinigen Materials sind für diese Aufschüttung keine Stabilitätsprobleme vorherzusehen sind. Im Kap. 9.4 wird die entsprechende Stabilitätsanalyse durchgeführt.

strukturelle di piani di discontinuità e devono quindi essere adeguati a questi. La stabilità delle scarpate dello scavo dovrà essere controllata e definita nel dettaglio direttamente in sito in fase esecutiva. In caso di assetto sfavorevole dei piani di fratturazione potrà rendersi necessaria una riduzione delle pendenze delle scarpate oppure un rivestimento delle pareti rocciose con rete metallica e consolidamenti (chiodi da roccia + fune d'acciaio).

Considerazioni generali:

Lo sbancamento della roccia mediante martello idraulico induce vibrazioni che potrebbero causare un allentamento della fascia rocciosa alterata. Al termine dei lavori di demolizione della roccia, le pareti rocciose presenti sul versante a valle devono pertanto essere sottoposte a un controllo di stabilità. In caso di porzioni rocciose instabili, dovranno essere definiti interventi necessari (ad es. disgaggio delle pareti, consolidamenti, ecc.) per la sicurezza degli sciatori sulla pista da sci sottostante.

8.5 ZONE PER DEPOSITO DEL MATERIALE

Il materiale di scavo dell'area della stazione a monte sarà costituito da materiale sassoso, adeguato per l'esecuzione di riporti. Il deposito del materiale è previsto a ovest della stazione di monte, all'interno di una conca naturale del terreno. Le pendenze naturali attuali del versante raggiungono al massimo 20-22°. Il sottosuolo è composto dal substrato roccioso, depositi di blocchi e detrito di versante con buone caratteristiche geotecniche.

Gli spessori massimi nella sezione longitudinale raggiungono 2,5-2,8 m, mentre nelle sezioni trasversali si attestano generalmente tra 2-3 m, con un massimo di 4,25 m. Gli angoli di scarpata previsti per il riporto si aggirano anch'essi intorno ai 20°.

Per la natura sassosa del materiale, non si prevedono problemi di stabilità per questo riporto. L'analisi di stabilità corrispondente è riportata nel Capitolo 9.4.

Für die Ausführung der Aufschüttungen sind jedenfalls folgende Maßnahmen notwendig:

- Abtrag des Mutterbodens und eventuell vorhandener organischer Böden und Realisierung einer stufenförmigen, leicht widersinnigen Aufstandsfläche
- Einbau von fischgratähnlichen Drägen unterhalb der Aufstandsfläche
- Schichtweiser Einbau des Materials mit jeweils guter Verdichtung.
- Aufbringung der Humusschicht und Begrünung

Per l'esecuzione dei riporti sono comunque necessarie le seguenti misure:

- sbancamento dello strato superficiale di terreno vegetale e di eventuali terreni organici, con realizzazione di una superficie d'appoggio a gradoni a reggippoggio.
- Installazione di drenaggi a forma di lisca di pesce al di sotto della superficie d'appoggio.
- Messa in opera del materiale per strati, ciascuno adeguatamente compattato.
- Messa in opera dello strato vegetale e rinverdimento.

8.6 Allgemeine Angaben

Schlussendlich wird abermals darauf hingewiesen, dass in der Ausführungsphase sämtliche Angaben des vorliegenden Vorgutachtens auf deren Übereinstimmung mit der tatsächlichen Situation vor Ort geprüft und kontrolliert werden muss. Für den Fall, dass diese mit den Angaben des vorliegenden Vorgutachtens nicht übereinstimmt, muss dies sofort der Bauleitung und/oder dem Geologen mitgeteilt werden.

8.6 Indicazioni generali

E' infine necessario sottolineare ancora una volta che durante la fase esecutiva tutte le informazioni contenute nella presente relazione preliminare dovranno essere controllate e verificate per verificarne la coerenza con la situazione reale in loco. Nel caso in cui questa non corrisponda alle informazioni contenute nella presente relazione preliminare sarà necessario segnalarlo immediatamente alla direzione del cantiere e/o al geologo.

9 VORLÄUFIGE GEOTECHNISCHE NACHWEISE

In der Folge werden für die verschiedenen Gründungen, die vorläufigen, statischen geotechnischen Nachweise GEO bezüglich des Grenzzustandes der Tragfähigkeit SLU (Grundbruch und Gleiten auf der Gründungsfläche) und des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit SLE (Setzungen) durchgeführt, wie vom M.D. 17. Januar 2018 vorgesehen.

Im Hinblick auf die angegebenen Nachweise wird unterstrichen, dass diese nur für die angenommenen Gründungsarten, Lasten und eventuellen Momente gültig sind. Im Falle von unterschiedlichen Bedingungen sind diese nicht mehr gültig und müssen nachgeprüft werden. Eventuell muss auch das signifikante Bodenvolumen nochmals bewertet werden. Die Kontrolle muss vom Projektanten durchgeführt werden.

9 VERIFICHE GEOTECNICHE PRELIMINARI

A seguire, per diverse fondazioni, vengono effettuate preliminari verifiche geotecniche GEO, di tipo statico, relative agli SLU (rottura del terreno e scorrimento sul piano di posa) e agli SLE (cedimenti), come previsto dal D.M. 17. gennaio 2018.

In riferimento alle verifiche qui riportate si sottolinea che queste sono valide per le tipologie, per i carichi e per gli eventuali momenti ipotizzati, nel caso di condizioni differenti queste verifiche non sono da ritenersi più valide, queste saranno da riverificare, così come sarà eventualmente da rivalutare il volume significativo di terreno. Tale controllo dovrà essere a cura della progettazione.

Die hier aufgeführten Prüfungen werden durchgeführt, um der Planung allgemeine Größenordnungen zu liefern. Der definitiven Nachweise obliegt dem Projektanten, und zwar unter Berücksichtigung der tatsächlichen Geometrien der Fundamente, der Exzentrizitäten der Lasteinwirkungen, Momente usw.

Le verifiche qui riportate sono effettuate al fine di fornire orientazioni di massima alla Progettazione. Le verifiche finali dovranno essere a cura del progettista, tenendo conto delle geometrie effettive delle fondazioni, delle eccentricità degli effetti di carico, dei momenti, ecc.

9.1 Nachweis des Grenzzustands der Tragfähigkeit GEO (SLU - Grundbruch; SLU - Gleiten Gründungsfläche)

Die verwendete Gleichung zur Berechnung der Tragfähigkeit ist jene von Hansen (1970), wobei von einer zentrierten und vertikalen Last auf die Gründungsfläche ausgegangen wird.

In der folgenden Tabelle werden Richtwerte der Tragfähigkeit für verschiedene Gründungen wiedergegeben. Für die vorläufigen Nachweise wurden folgende Annahmen getroffen:

- Gründungsuntergrund: siehe Tabelle
- Grundwasserspiegel: siehe Tabelle
- Hangneigung: siehe Tabelle
- Einbindungstiefe D = Einbindung lt. Projekt + 60 cm Kiesschicht (für Talstation)

Die Nachweise des Grenzzustands (**SLU**) im Hinblick auf den **Grundbruch** und unter Berücksichtigung der geltenden Gesetzgebung werden entsprechend des Nachweisverfahrens 2 ($A1+M1+R3$) durchgeführt werden.

Die Teilsicherheitsbeiwerte der Widerstandsparameter des Bodens sind einheitlich ($M1$) und der globale Widerstand des Systems wird verringert ($R3$). Die Projektbeanspruchungen werden aus strukturellen Analysen ermittelt, wobei die Teilsicherheitsbeiwerte $A1$ angewandt werden.

9.1 Verifica agli stati limite ultimi GEO (SLU - rottura del terreno; SLU - scorrimento piano di posa)

La formula utilizzata per il calcolo della capacità portante è quella proposta da Hansen (1970) presumendo che il carico trasmesso risulti centrato e verticale rispetto al piano di posa della fondazione.

Nelle tabelle a seguire vengono riportati i valori indicativi della capacità portante per diverse fondazioni. Per le verifiche preliminari sono state presupposte le seguenti ipotesi:

- terreno di sottofondo: vedasi tabella
- falda: vedasi tabella
- pendenza: vedasi tabella
- profondità d'incastro D = incastro come da progetto + 60 cm di letto di ghiaia (per stazione di valle)

La verifica agli stati limite ultimi (**SLU**) relativi alla **rottura del terreno**, sulla base della vigente normativa, è stata effettuata secondo l'approccio di progetto 2 ($A1+M1+R3$).

I coefficienti parziali sui parametri di resistenza del terreno sono unitari ($M1$) e la resistenza globale del sistema è ridotta ($R3$). Le azioni di progetto dovranno derivare da analisi strutturali svolte impiegando i coefficienti parziali $A1$.

TALSTATION / STAZIONE DI VALLE

Gründungsart Tipo fondaz.	Bodenart / Grundwasser Tipo terreno / falda	B (m)	L (m)	D (m)	i (°)	M	R	ϕ'_k (°)	c'_k (kPa)	Rd (kPa)
Talstation Hauptsteher or. dx Staz. valle Pilastro princ. or. dx	A1 Gründungskote Piano di posa	2,8	9	2,4	25	1	2,3	31	2,5	220*
Talstation Hauptsteher or. sx Staz. valle Pilastro princ. or. sx	B Gründungskote Piano di posa	2,8	6	1,9	20	1	2,3	29	5	240*
Talstation Liftstützen or. sx Staz. valle Pilastri or. sx	B Kein GW Nessuna falda	2,8	6	1,8	25	1	2,3	29	5	200*

BERGSTATION / STAZIONE DI MONTE

Gründungsart Tipo fondaz.	Bodenart / Grundwasser Tipo terreno / falda	B (m)	L (m)	D (m)	i (°)	M	R	ϕ'_k (°)	c'_k (kPa)	Rd (kPa)
Bergstation Hauptsteher Stazione di monte pilastro principale	E	6	14	2	60	1	>2,3	40	50	500
Bergstation Liftstütze Stazione monte Pilastro	E	3	7	1,8	35	1	>2,3	40	50	500
Streifengründung Fondazione a trave	E	1	10	0,5	0	1	>2,3	40	50	500

***die zulässige Bodenpressung muss auch im Hinblick auf Setzungen geprüft werden / La pressione ammissibile del terreno dovrà essere verificata anche in riguardo ai cedimenti**

Der definitive Nachweis der SLU obliegt dem Projektanten, und zwar unter Berücksichtigung der tatsächlichen Geometrien der Fundamente, der Exzentrizitäten der Lasteinwirkungen, Momente usw.

Im Hinblick auf den Nachweis der Grenzzustände (**SLU**) im Hinblick auf **Gleitbewegungen auf der Gründungsfläche** wird darauf hingewiesen, dass von einer zentrierten und vertikalen Last auf die Gründungsfläche ausgegangen wird. In diesem Fall gibt es keine Gleitbewegungen und die entsprechenden SLU sind demzufolge geprüft.

La verifica finale dello SLU dovrà essere a cura del progettista, tenendo conto delle geometrie effettive delle fondazioni, delle eccentricità degli effetti di carico, dei momenti, ecc.

Per quanto riguarda la verifica agli stati limite ultimi (**SLU**) relativi allo **scorrimento sul piano di posa** è da segnalare che il carico applicato è ipotizzato centrato e verticale sulla fondazione. In tal caso non sussiste possibilità di scorrimento e i relativi SLU sono da considerarsi verificati.

9.2 Nachweis des Grenzzustands der Gebrauchsfähigkeit (SLE – Setzungen)

Die feinkörnigen Ablagerungen im Bereich der Talstation sind generell setzungsempfindlich, weshalb die zulässigen Auflasten immer auch im Hinblick auf die Setzungen geprüft werden müssen. Es folgt demnach eine vorläufige Abschätzung der Setzungen.

Für den Felsuntergrund im Bereich der Bergstation sind hingegen keine Setzungen zu erwarten, weshalb keine weiteren Nachweise durchgeführt werden.

Um Differenzsetzungen aufgrund einer möglichen, teilweisen Heterogenität des Untergrundes zu vermindern, ist es, wie bereits oben angeführt, notwendig, eine Kontrolle der Homogenität vor Ort durchzuführen. Im Bereich der Talstation soll an der Basis ein Vlies und eine homogene und verdichtete Basisschicht (Kiesbett) realisiert werden. Sämtliche Aufschüttungen und umgelagerte Böden, sowie auch gewachsene, wenig verdichtete Böden müssen abgetragen werden.

Für den Nachweis wurden folgende Annahmen getroffen:

- Starre Plattenfundamente
- Ablagerungen der Schichten A1 und B, mittlerer Verdichtungsgrad mit einem Mittelwert des Elastizitätsmoduls von $E = 10-25 \text{ MPa}$ für den Gründungsuntergrund für das gesamte signifikante Bodenvolumen - (Das signifikante Bodenvolumen hängt von Art und Dimensionen des Bauwerks, der aufgebrachten Auflasten und dem Boden ab. In erster Annäherung wird dessen Tiefe für Streifen- und Sockelgründungen mit ca. 3 Mal der Breite angegeben; für Plattengründungen reicht es bis in eine Tiefe, die etwa der Breite der Platte entspricht).
- Auflasten: siehe Tabelle

Wie aufgezeigt müssen die Bodeneigenschaften in der folgenden Projektierungs- oder Ausführungsphasen kontrolliert und überprüft werden.

9.2 Verifica agli stati limite di esercizio (SLE – cedimenti)

I depositi di granulometria fine presenti presso la stazione di valle sono in genere suscettibili a cedimenti e quindi i carichi ammissibili dovranno essere sempre verificati anche in riguardo ai cedimenti. A seguito si fornisce una stima preliminare di questi.

Non si prevedono cedimenti per il sottosuolo roccioso presente nella zona della stazione di monte e quindi non vengono effettuate verifiche.

Al fine di ridurre differenziali legati alla possibile parziale eterogeneità del sottofondo è comunque necessario il controllo dell'omogeneità in sito come già indicato in precedenza. Per la zona della stazione di valle alla base sarà da prevedere un tessuto non tessuto e uno strato omogeneo di base ben addensato (terreno granulare magro).

Tutti i terreni di riempimento e ridepositati, nonché i terreni in sito poco addensati, dovranno essere rimossi.

A seguito si effettua una valutazione preliminare dei cedimenti.

Per la verifica sono state presupposte le seguenti ipotesi:

- Adozione di fondazioni a platea
- Depositi dello strato A1 e B, di addensamento medio, con valore medio del modulo Elastico $E = 10 - 25 \text{ MPa}$ come terreno di sottofondazione in tutto il volume significativo - (Il volume significativo dipende da tipo e dimensioni dell'opera, dai carichi applicati, dal terreno. In prima approssimazione per travi e plinti questo si approfondisce sino a circa 3 volte la larghezza; per platee si approfondisce sino a circa la larghezza della platea).
- Carico applicato: vedi tabella

Come esposto in precedenza nelle successive fasi progettuali o in esecuzione dovranno quindi essere controllate e verificate le caratteristiche dei terreni.

Es wurde die Gleichung von Timoshenko & Goodier 1982 verwendet, wobei eine starre Gründung und homogene Gründungsböden angenommen worden sind:

Si è utilizzata la relazione proposta da Timoshenko & Goodier 1982, considerando una fondazione rigida e terreni omogenei al di sotto della fondazione:

$$S_e = qB \frac{1 - \mu^2}{E_s} I_s$$

wobei:

q = angewandte Last (= Auflast - lithostatische Entlastung)
B = Breite der Gründung
L = Länge der Gründung
I_s = Einflussfaktor abhängig von B und L
μ = Poisson Koeffizient (0,35)
E_s = Elastizitätsmodul

dove:

q = carico applicato (= carico - scarico litostatico)
B = larghezza fondazione
L = lunghezza della fondazione
I_s = fattore di influenza dipendente da B e L
μ = coeff. di Poisson (0,35)
E_s = modulo elastico

Gründungsart	Länge	Breite	Gesamtlast	Lithost. Entlastung	Lastzunahme	Elastizitätsmodul	Abgeschätzte Setzungen
Tipo fondazione	Lunghezza	Larghezza	Carico totale	Scarico litostatico	Incremento di carico	Modulo elastico	Cedimenti stimati
Talstation Hauptsteher Staz. valle Pilastro princ.	9 m	3 m	150 kPa	keine	150 kPa	17,5 MPa	3,2 cm

Diese Setzungen (Setzungsdifferenzen) sind laut gängiger Literatur *Bowles J.E. (1991)*¹ für Gründungen normaler Strukturen vertretbar.

Questi cedimenti (cedimenti differenziali) secondo bibliografia, *Bowles J.E. (1991)*¹, risultano compatibili per fondazioni per normali strutture.

Der Projektant muss weitere Überprüfungen durchführen, sollten die Auflasten höher sein oder sollten hohe Differentiale vorherzusehen sein.

La Progettazione dovrà valutare ulteriori verifiche nel caso vengano applicati carichi elevati o siano previsti differenziali elevati.

9.3 Kurzfristige Stabilität der Aushubböschungen

9.3 Stabilità a breve termine dei fronti di scavo

Im Hinblick auf die Aushubböschungen im Bereich der Talstation werden in der Folge die Böschungswinkel für max. Böschungshöhen von 6 m für eine kurzfristige Stabilität ermittelt. Es wurden die Ablagerungen der Rutschmasse (Schicht B) im Untergrund berücksichtigt.

Per quanto riguarda i fronti di scavo si valuta a seguito l'angolo di scarpa per fronti di scavo per la stazione di valle con altezze massime sino a 6 m, relativamente alla stabilità nel breve termine. In via preliminare sono state considerati i terreni del corpo di frana (strato B).

Für die Baugrubenböschungen im Bereich der Bergstation verweist man auf das Kap. 8.4.

Per le scarpate di scavo della stazione di monte da considerare quanto riportato al cap. 8.4.

Es wird darauf hingewiesen, dass die ermittelten Böschungswinkel nur den „trockenen“ Böschungen ohne Wasserzutritte zugewiesen werden können.

Si indica che il valore di angolo di scarpata verificato è valido solamente per scarpate "asciutte", senza afflussi idrici.

¹ Bowles J.E. (1991): Fondazioni. Progetto e analisi

In Anbetracht der kurzen Öffnungszeit der Baugrube wurde ein erhöhter Kohäsionswert von 10-15 kPa angenommen, dessen Gültigkeit nur kurzfristig anzusehen ist.

In Abhängigkeit der Werte des Reibungswinkels, Kohäsion und Dichte und durch ihre Korrelation untereinander, erhält man mittels eines von Hoek & Bray vorgeschlagenen Abakus den Wert, der dem Böschungswinkel zugeteilt werden muss. Er ist in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Wie von den NTC 2018 vorgesehen, wurden für den Nachweis das Nachweisverfahren 1 – Kombination 2 (A2+M2+R2) verwendet.

In considerazione del breve tempo di apertura si è considerato un valore di coesione elevato di 10-15 kPa, da considerarsi valido solo nel breve termine.

In rapporto ai valori di angolo di attrito, coesione e peso di volume dei materiali e correlando i valori ottenuti, a mezzo di un abaco proposto dagli stessi Hoek & Bray, si ottiene il valore da poter assegnare all'angolo di scarpa, riportati nella tabella a seguire.

Per la verifica, come previsto dalle NTC 2018, si è utilizzato l'approccio 1 – combinazione 2 (A2+M2+R2).

Profondità scavo Aushubtiefe	Peso di volume Wichte					Coeff. di sicurezza Sicherheits- koeffizient				Angolo di scarpa Böschungswinkel
H (m)	γ (kN/m ³)	ϕ'_k (°)	c'_k (kPa)	ϕ'_p (°)	c'_p (kPa)	R2	$\tan\phi/F$	$c/\gamma H \tan\phi$	$c/\gamma HF$	(°)
6	19	29	12,5	23,9	10	1,1	0,403	0,198	0,080	50°

Den Baugrubenböschungen mit max. Höhen bis zu 6 m können vorläufig Winkel bis zu 50° zugewiesen werden. Diese Winkel sind aber nur dann gültig, falls die Böschungen größtenteils trocken sind

Diese Winkel müssen auf alle Fälle in der Bauphase überprüft und kontrolliert werden. Sollte sich herausstellen, dass die in situ Ablagerungen durch schlechtere geotechnische Eigenschaften als den angenommenen gekennzeichnet sind, muss dieser Wert verringert werden. Im umgekehrten Fall kann dieser erhöht werden.

Direkt auf den oberen Böschungskanten bzw. in deren Nähe dürfen, wie vom Gesetz vorgegeben (Legislativdekret 09. April 2008, Nr. 81, Art. 120), keine zufälligen Auflasten aufgebracht werden – z.B. durch Ablagerung von Aus-hubmaterial oder sonstiger Baumaterialien.

Um die Sicherheit der Arbeiterschaft und um eine Aufweichung des Untergrunds zu vermeiden, ist es notwendig, die Böschungen mit reißfester Plastikfolie abzudecken und angemessen zu fixieren.

Ai fronti di scavo, di altezza sino a max. 6 metri è possibile assegnare in via preliminare angoli di scarpa sino a 50°. Questi angoli comunque valgono solamente se le scarpate sono maggiormente asciutte.

Questi angoli dovranno comunque essere verificati e controllati in D.L. Qualora si evidenziasse che i depositi in situ sono caratterizzati da parametri geotecnici più scarsi rispetto a quelli previsti, questo valore è da ridurre. Nel caso di situazione migliore potranno essere aumentati.

Direttamente sul ciglio della scarpata, ovvero presso il ciglio degli scavi, non possono essere posizionati carichi (come stabilito dal decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81, art.120) – p.es. deposito di materiale di scavo o altri materiali per l'edilizia.

Al fine di garantire la sicurezza delle maestranze e per evitare un imbibimento del sottosuolo, le scarpate dovranno essere ricoperte con teli in PVC, opportunamente ancorati.

9.4 Stabilitätsanalyse

Es folgt eine vorläufige Bewertung der Gesamtstabilität der Aufschüttung (Nachweis 1) sowie des gesamten Hanges (Nachweis 2).

Die Stabilitätsanalysen wurden für einen unendlich langen Hang unter statischen Bedingungen nach Lambe & Whitman (1968) nachgewiesen, wobei folgende Annahmen getroffen wurden:

- Unendlicher Hang mit Hangwasser in Tiefe deutlich unterhalb der Gleitfläche
- Hangneigung: ca. 20°
- Geotechnische Parameter: siehe nachfolgende Tabellen
- Tiefe der kritischen Oberfläche (Gleitfläche): siehe nachfolgende Tabellen

Die Prüfung wurde in Übereinstimmung mit den NTC 2018 durchgeführt, wobei die geotechnischen Parameter der Böden entsprechend den gültigen Sicherheitskoeffizienten verringert wurden.

9.4 Stabilità del pendio

A seguire viene riportata la valutazione preliminare della stabilità del riporto (verifica 1) e quella globale del pendio generale (verifica 2).

È stata effettuata un'analisi di stabilità per un pendio infinito in condizioni statiche secondo quanto proposto da Lambe & Whitman (1968), ove si sono considerate le seguenti supposizioni:

- Pendio infinito con falda a profondità decisamente sotto il piano di scivolamento
- Pendenza circa 20°
- parametri geotecnici: vedasi tabelle a seguire
- Profondità della superficie critica (piano di scivolamento): vedasi tabelle a seguire

La verifica è stata eseguita in ottemperanza alle NTC 2018, riducendo i parametri geotecnici dei terreni secondo i coefficienti di sicurezza in vigore.

Nachweis 1 für Aufschüttungen verifica 1 per riporti			
Geotechnische Parameter Parametri geotecnici	Aufschüttung / riporti		
	$\gamma = 1,9 \text{ t/m}^3$	$\phi = 34\text{-}36^\circ$	$c = 0\text{-}2 \text{ kPa}$
Tiefe der Gleitfläche Profondità del piano di scivolamento	2 m		
Ergebnisse / risultati:			
Pendio infinito con falda - condizioni statiche Lambe T. W. - Whitman R. V. [1968]		DATI DI INGRESSO	
		γ_w peso di volume acqua	10,0 (kN/m ³)
		γ_t peso di volume terreno	19,0 (kN/m ³)
		H_w profondità falda da p.c.	10,0 (m)
		H spessore dello strato di terreno	2,0 (m)
		β pendenza pendio	20,0 (°)
		ϕ' angolo di attrito	29,3 (°)
		c' coesione drenata	0,8 (kPa)
		RISULTATI	
		FS statico: 1,61	

Nachweis 2 für Hangschuttablagerungen verifica 2 per depositi di detrito di versante																	
Geotechnische Parameter Parametri geotecnici		Glaziale Ablagerungen / depositi glaciali															
		$\gamma = 1,9 \text{ t/m}^3$	$\phi = 32\text{-}34^\circ$	$c = 2\text{-}8 \text{ kPa}$													
Tiefe der Gleitfläche Profondità del piano di scivolamento		5 m															
Ergebnisse / risultati:																	
Pendio infinito con falda - condizioni statiche Lambe T. W. - Whitman R. V. [1968] 		DATI DI INGRESSO <table><tr><td>γ_w peso di volume acqua</td><td>10,0 (kN/m³)</td></tr><tr><td>γ_t peso di volume terreno</td><td>19,0 (kN/m³)</td></tr><tr><td>H_w profondità falda da p.c.</td><td>10,0 (m)</td></tr><tr><td>H spessore dello strato di terreno</td><td>5,0 (m)</td></tr><tr><td>β pendenza pendio</td><td>20,0 (°)</td></tr><tr><td>ϕ' angolo di attrito</td><td>27,5 (°)</td></tr><tr><td>c' coesione drenata</td><td>4,0 (kPa)</td></tr></table> RISULTATI FS statico: 1,56		γ_w peso di volume acqua	10,0 (kN/m ³)	γ_t peso di volume terreno	19,0 (kN/m ³)	H_w profondità falda da p.c.	10,0 (m)	H spessore dello strato di terreno	5,0 (m)	β pendenza pendio	20,0 (°)	ϕ' angolo di attrito	27,5 (°)	c' coesione drenata	4,0 (kPa)
γ_w peso di volume acqua	10,0 (kN/m ³)																
γ_t peso di volume terreno	19,0 (kN/m ³)																
H_w profondità falda da p.c.	10,0 (m)																
H spessore dello strato di terreno	5,0 (m)																
β pendenza pendio	20,0 (°)																
ϕ' angolo di attrito	27,5 (°)																
c' coesione drenata	4,0 (kPa)																

Die Analyse zeigt, dass die Stabilität für die oben angeführten Annahmen gegeben ist und man einen Mindestsicherheitskoeffizient SK von $>1,1$ erhält, wie von MD 17.01.2018 gefordert, wobei die Teilsicherheitskoeffizienten berücksichtigt wurden.

Grundlegend ist jedenfalls, dass sich kein Hangwasser ausbildet, weshalb der Einbau die Kontrolle der Funktionstüchtigkeit der Dränagen unbedingt notwendig ist.

L'analisi ha evidenziato che la stabilità è data se rispettate le condizioni sopra riportate, si ottiene un minimo coefficiente di sicurezza (FS $>1,1$) come da DM 17.01.2018, utilizzando i coefficienti parziali come prescritto.

Fondamentale è garantire che non si formi acqua di versante, motivo per cui l'installazione e il controllo della funzionalità dei drenaggi sono assolutamente necessari.

SEISMISCHE CHARAKTERISIERUNG DES UNTERGRUNDS

10 SEISMISCHE MODELLIERUNG

Mit Inkrafttreten der „Nuove norme tecniche 2018“ (DM 17. Januar 2018) gibt es keinen Bezug mehr zu verschiedenen seismischen Zonen. Auch die Landesgesetzgebung ist demnach überholt.

In der Folge wird die spezifische seismische Modellierung des Untersuchungsgebietes wiedergegeben, welche von der Grundseismizität (definiert vom INGV¹) und von lokalen Faktoren wie Stratigraphie, Topographie und anderen geologischen und tektonischen Gegebenheiten abhängt.

10.1 Allgemeine seismische Angaben

In der Folge ist die seismische Einstufung der Provinz Bozen aufgrund der rezent aktualisierten "Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0'" wiedergegeben, die am Dezember 2021 vom INGV publiziert wurde.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

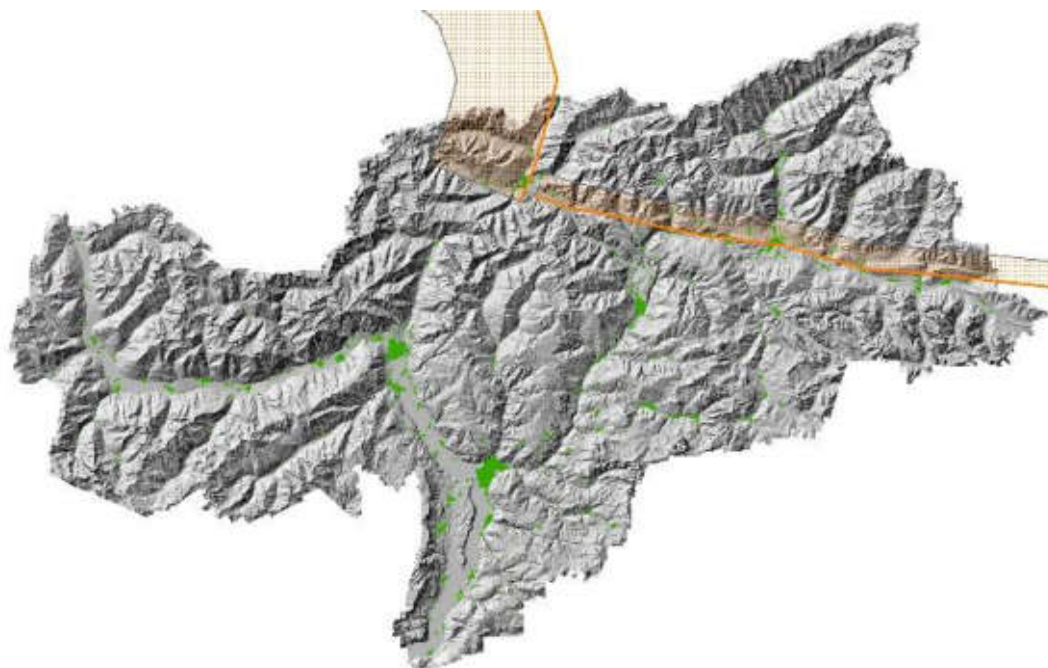
10 MODELLAZIONE SISMICA

Con l'approvazione delle Nuove Norme Tecniche 2018 (D.M. 17 gennaio 2018) non vi è più alcun riferimento a differenti e specifiche zone sismiche. Anche le normative Provinciali al riguardo risultano quindi superate.

A seguire si riporta la modellazione sismica specifica del sito in esame, che dipende dalla sismicità di base definita dall'INGV² e da fattori locali quali la stratigrafia, la topografia e eventuali ulteriori caratteri geologici e tettonici.

10.1 Inquadramento sismico di base

A seguire l'inquadramento sismico della Provincia di Bolzano sulla base del recente "Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0'" pubblicato dall'INGV nel dicembre 2021:



Western Periadriatic Zone:

Brenner zone

² Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

PARAMETRIC INFORMATION			
Parameter	Quality	Evidence	
Min depth [km]	0.0	EJ	Assumed from geomorphology.
Max depth [km]	15.0	LD	Based on seismic data (Willinghoffer & Cloetingh, 2003; Lüschen et al., 2004).
Strike [deg] min... max	280...300	LD	Based on structural and geological maps (e.g. Linzer et al., 2002).
Dip [deg] min... max	70...85	EJ	Inferred from seismic profiles from Lüschen et al. (2004).
Rake [deg] min... max	130...170	EJ	Inferred from regional structural geology and geodynamic settings.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1500... 0.5000	EJ	Inferred from geodynamic and strain rate constraints.
Max Magnitude [Mw]	7.6	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; EQ=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Auf dem Provinzgebiet gibt es zwei seismogenetische Strukturen, die Brennerlinie und das Westliche Periadriatische Lineament, deren Eigenschaften oben angegeben sind. Das Periadriatische Lineament und die Brennerlinie verlaufen in einem deutlichen Abstand N-lich des Untersuchungsgebietes.

In der Folge ist die seismische Grundgefährdungskarte aus dem Jahr 2004 (diese wurde vom INGV herausgegeben und in den NTC 2018 wird darauf Bezug genommen) wiedergegeben, in der die maximal zu erwartende Bodenbeschleunigung für steife Böden ($V_s > 800 \text{ m/s}$; Kat. A), mit Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung von 10% in 50 Jahren für das Gemeindegebiet von **Wolkenstein** angegeben wird.



Für das Untersuchungsgebiet, lokalisierbar mithilfe der folgenden Koordinaten:

Bauwerk / opera	Lat (WGS 84):	Long (WGS 84):
Talstation / stazione di valle	46.553210	11.761691
Bergstation / stazione di monte	46.538878	11.753479

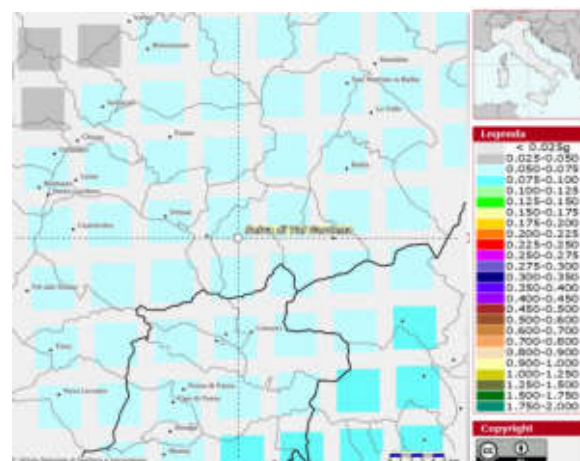
PARAMETRIC INFORMATION			
Parameter	Quality	Evidence	
Min depth [km]	3.5	EJ	Inferred from earthquake data collected by Reiter et al. (2005).
Max depth [km]	15.0	LD	Based on earthquake data collected by Reiter et al. (2005).
Strike [deg] min... max	110...170	LD	Based on structural and geological maps (Linzer et al., 2002; Reiter et al., 2004).
Dip [deg] min... max	30...50	LD	Based on geomorphological maps and earthquake data (Reiter et al., 2005).
Rake [deg] min... max	240...280	EJ	Inferred from earthquake data collected by Reiter et al. (2005).
Slip Rate [mm/y] min... max	0.0200... 0.1100	LD	Calculated from geodynamic and strain rate constraints.
Max Magnitude [Mw]	7.2	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; EQ=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Sul territorio della Provincia risultano segnalate due zone sismogenetiche, Brenner e Western Periadriatic, le cui caratteristiche sono riportate sopra.

La linea periadriatica e la linea del Brennero si sviluppano decisamente a nord dell'area in oggetto.

A seguire è riportata la mappa di pericolosità di base dell'anno 2004 (redatta dall'INGV e richiamata nelle NTC 2018) ove è indicata l'accelerazione massima attesa al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_s > 800 \text{ m/s}$; Kat. A) per il territorio comunale di **Selva Gardena**.



Per il sito in oggetto, localizzato alle seguenti coordinate:

resultieren auf Basis des MD 17.01.2018 unter der Annahme einer Nutzungsklasse II und einer Nennlebensdauer von 50 Jahren (Interpolation einer gerillten Oberfläche) die folgenden Grundseismizitätsparameter auf steifem Untergrund ($V_s > 800 \text{ m/s}$). Neben diesen sind noch die anzunehmenden Verstärkungseffekte zu berücksichtigen (siehe nachfolgendes Kapitel).

Talstation / stazione di valle

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.022	2.468	0.187
Danno (SLD)	50	0.028	2.483	0.200
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.061	2.574	0.367
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.076	2.624	0.415
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

10.2 Mögliche Verstärkungen der seismischen Erschütterungen im Untersuchungsgebiet

Es wird aufgezeigt, dass die oben angegebenen Basiswerte von a_g für den Bedrock (starrer Untergrund) gültig sind. Es können Verstärkungseffekte auftreten, die in einigen Fällen auch relevant und signifikant sein können. Diese sind vorwiegend von der topographischen Oberflächensituation sowie der geologischen und stratigraphischen Situation der Böden im Untergrund abhängig.

Unter Berücksichtigung der Vorgaben und Vorschriften der NTC werden in der Folge die tektonischen und lithologischen Haupteigenschaften sowie die eventuelle Präsenz von Instabilitäten für das Untersuchungsgebiet ermittelt (NTC; Paragraph 7.11.2). Weiters wird die eventuelle Präsenz von Elementen festgestellt, die zusammen mit den topographischen Effekten, die Ausbreitung der seismischen Wellen beeinflussen. Es handelt sich dabei um die stratigraphischen Bedingungen und die Präsenz eines steifen Untergrunds oder einer vergleichbaren Formation (NTC; Paragraph 7.11.2).

sulla base del DM 17.01.2018, considerando una classe d'uso II, vita nominale 50 anni (interpolazione di tipo superficie rigata), risultano i seguenti parametri descrittivi dell'azione sismica di base su suolo rigido ($V_s > 800 \text{ m/s}$), rispetto a questi sono da considerare i prevedibili effetti amplificativi (vedasi Cap. precedente).

Bergstation / stazione di monte

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.022	2.466	0.191
Danno (SLD)	50	0.028	2.484	0.201
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.062	2.576	0.370
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.077	2.631	0.416
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

10.2 Possibili amplificazioni del moto sismico nel sito in esame

Si evidenzia comunque che rispetto ai valori di a_g di base sopra riportati, riferiti al bedrock, sono possibili fenomeni amplificativi che in alcuni casi possono risultare rilevanti e significativi, questi possono essere dovuti principalmente alla situazione topografica di superficie e alla situazione geologica e stratigrafica dei terreni nel sottosuolo.

Sulla base di quanto prescritto e in ottemperanza a quanto indicato nelle NTC, si valutano in ogni caso per il sito in esame i principali caratteri tettonici e litologici, nonché l'eventuale presenza di instabilità del territorio (NTC; paragrafo 7.11.2).

Si accerta inoltre l'eventuale presenza degli elementi che, unitamente agli effetti topografici, influenzano la propagazione delle onde sismiche, quali le condizioni stratigrafiche e la presenza di un substrato rigido o una formazione ad esso assimilabile (NTC; paragrafo 7.11.2).

10.2.1 Topographische Verstärkung

Talstation: Talboden – es sind keine Verstärkungen zu erwarten.

Bergstation: Gipfelbereich – es sind Verstärkungen durch die Topographie zu erwarten.

Aus Tabelle NTC 3.2.III ergeben sich folgende Kategorien:

<i>Bauwerk / opera</i>	<i>Topographische Kategorie: (Tab 3.2.IV) Categoria topografica</i>
Talstation / stazione di valle	T1
Bergstation / stazione di monte	T4

10.2.1 Amplificazione topografica

Stazione di valle: ubicazione nel fondovalle – non sono da prevedere amplificazioni.

Stazione di monte: ubicazione in cima - si prevedono amplificazioni dovute alla topografia.

Da tabella NTC 3.2.III risultano le seguenti categorie:

10.2.2 Stratigraphische Verstärkung

Zur Bewertung der Verstärkungen kann das vereinfachte Verfahren angewandt werden, welches in den NTC – DM 17.01.2018 angegeben ist.

Für die Talstation wurden ergaben die durchgeführten seismischen Untersuchungen für eine Gründungsfläche in einer Tiefe von ca. 2 m unter GOK einen Wert von ca. **425 m/s** für die **Vs30**.

Für die Bergstation wird der Untergrund aus dem Felsen aufgebaut.

Aus Tabelle NTC 3.2.II ergeben sich folgende Kategorien.

<i>Bauwerk / opera</i>	<i>Stratigraphische Kategorie (Tab 3.2.II) Categoria stratigrafica (Tab 3.2.II)</i>
Talstation / stazione di valle	B
Bergstation / stazione di monte	A

10.2.2 Amplificazioni stratigrafiche

Per valutare queste amplificazioni è possibile utilizzare l'approccio semplificato come da NTC – DM 17.01.2018.

Per la stazione di valle dalle indagini sismiche eseguite, considerando un piano di posa a circa 2 m di profondità dall'attuale p.c., è risultato un valore delle **Vs30** di ca. **425 m/s**.

Per la stazione di monte il sottosuolo è costituito dal substrato roccioso.

Sulla base della tabella NTC 3.2.II risultano le seguenti categorie.

10.2.3 Geologische- tektonisch Eigenschaften, Instabilitäten; Präsenz eines steifen Untergrunds

Das Periadriatische Lineament und die Brennerlinie verlaufen in einem deutlichen Abstand N-lich des Untersuchungsgebietes.

Es sind keine weiteren geologisch-tektonischen

10.2.3 Caratteri geologici-tettonici- instabilità; presenza di un substrato rigido

La linea periadriatica e la linea del Brennero si sviluppano decisamente a nord dell'area in oggetto.

Elemente oder Instabilitäten mit negativem Einfluss bekannt.

Für die Talstation ergeben sich Hauptschwingfrequenzen für den Boden (mögliche Interaktion mit Gebäuden / Strukturen) von ca. **20-35 Hz** und von ca. **2,5-4 Hz**. Es handelt sich um Peaks der H/V Kurve mit mittlerer Amplitude (≤ 6) und mittlerer Wellenlänge. Für detailliertere Angaben verweist man auf Anlage 3.

10.3 Bewertung der $a_g S$ im Projektgebiet

Die "Nuove Norme Tecniche 2018" (D.M. 17 gennaio 2018) sehen die Möglichkeit einer vereinfachten "erdbebensicheren Projektierung" für jene Standorte vor, die folgende Bedingungen für die SLV erfüllen (NTC; Paragraph 7.0):

Non sono noti ulteriori elementi geologici-tettonici o instabilità con effetto negativo.

Per la stazione di valle le frequenze principali di vibrazione del terreno (di possibile interazione con strutture) sono risultate: circa **20-35 Hz** e ca. **2,5-4 Hz**, picchi con ampiezza media (≤ 5) e media lunghezza d'onda.

Per indicazioni più dettagliate si rimanda all'Allegato 3.

10.3 Valutazione $a_g S$ del sito in oggetto

Le Nuove Norme Tecniche 2018 (D.M. 17 gennaio 2018) prevedono la possibilità di una 'progettazione per azioni sismiche' semplificata (NTC; paragrafo 7.0) nei siti ove è rispettata la condizione, nei confronti dello SLV:

$$a_g S \leq 0,075g$$

wobei:

dove:

$$a_g S = a_g \times S_T \times S_S$$

Bauwerk opera	Basis a_g a_g di base	Verstärkungskoeffizient Fattore di amplificazione		$a_g S$ <u>Projektgebiet</u> <u>del sito</u>
		Topogr. Verstärkung amplificazione topografica [S_T]	Stratigr. Verstärkung Amplif. stratigrafica [S_S]	
Talstation stazione di valle	0,061	1,0	1,2	0,073
Liftstütze 1 und 2 Pilastro 1 e 2	0,062	1,1	1,2	0,082
Bergstation stazione di monte	0,062	1,4	1,0	0,087

Aufgrund des erhaltenen $a_g S$ -Wertes ist für die Projektierung der Talstation eine vereinfachte Projektierung möglich, während für die Liftstützen 1 und 2 und die Bergstationen **keine** vereinfachte Projektierung möglich.

In considerazione del valore $a_g S$ ottenuto per la stazione di valle è possibile una progettazione semplificata, mentre per i pilastri 1 e 2 e la stazione di monte **non** risulta possibile una progettazione semplificata.

10.4 Nachweis der Verflüssigung

Wie in den NTC 2018 vorgegeben, muss die Stabilität des Untersuchungsgebietes im Hinblick auf Bodenverflüssigung geprüft werden (Par. 7.11.3.4).

Im Untersuchungsgebiet sind die oben angegebenen **$a_v S$ geringer als 0,1 g**. Unter Berücksichtigung dessen sind für das Untersuchungsgebiet keine Verflüssigungsphänomene vorherzusehen.

10.4 Verifica della liquefazione

Come imposto dalle NTC 2018 si deve verificare la stabilità del sito nei confronti della liquefazione (par. 7.11.3.4).

Per l'area in esame le **$a_v S$** sopra indicate, sono risultate **minori di 0,1 g**. In considerazione di ciò per il sito in esame non sono da prevedersi fenomeni di liquefazione.

Das vorliegende Vorgutachten wurde in Übereinstimmung mit den Inhalten des M.D. 17. Jänner 2018 „Aktualisierung der Neuen technischen Vorschriften für Bauten“ ausgearbeitet und beinhaltet alle urbanistischen und gesetzlichen Anforderungen geologischer Relevanz und stellt demnach ein geeignetes projektspezifisches Dokument zum Erlass der Baukonzession dar.

Il presente elaborato preliminare è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" e soddisfa requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.

Brixen / Bressanone, 17/10/2025

**Dokumentation der Bohrungen
Documentazione dei sondaggi**

Auftraggeber – Projekt

Committente - Progetto

FUNIVIE CIAMPINOI AG
GEOLOGISCHE ERKUNDUNG

FUNIVIE CIAMPINOI S.p.A.
INDAGINE GEOGNOSTICA



Gegenstand

Oggetto

GEOTECHNISCHE BOHRUNGEN

SONDAGGI GEOGNOSTICI

Ortschaft

Località

CIAMPINOI | WOLKENSTEIN IN GRÖ. (BZ)

CIAMPINOI | SELVA DI VAL GARDENA (BZ)

Datum

Data

BOZEN, OKTOBER 2024

BOLZANO, OTTOBRE 2024

Anhang

Allegato

1. Lageplan der Bohrungen
2. Stratigrafie
3. Bohrkernfotos

1. Planimetria con ubicazione sondaggi
2. Stratigrafia
3. Foto cassette catalogatrici

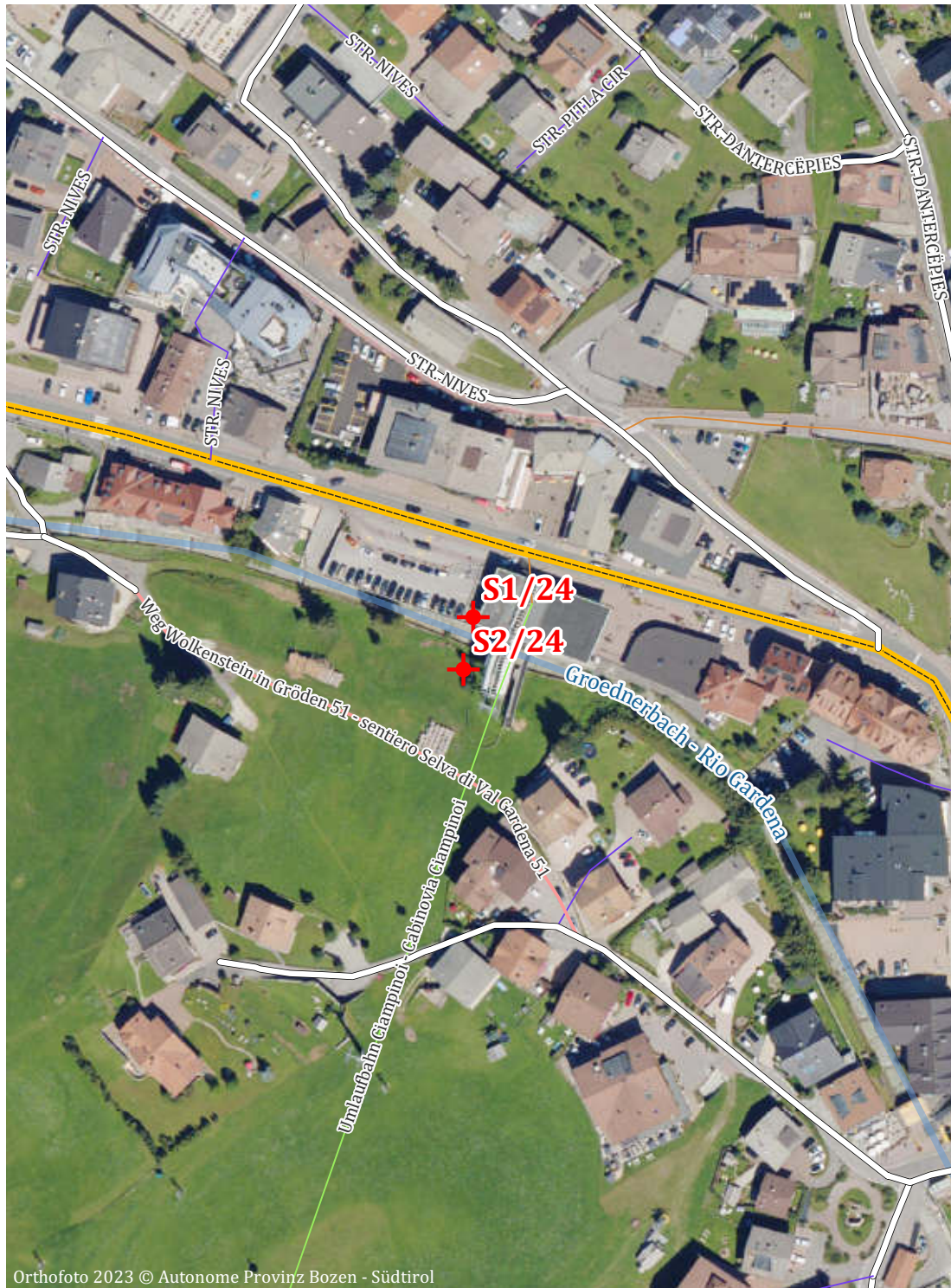
ANHANG

Lageplan der
Bohrungen

ALLEGATO

Planimetria con
ubicazione sondaggi





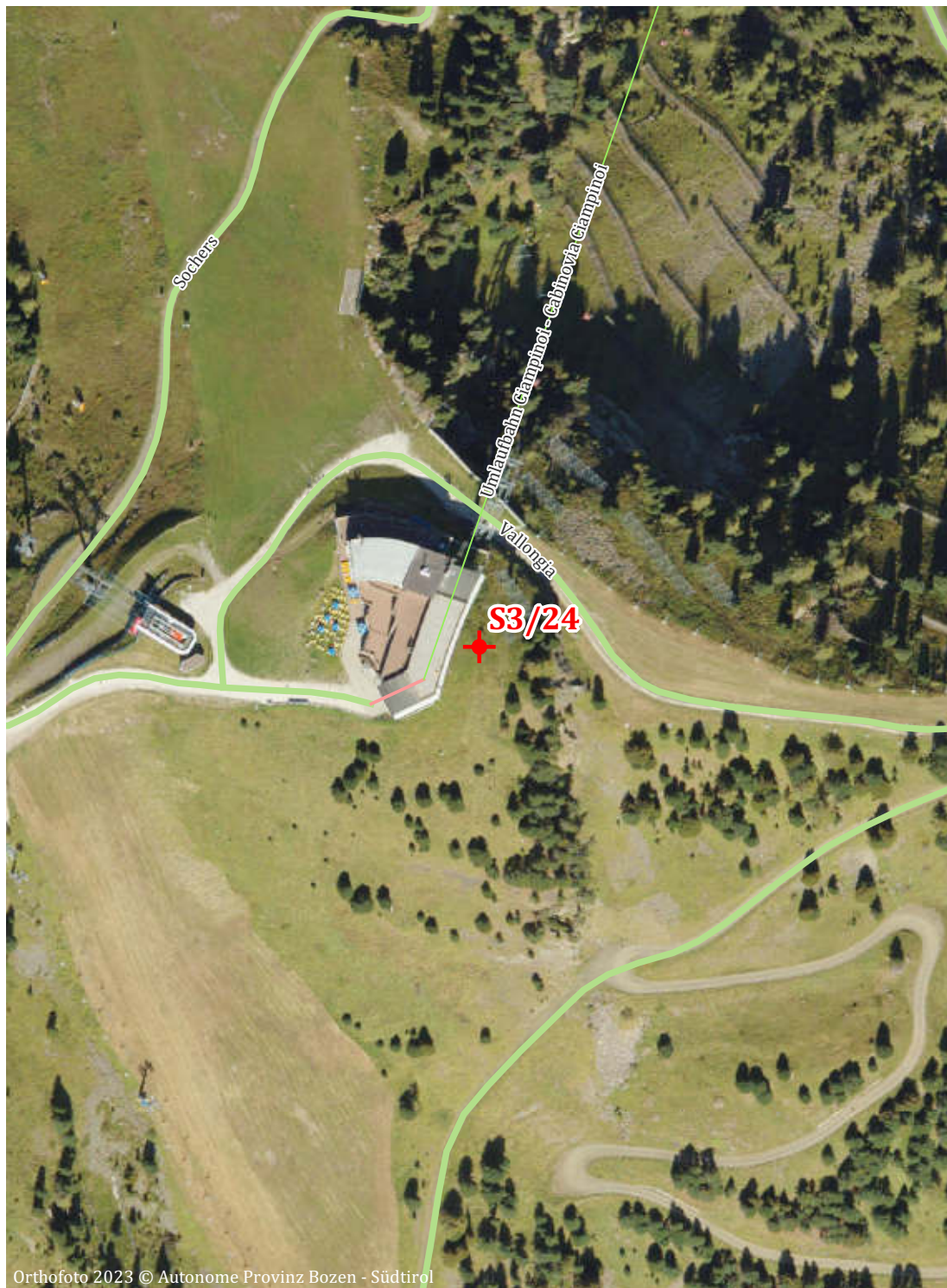
Orthofoto 2023 © Autonome Provinz Bozen - Südtirol



M 1:2.000

Ciampinoi
Wolkenstein in Gröden
Selva di Val Gardena
Sëlva
(BZ)

0 25 50 75 100 m

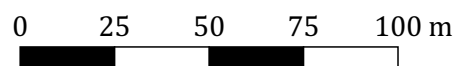


Orthofoto 2023 © Autonome Provinz Bozen - Südtirol



M 1:2.000

Ciampinot
Wolkenstein in Gröden
Selva di Val Gardena
Sëlva
(BZ)



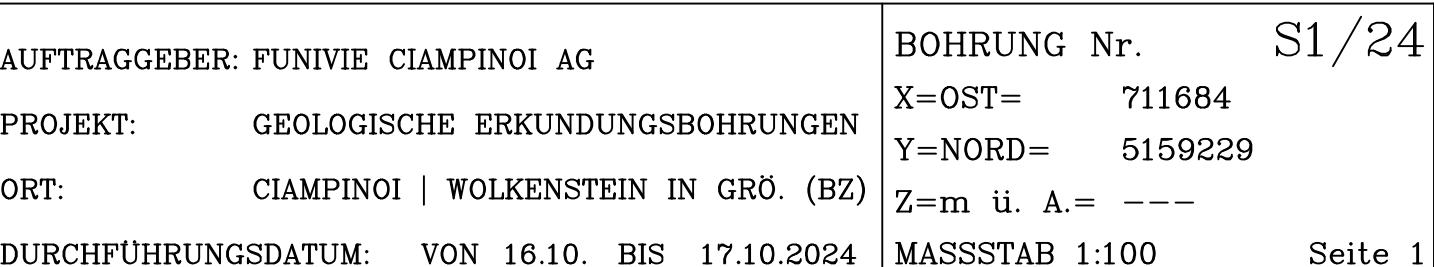
ANHANG

Stratigrafie

ALLEGATO

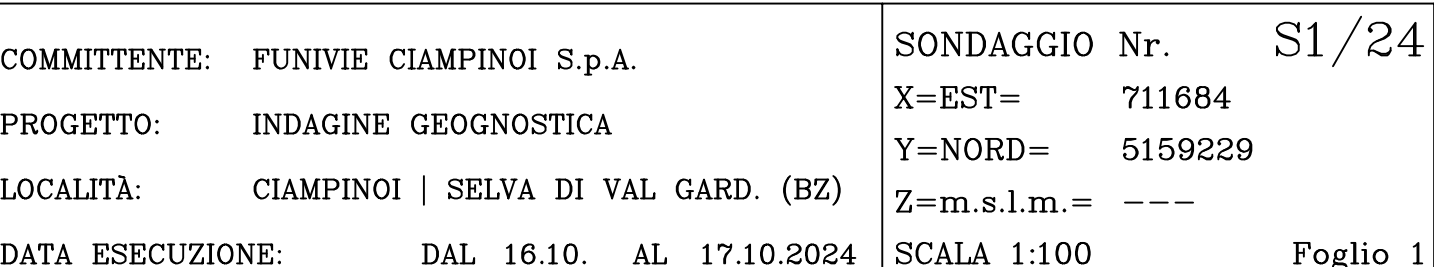
Stratigrafia





Bohrverfahren	Vermantelung	Mächtigkeit [m]	Tiefe [m]	Symbol	LITHOLOGISCHE BESCHREIBUNG		IN SITU VERSUCHE						Wasserspiegel [m]	Ausbau	BEMERKUNGEN			
							Standard Penetration Test			Probeentahme	Bohrlochversuche							
							Tiefe [m]	Anzahl Schläge				N.S.P.T.				Art der Spitze		
								0-15 cm	15-30 cm								30-45 cm	

BESCHEINIGUNG NR. S0273-24 22.10.2024	BEARBEITER	DR. M. GEIER
	DER DIREKTOR	DR. S. VALLE



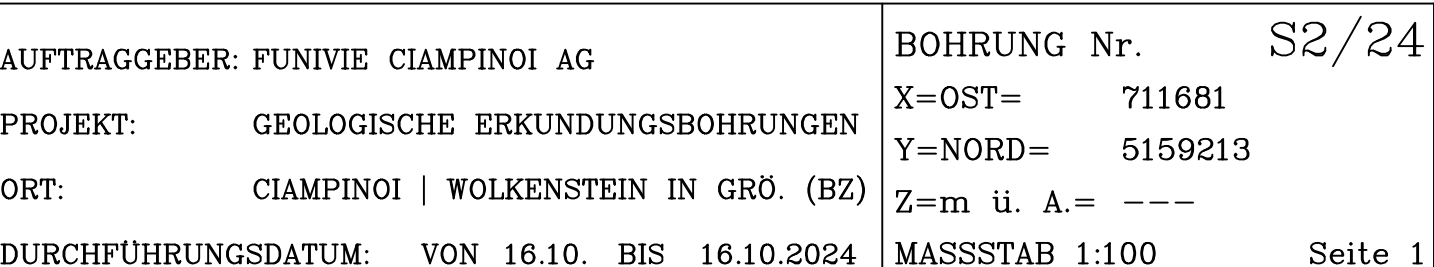
SUPERVISORE: DR. GEOL. R. PILSER

SONDATORE: SIG. A. PANARESE

TIPO Sonda: BERETTA T46

Tipo di perforazione	Rivestimento	Spessore strato [m]	Profondità [m]	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Lunghezza manovra [m]	TCR [%]	SCR [%]	RQD [%]	PROVE IN SITU						Quota falda [m]	Attrezzaggio	NOTE ED OSSERVAZIONI		
										Standard Penetration Test					Campioni				Prove in foro	
										Profondità [m]	Nr. Colpi			N.S.P.T.						Tipo di punta
											0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm							

Carotiere semplice ø 101 mm	ø 127 mm	0.80	0.80		Calcestruzzo	1.50	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
-----------------------------	----------	------	------	---	--------------	------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Bohrverfahren					LITHOLOGISCHE BESCHREIBUNG	Kernmarsch [m] 0 1000 1000 100 TCR [%] SCR [%] RQD [%]	IN SITU VERSUCHE					Wasserspiegel [m] Ausbau BEMERKUNGEN
Vermantelung							Standard Penetration Test			Probeentahme Bohrlochversuche		
Mächtigkeit [m]							Tiefe [m]	Anzahl Schläge			N.S.P.T. Art der Spitze	
Tiefe [m]								0-15 cm	15-30 cm			

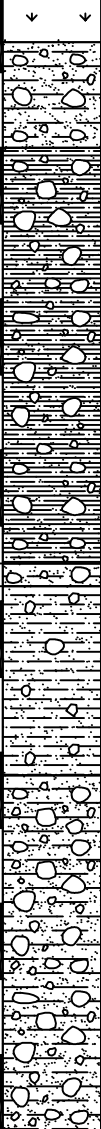
BESCHEINIGUNG NR. S0273-24 22.10.2024	BEARBEITER	DR. M. GEIER
	DER DIREKTOR	DR. S. VALLE

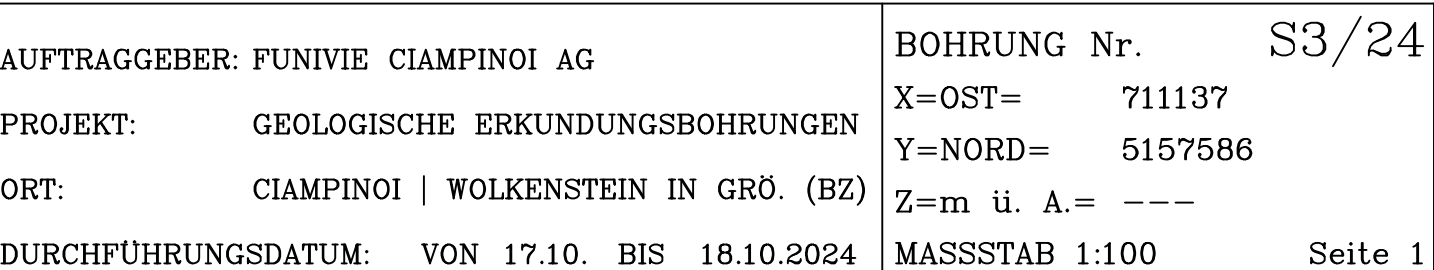
SUPERVISORE: DR. GEOL. R. PILSER

SONDATORE: SIG. A. PANARESE

TIPO SONDA: BERETTA T46

Tipo di perforazione	Rivestimento	Spessore strato [m]	Profondità [m]	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Lunghezza manovra [m]		TCR [%]	SCR [%]	RQD [%]	PROVE IN SITU						Quota falda [m]	Attrezzaggio	NOTE ED OSSERVAZIONI								
											Standard Penetration Test			Campioni	Prove in foro												
											Profondità [m]	Nr. Colpi				N.S.P.T.				Tipo di punta							
												0-15 cm	15-30 cm								30-45 cm						

Carotiere semplice ø 101 mm	ø 127 mm	0.60	0.60		Terreno vegetale; color marrone scuro.														Coordinate espresse con il sistema UTM WGS 84. Attrezzaggio: m 0.00 ÷ 15.00: Piezometro in PVC DN50 con pozzetto carrabile cieco: m 0.00 ÷ 3.00 fess.: m 3.00 ÷ 15.00 Falda: 7.65 m da p.c. Data: 17.10.2024
					Sabbia, fortemente limosa, fortemente ghiaiosa; color marrone.	1.50	100				1.50	1	2	3	5	A			
		1.40	2.00		Limo, argilla, sabbioso, ghiaioso – fortemente ghiaioso; color grigio scuro.		100												
					m 7.20: Torba risp. terreno organico; color nerastro.	3.00					3.00	2	5	9	14	A			
							100												
						4.50					4.50	5	7	9	16	A			
							100												
						6.00					6.00	12	10	8	18	A			
		5.50	7.50		Ghiaia e sabbia, fortemente limosa; marrone.	7.50					7.50	3	4	5	9	A			
		0.30	7.80		Limo, sabbioso, ghiaioso; color marrone; in alteranza con ghiaia e sabbia, fortemente limosa; color marrone.		100												
					m 9.90 ÷ 10.20: color grigio scuro	9.00					9.00	6	7	7	14	C			
							100												
		2.50	10.30		Ghiaia e sabbia, ciottolosa, fortemente limosa; color marrone.	10.50					10.50	4	8	14	22	C			
							100												
						12.00					12.00	7	13	17	30	C			
							100												
						13.50					13.50	Rif.	–	–	–	C			
							100												
15.00	15.00	4.70	15		F.F. m 15.00	15.00					15.00	16	10	24	34	C			15.00

[illegible]

BESCHEINIGUNG NR. S0273-24 22.10.2024	BEARBEITER	DR. M. GEIER
	DER DIREKTOR	DR. S. VALLE



TIPO Sonda: BERETTA T46

**Coordinate espresse
con il sistema UTM
WGS 84.**

Attrezzaggio:
m 0.00 ÷ 6.00: Piezometro
in PVC DN50 con pozzetto
carrabile
cieco: m 0.00 ÷ 3.00
fess.: m 3.00 ÷ 6.00

3.00

Falda: foro asciutto
Data: 18.10.2024

ANHANG

Bohrkernfotos

ALLEGATO

Foto cassette catalogatrici



Bohrung/Sondaggio: S1/24 | Ciampinoi - Wolkenstein in Gröden / Selva di Val Gardena / Sëlva (BZ)

Box 1 | m 0.00 ÷ 5.00



Bohrung/Sondaggio: S1/24 | Ciampinoi - Wolkenstein in Gröden / Selva di Val Gardena / Sëlva (BZ)
Box 2 | m 5.00 ÷ 10.00



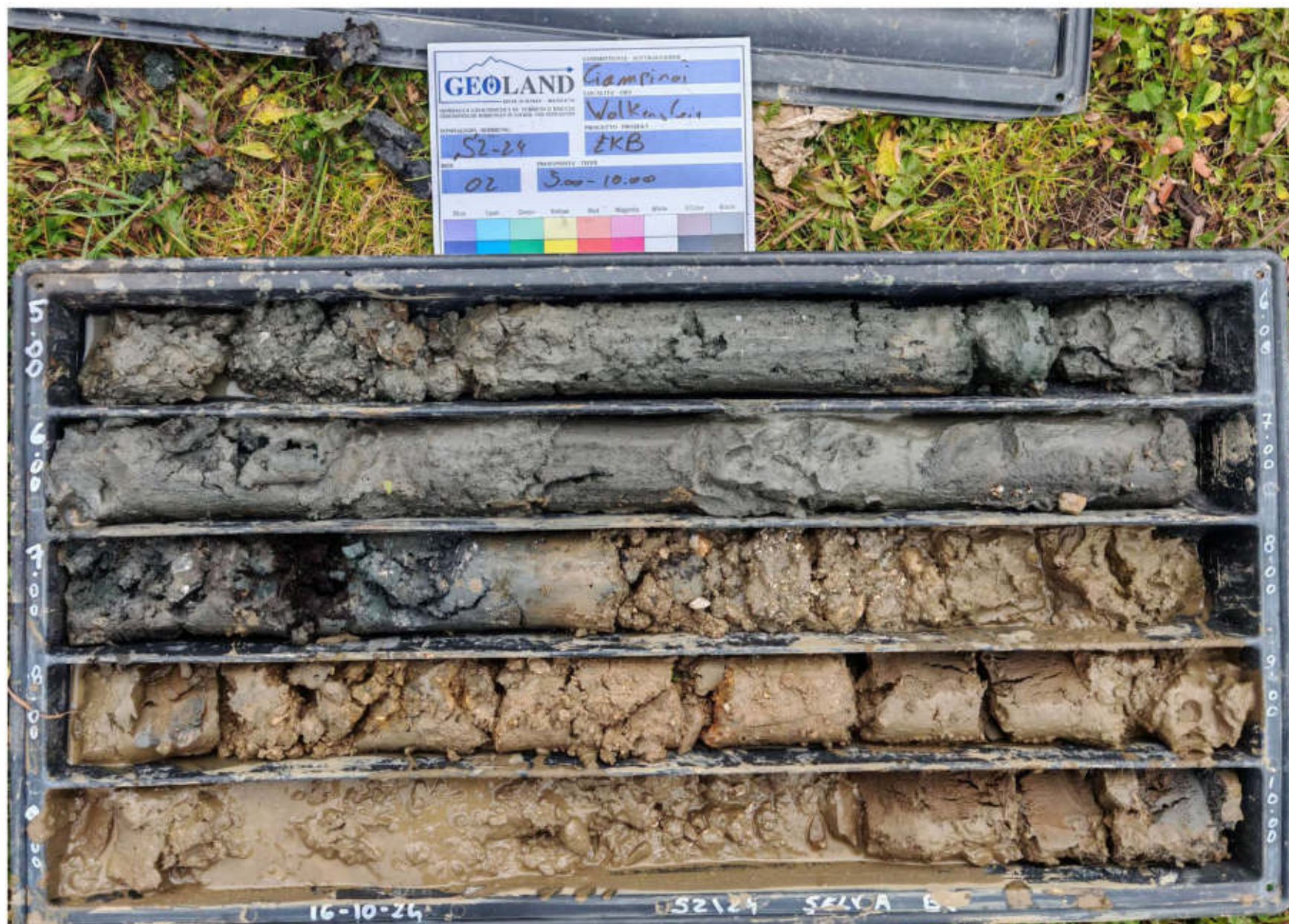
Bohrung/Sondaggio: S2/24 | Ciampinoi - Wolkenstein in Gröden / Selva di Val Gardena / Sëlva (BZ)

Box 1 | m 0.00 ÷ 5.00



Bohrung/Sondaggio: S2/24 | Ciampinoi - Wolkenstein in Gröden / Selva di Val Gardena / Sëlva (BZ)

Box 2 | m 5.00 ÷ 10.00



Bohrung/Sondaggio: S2/24 | Ciampinoi - Wolkenstein in Gröden / Selva di Val Gardena / Sëlva (BZ)
Box 3 | m 10.00 ÷ 15.00



Bohrung/Sondaggio: S3/24 | Ciampinoi - Wolkenstein in Gröden / Selva di Val Gardena / Sëlva (BZ)

Box 1 | m 0.00 ÷ 5.00



Bohrung/Sondaggio: S3/24 | Ciampinoi - Wolkenstein in Gröden / Selva di Val Gardena / Sëlva (BZ)

Box 2 | m 5.00 ÷ 6.00



**Auswertung der SPT-Versuche
Elaborazione delle prove SPT**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Descrizione: Localita':	
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,76 m
Peso sistema di battuta	4,2 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1
Rivestimento/fanghi	No

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977) - Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.

- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Correlazioni geotecniche terreni coesivi***Coesione non drenata***

- Benassi & Vannelli - correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).

- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cm²) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cm²) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago). Coesione non drenata Cu (Kg/cm²), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975), - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cm²) -, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buissmann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_Y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15 .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA ...S1
STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1
TERRENI COESIVI
Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] -	8	1,95	0,54	1,00	0,25 - 0,50	0,32	0,78	0,00	0,71	1,04	0,40	1,16	1,00
[2] -	11	3,45	0,74	1,38	0,50 - 1,00	0,44	1,08	0,00	0,97	1,28	0,55	1,47	1,38
[3] -	23	4,95	1,55	2,88	1,00 - 2,00	0,88	2,28	0,00	1,93	2,37	1,15	3,36	2,88
[4] -	17	6,45	1,15	2,13	1,00 - 2,00	0,67	1,68	0,00	1,46	1,80	0,85	2,08	2,13
[5] -	23	7,95	1,55	2,88	1,00 - 2,00	0,88	2,28	0,00	1,93	2,37	1,15	2,91	2,88

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	8	1,95	Robertson (1983)	16,00
[2] -	11	3,45	Robertson (1983)	22,00
[3] -	23	4,95	Robertson (1983)	46,00
[4] -	17	6,45	Robertson (1983)	34,00
[5] -	23	7,95	Robertson (1983)	46,00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	8	1,95	36,70	--	83,39	100,00
[2] -	11	3,45	50,47	--	113,99	110,00
[3] -	23	4,95	105,52	--	236,38	230,00
[4] -	17	6,45	78,00	--	175,18	170,00
[5] -	23	7,95	105,52	--	236,38	230,00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	8	1,95	71,60	80,00
[2] -	11	3,45	106,10	110,00
[3] -	23	4,95	244,10	230,00
[4] -	17	6,45	175,10	170,00
[5] -	23	7,95	244,10	230,00

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	8	1,95	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	11	3,45	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] -	23	4,95	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[4] -	17	6,45	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[5] -	23	7,95	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m³)
[1] -	8	1,95	Meyerhof	1,90
[2] -	11	3,45	Meyerhof	1,99
[3] -	23	4,95	Meyerhof	2,11
[4] -	17	6,45	Meyerhof	2,08
[5] -	23	7,95	Meyerhof	2,11

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m³)
[1] -	8	1,95	Meyerhof	1,91
[2] -	11	3,45	Meyerhof	2,19
[3] -	23	4,95	Meyerhof	2,17
[4] -	17	6,45	Meyerhof	2,29
[5] -	23	7,95	Meyerhof	2,17

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] -	8	1,95		0
[2] -	11	3,45		0
[3] -	23	4,95		0
[4] -	17	6,45		0
[5] -	23	7,95		0

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	8	1,95	28,98	57,42	60,01	28,4
[2] -	11	3,45	30,75	59,51	59,81	35,16
[3] -	23	4,95	39,13	72,37	71,88	49,72
[4] -	17	6,45	32,78	62,26	62,53	44,79
[5] -	23	7,95	33,89	63,93	64,64	49,72

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] -	8	1,95	8	29,29	22,29	30,24	30,53	32,89	0	<30	25,95	29,4	25,48	27,65
[2] -	11	3,45	11	30,14	23,14	31,08	29,75	34,05	36,33	<30	27,85	30,3	25,55	29,83
[3] -	23	4,95	19	32,43	25,43	33,32	30	36,77	38,13	30-32	31,88	32,7	26,74	34,49
[4] -	17	6,45	16	31,57	24,57	32,48	29,25	35,81	36,72	30-32	30,49	31,8	25,26	32,89
[5] -	23	7,95	19	32,43	25,43	33,32	29,12	36,77	36,95	30-32	31,88	32,7	25,03	34,49

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman n (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	8	1,95	8	---	64,00	95,10	---	---
[2] -	11	3,45	11	236,74	88,00	130,50	262,50	130,00
[3] -	23	4,95	19	311,13	152,00	224,90	322,50	170,00
[4] -	17	6,45	16	285,52	128,00	189,50	300,00	155,00
[5] -	23	7,95	19	311,13	152,00	224,90	322,50	170,00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	8	1,95	8	---	43,90	56,80	73,68
[2] -	11	3,45	11	66,00	50,06	78,10	87,06
[3] -	23	4,95	19	114,00	66,49	134,90	122,74
[4] -	17	6,45	16	96,00	60,33	113,60	109,36
[5] -	23	7,95	19	114,00	66,49	134,90	122,74

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	8	1,95	8	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] -	11	3,45	11	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	23	4,95	19	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	17	6,45	16	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[5] -	23	7,95	19	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] -	8	1,95	8	Terzaghi-Peck 1948	1,45
[2] -	11	3,45	11	Terzaghi-Peck 1948	1,49
[3] -	23	4,95	19	Terzaghi-Peck 1948	1,58
[4] -	17	6,45	16	Terzaghi-Peck 1948	1,55
[5] -	23	7,95	19	Terzaghi-Peck 1948	1,58

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] -	8	1,95	8	Terzaghi-Peck 1948	1,90
[2] -	11	3,45	11	Terzaghi-Peck 1948	1,93
[3] -	23	4,95	19	Terzaghi-Peck 1948	1,99
[4] -	17	6,45	16	Terzaghi-Peck 1948	1,97
[5] -	23	7,95	19	Terzaghi-Peck 1948	1,99

PROVA ...S2**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S2****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata (Kg/cm²)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[2] -	14	3,45	0,95	1,75	0,50 - 1,00	0,55	1,38	0,00	1,22	1,54	0,70	2,00	1,75
[3] -	16	4,95	1,08	2,00	1,00 - 2,00	0,63	1,58	0,00	1,38	1,71	0,80	2,12	2,00
[4] -	18	6,45	1,22	2,25	1,00 - 2,00	0,70	1,78	0,00	1,54	1,90	0,90	2,25	2,25
[5] -	9	7,95	0,61	1,13	0,50 - 1,00	0,36	0,88	0,00	0,80	1,12	0,45	0,51	1,13
[6] -	14	9,45	0,95	1,75	0,50 - 1,00	0,55	1,38	0,00	1,22	1,54	0,70	1,12	1,75

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] -	14	3,45	Robertson (1983)	28,00
[3] -	16	4,95	Robertson (1983)	32,00
[4] -	18	6,45	Robertson (1983)	36,00
[5] -	9	7,95	Robertson (1983)	18,00
[6] -	14	9,45	Robertson (1983)	28,00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[2] -	14	3,45	64,23	--	144,58	140,00
[3] -	16	4,95	73,41	--	164,98	160,00
[4] -	18	6,45	82,58	--	185,38	180,00
[5] -	9	7,95	41,29	--	93,59	112,50
[6] -	14	9,45	64,23	--	144,58	140,00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[2] -	14	3,45	140,60	140,00
[3] -	16	4,95	163,60	160,00
[4] -	18	6,45	186,60	180,00
[5] -	9	7,95	83,10	90,00
[6] -	14	9,45	140,60	140,00

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] -	14	3,45	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] -	16	4,95	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[4] -	18	6,45	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[5] -	9	7,95	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[6] -	14	9,45	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[2] -	14	3,45	Meyerhof	2,05
[3] -	16	4,95	Meyerhof	2,08
[4] -	18	6,45	Meyerhof	2,09
[5] -	9	7,95	Meyerhof	1,94
[6] -	14	9,45	Meyerhof	2,05

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[2] -	14	3,45	Meyerhof	2,25
[3] -	16	4,95	Meyerhof	2,29
[4] -	18	6,45	Meyerhof	2,30
[5] -	9	7,95	Meyerhof	2,13
[6] -	14	9,45	Meyerhof	2,25

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	5	1,95	21,26	46,96	50,64	20,83
[2] -	14	3,45	36,64	68,65	68,78	41,17
[3] -	16	4,95	35,16	66	65,83	44,79
[4] -	18	6,45	34,02	64,13	64,54	48,14
[5] -	9	7,95	18,86	43,17	44,55	30,74
[6] -	14	9,45	25,08	51,26	53	41,17
[7] -	22	10,95	28,83	56,56	58,76	48,94
[8] -	30	12,45	31,02	59,85	62,65	54,76
[9] -	100	13,95	49,77	91,48	95,12	87,33
[10] -	34	15,45	29,34	57,66	61,79	57,34

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corrett o per presen za falda	Peck- Hanso n-Thor nburn- Meyer hof 1956	Meyer hof (1956)	Sower s (1961)	Malcev (1964)	Meyer hof (1965)	Schme rtmann (1977) Sabbie	Mitchel l & Katti (1981)	Shioi-F ukuni 1982 (ROAD BRIDG E SPECI FICATI ON)	Japan ese Nation al Railwa y	De Mello	Owasa ki & Iwasak i
[1] -	5	1,95	5	28,43	21,43	29,4	30,22	31,67	0	<30	23,66	28,5	23,96	25
[2] -	14	3,45	14	31	24	31,92	30,35	35,13	37,61	30-32	29,49	31,2	26,69	31,73
[3] -	16	4,95	16	31,57	24,57	32,48	29,67	35,81	37,24	30-32	30,49	31,8	26,02	32,89
[4] -	18	6,45	18	32,14	25,14	33,04	29,23	36,45	36,98	30-32	31,43	32,4	25,28	33,97
[5] -	9	7,95	9	29,57	22,57	30,52	27,78	33,29	0	<30	26,62	29,7	21,9	28,42
[6] -	14	9,45	14	31	24	31,92	28,19	35,13	35,18	30-32	29,49	31,2	22,74	31,73
[7] -	22	10,95	18,5	32,29	25,29	33,18	28,39	36,61	35,92	30-32	31,66	32,55	23,03	34,24
[8] -	30	12,45	22,5	33,43	26,43	34,3	28,46	37,79	36,38	30-32	33,37	33,75	22,94	36,21
[9] -	100	13,95	57,5	43,43	36,43	44,1	29,73	42,69	40,81	>38	44,37	44,25	25,51	48,91
[10] -	34	15,45	24,5	34	27	34,86	28,15	38,34	36,07	30-32	34,17	34,35	21,44	37,14

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman n (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	5	1,95	5	---	40,00	---	---	---
[2] -	14	3,45	14	267,08	112,00	165,90	285,00	145,00
[3] -	16	4,95	16	285,52	128,00	189,50	300,00	155,00
[4] -	18	6,45	18	302,84	144,00	213,10	315,00	165,00
[5] -	9	7,95	9	---	72,00	106,90	---	---
[6] -	14	9,45	14	267,08	112,00	165,90	285,00	145,00
[7] -	22	10,95	18,5	307,01	148,00	219,00	318,75	167,50
[8] -	30	12,45	22,5	338,58	180,00	266,20	348,75	187,50
[9] -	100	13,95	57,5	541,26	460,00	679,20	611,25	362,50
[10] -	34	15,45	24,5	353,31	196,00	289,80	363,75	197,50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	5	1,95	5	---	37,73	35,50	60,30
[2] -	14	3,45	14	84,00	56,22	99,40	100,44
[3] -	16	4,95	16	96,00	60,33	113,60	109,36
[4] -	18	6,45	18	108,00	64,44	127,80	118,28
[5] -	9	7,95	9	---	45,95	63,90	78,14
[6] -	14	9,45	14	84,00	56,22	99,40	100,44
[7] -	22	10,95	18,5	111,00	65,46	131,35	120,51
[8] -	30	12,45	22,5	135,00	73,68	159,75	138,35
[9] -	100	13,95	57,5	345,00	145,57	408,25	294,45
[10] -	34	15,45	24,5	147,00	77,79	173,95	147,27

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	5	1,95	5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] -	14	3,45	14	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	16	4,95	16	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	18	6,45	18	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[5] -	9	7,95	9	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[6] -	14	9,45	14	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[7] -	22	10,95	18,5	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[8] -	30	12,45	22,5	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[9] -	100	13,95	57,5	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[10] -	34	15,45	24,5	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] -	5	1,95	5	Terzaghi-Peck 1948	1,41
[2] -	14	3,45	14	Terzaghi-Peck 1948	1,53
[3] -	16	4,95	16	Terzaghi-Peck 1948	1,55
[4] -	18	6,45	18	Terzaghi-Peck 1948	1,57
[5] -	9	7,95	9	Terzaghi-Peck 1948	1,46
[6] -	14	9,45	14	Terzaghi-Peck 1948	1,53
[7] -	22	10,95	18,5	Terzaghi-Peck 1948	1,58
[8] -	30	12,45	22,5	Terzaghi-Peck 1948	1,62
[9] -	100	13,95	57,5	Terzaghi-Peck 1948	1,89
[10] -	34	15,45	24,5	Terzaghi-Peck 1948	1,64

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] -	5	1,95	5	Terzaghi-Peck 1948	1,88
[2] -	14	3,45	14	Terzaghi-Peck 1948	1,95
[3] -	16	4,95	16	Terzaghi-Peck 1948	1,97
[4] -	18	6,45	18	Terzaghi-Peck 1948	1,98
[5] -	9	7,95	9	Terzaghi-Peck 1948	1,91
[6] -	14	9,45	14	Terzaghi-Peck 1948	1,95
[7] -	22	10,95	18,5	Terzaghi-Peck 1948	1,98
[8] -	30	12,45	22,5	Terzaghi-Peck 1948	2,01
[9] -	100	13,95	57,5	Terzaghi-Peck 1948	2,18
[10] -	34	15,45	24,5	Terzaghi-Peck 1948	2,02

INTERPRETATION SPT VERSUCHE INTERPRETAZIONE PROVE SPT

Lokalität Località:	Wolkenstein Selva Gardena
Baustelle Cantiere:	Aufstiegsanlage Ciampinoi

Ausführungsdatum Data di esecuzione:	Okt. 24
Grundwasserspiegel Profondità falda	3,6

BOHRUNG / SONDAGGIO S1/24 (bis / fino a 15 m)

Schicht strato	Tiefe (m) prof. (m) von da	bis a	γ' (kN/mq)	Bodenart für Korrelat. nach Schmertmann (1977) und für eventuelle Korrektur für gesättigte Böden tipo di terreno per correlaz. Schmertmann (1977) e per eventuale correz. terreni in falda	normal konsoli- dierte Böden terreni normal consolidati
1	0,0	3,6	19	gleichkörniger Feinsand Sabbia fine uniforme	si
2	3,6	8,9	9	sehr feinkörniger und/oder schluffiger, wassergesättigter Sand Sabbie molto fini e/o limose in falda	si
3	8,9	10,0	9	Gleichkörniger Kies - leicht schluffiger Sand und Kies Ghiaietto uniforme - Sabbie e ghiaie poco limose	si

Versuchsnr. numero prova	Tiefe (m) profondità (m)	N ₍₀₋₁₅₎	N ₍₁₅₋₃₀₎	N ₍₃₀₋₄₅₎	Nspt	Nspt © *	Nspt ^{**} ₍₆₀₎	N1spt ^{***} ₍₆₀₎	σ' (kPa)	rel. Dichte (%) dens. Rel. (%)		Reibungswinkel (ϕ') angolo di attrito ϕ')								Elastizitätsmodul kPa modulo elastico kPa (Bowles 1988)	Konsistenz für kohäsive gesättigte Böden Consistenza per terreni coesivi saturi
										Dr nc (Gibbs & Holz - 1957)	Dr sc (Bazaraa & Peck 1967-1969)	De Mello (1971)	Schmertmann (1977)	Japanese Nationale Railway (1982)	Road Br. Spec. (1982)	Japan Road A. (1990)	Hatanaka e Uchida (1996)	MITTELWERT VALORE MEDIO	SICHERHEITSWERT VALORE CAUTELAT.		
1	1,5	2	4	4	8	6,4	6,4	6,4	28,5	53,5	-	32	-	29	25	28	28	25	10700	-	
2	3,0	6	6	5	11	8,8	8,8	8,8	57	55,3	-	35	-	30	26	30	30	26	11900	-	
3	4,5	10	13	10	23	18,4	16,7	16,7	76,5	70,9	-	38	-	32	31	35	34	31	7400	dura	
4	6,0	7	7	10	17	13,6	13,6	13,6	90	61,2	-	36	-	31	29	33	33	29	6500	dura	
5	7,5	8	6	17	23	18,4	16,7	16,4	104	65,2	-	38	-	32	31	35	34	31	7300	dura	
6	9,0	9	13	16	29	23,2	23,2	21,4	117	74,0	-	39	-	33	33	38	36	33	32900	-	
7																					
8																					
9																					

* eventuelle Korrektur der SPT für geschlossene Spitzen / Eventuale correzione per SPT a punta chiusa (=1,25 nach Schultze e Knausenberger (1957); =1 nach Palmer e Stuart (1957))

1,25

** Korrektur in Funkt. des Wirkungsgrads und ev. wassergesättigter Böden (wurde ein konventioneller Wirkungsgrad von 60% angenommen / Correzione in funz. del rendimento ed ev. terreni fini in falda (ipotizzato rendimento convenzionale 60%)

*** Korrektur in Funktion von σ_c (Cn nach Liao e Whitman, 1986)
Correzione in funzione della σ_c , solo se cautelativa (Cn da Liao e Whitman, 1986)

XX Werte aus Bibliographie, stammen nicht von Korrelationen
Valori non da correlazioni indicate ma da bibliografia

INTERPRETATION SPT VERSUCHE INTERPRETAZIONE PROVE SPT

Lokalität Località:	Wolkenstein Selva Gardena
Baustelle Cantiere:	Aufstiegsanlage Ciampinoi

Ausführungsdatum Data di esecuzione:	Okt. 24
Grundwasserspiegel Profondità falda	7,7

BOHRUNG / SONDAGGIO S2/24 (bis / fino a 15 m)

Schicht strato	Tiefe (m) prof. (m) von da	bis a	γ' (kN/mq)	Bodenart für Korrelat. nach Schmertmann (1977) und für eventuelle Korrektur für gesättigte Böden tipo di terreno per correlaz. Schmertmann (1977) e per eventuale correz. terreni in falda	normal konsoli- dierte Böden terreni normal consolidati
1	0,0	2,0	19	Gleichkörniger Kies - leicht schluffiger Sand und Kies Ghiaietto uniforme - Sabbie e ghiaie poco limose	si
2	2,0	7,7	19	gleichkörniger Feinsand Sabbia fine uniforme	si
3	7,7	10,3	9	sehr feinkörniger und/oder schluffiger, wassergesättigter Sand Sabbie molto fini e/o limose in falda	si
4	10,3	15,6	9	Gleichkörniger Kies - leicht schluffiger Sand und Kies Ghiaietto uniforme - Sabbie e ghiaie poco limose	si

Versuchsnr. numero prova	Tiefe (m) profondità (m)	N ₍₀₋₁₅₎	N ₍₁₅₋₃₀₎	N ₍₃₀₋₄₅₎	Nspt	Nspt © *	Nspt ^{**} ₍₆₀₎	N1spt ^{***} ₍₆₀₎	σ' (kPa)	rel. Dichte (%) dens. Rel. (%)		Reibungswinkel (ϕ') angolo di attrito ϕ')								Elastizitätsmodul kPa modulo elastico kPa (Bowles 1988)	Konsistenz für kohäsive gesättigte Böden Consistenza per terreni coesivi saturi
										Dr nc (Gibbs & Holz - 1957)	Dr sc (Bazaraa & Peck 1967-1969)	De Mello (1971)	Schmertmann (1977)	Japanese Nationale Railway (1982)	Road Br. Spec. (1982)	Japan Road A. (1990)	Hatanaka e Uchida (1996)	MITTELWERT VALORE MEDIO	SICHERHEITSWERT VALORE CAUTELAT.		
1	1,5	1	2	3	5	4	4	4,0	28,5	42,3	-	27	-	28	23	26	26	23	6000	-	
2	3,0	2	5	9	14	11,2	11,2	11,2	57	62,4	-	38	-	30	28	32	32	28	13100	-	
3	4,5	5	7	9	16	12,8	12,8	12,8	85,5	60,3	-	36	-	31	29	33	32	29	13900	-	
4	6,0	12	10	8	18	14,4	14,4	13,5	114	58,7	-	35	-	31	29	33	32	29	14200	-	
5	7,5	3	4	5	9	7,2	7,2	6,0	143	38,7	-	27	-	29	25	28	27	25	4400	media	
6	9,0	6	7	7	14	11,2	11,2	8,9	158	46,6	-	32	-	30	27	30	30	27	5200	media	
7	10,5	4	8	14	22	17,6	17,6	13,5	171	56,8	-	35	-	31	29	33	32	29	11700	-	
8	12,0	7	13	17	30	24	24	17,7	185	64,5	-	38	-	32	31	36	34	31	28400	-	
9	13,5	50	50	50	100	80	60	56,9	198	99,4	-	40	-	44	44	40	42	40	75400	-	
10	15,0	16	10	24	34	27,2	27,2	18,7	212	65,3	-	36	-	33	32	36	34	32	29600	-	

* eventuelle Korrektur der SPT für geschlossene Spitzen / Eventuale correzione per SPT a punta chiusa (=1,25 nach Schultze e Knausenberger (1957); =1 nach Palmer e Stuart (1957))

1,25

** Korrektur in Funkt. des Wirkungsgrads und ev. wassergesättigter Böden (wurde ein konventioneller Wirkungsgrad von 60% angenommen /
Correzione in funz. del rendimento ed ev. terreni fini in falda (ipotizzato rendimento convenzionale 60%)

*** Korrektur in Funktion von σ_c (Cn nach Liao e Whitman, 1986)

Correzione in funzione della σ_c , solo se cautelativa (Cn da Liao e Whitman, 1986)

XX Werte aus Bibliographie, stammen nicht von Korrelationen
Valori non da correlazioni indicate ma da bibliografia

**Seismischer Bericht
Relazione sismica**

**AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE**

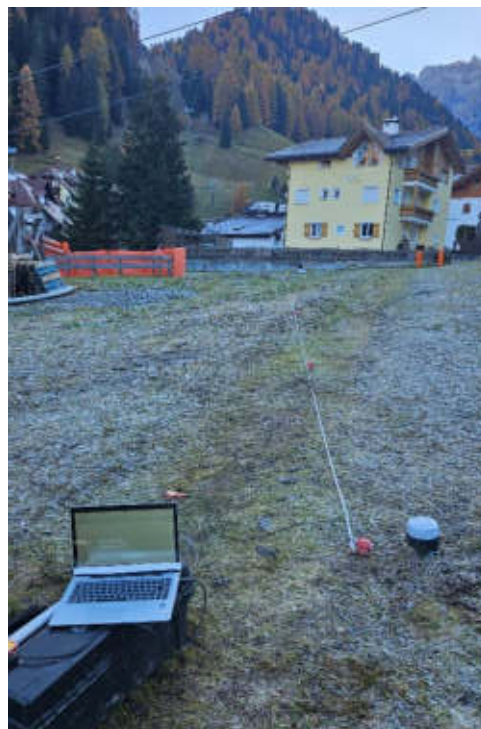
**GEMEINDE WOLKENSTEIN
COMUNE DI SELVA GARDENA**

**SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN
MASW+ReMi+HVSr**

Aufstiegsanlage Ciampinoi

**INDAGINI SISMICHE
MASW+ReMi+HVSr**

Impianto di risalita Ciampinoi



**SEISMISCHE UNTERSUCHUNG ZUR BEWERTUNG DES PROFILS DER
SCHERWELLENGESCHWINDIGKEIT – V_s / V_{s30}**

entsprechend den Technischen Vorschriften für Bauwerke (M.D. 17. Januar 2018 – „Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni“)

**INDAGINE SISMICA PER LA VALUTAZIONE DEL PROFILO DELLA
VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO – V_s / V_{s30}**

ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018 - „Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni“)

Dott. Geol. Giovanni Ronzani



Brixen / Bressanone, 05/11//2024

SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN MASW+ReMi+HVSr

Aufstiegsanlage Ciampinoi

SEISMISCHE UNTERSUCHUNG ZUR BEWERTUNG DES PROFILS DER SCHERWELLEN- GESCHWINDIGKEIT – Vs / Vs30

entsprechend den Technischen Vorschriften für
Bauwerke (M.D. 17. Januar 2018 – „Aggiornamento delle
Norme tecniche per le costruzioni“)

INDAGINI SISMICHE MASW+ReMi+HVSr

Impianto di risalita Ciampinoi

INDAGINE SISMICA PER LA VALUTAZIONE DEL PROFILO DELLA VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO – Vs / Vs30

ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.
17 gennaio 2018 - „Aggiornamento delle Norme
tecniche per le costruzioni“)

INHALTSVERZEICHNIS / SOMMARIO:

1	EINLEITUNG	2
1	INTRODUZIONE.....	2
1.1	VORBEMERKUNG.....	2
1.1	PREMESSA	2
1.2	METHODIK UND GRUNDLAGEN	3
1.2	METODOLOGIA E INFORMAZIONI DI BASE	3
1.2.1	Bibliographie, Dokumente und Projektunterlagen.....	4
1.2.1	Bibliografia, documenti ed elaborati di progetti esistenti.....	4
2	BEWERTUNG DES PARAMETERS Vs / Vs30 UND DER HAUPTSCHWINGFREQUENZEN.....	5
2	VALUTAZIONE DEL PARAMETRO Vs / Vs30 E FREQUENZE PRINCIPALI DI VIBRAZIONE	5
2.1	PARAMETER Vs / Vs30.....	5
2.1	PARAMETRO Vs / Vs30.....	5
2.2	HAUPTSCHWINGFREQUENZEN DES BODENS	6
2.2	FREQUENZE PRINCIPALI DI VIBRAZIONE DEL TERRENO	6
3	STRATIGRAFISCHE MODELLIERUNG	7
3	MODELLAZIONE SISMICA.....	7
3.1	BAUGRUNDKLASSE.....	8
3.1	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	8
4	WEITERE MÖGLICHE VERSTÄRKUNGEN DER SEISMISCHEN ERSCHÜTTERUNGEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET	9
4	ULTERIORI POSSIBILI AMPLIFICAZIONI DEL MOTO SISMICO NEL SITO IN ESAME	9
4.1	HAUPTSCHWINGFREQUENZEN VON GEBÄUDEN	9
4.1	FREQUENZE PRINCIPALI DI VIBRAZIONE PER EDIFICI	9
4.2	TOPOGRAFISCHE KATEGORIE.....	10
4.2	CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	10
5	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE.....	10
5	RISULTATI DI SINTESI	10

ANLAGEN / ALLEGATI:

- 1) SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN MASW, ReMi und HVSr
INDAGINI SISMICHE MASW, ReMi e HVSr

SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN MASW+ReMi+HVSr

Aufstiegsanlage Ciampinoi

SEISMISCHE UNTERSUCHUNG ZUR BEWERTUNG DES PROFILS DER SCHERWELLEN- GESCHWINDIGKEIT – V_s / V_{s30}

entsprechend den Technischen Vorschriften für
Bauwerke (M.D. 17. Januar 2018 – „Aggiornamento delle
Norme tecniche per le costruzioni“)

1 EINLEITUNG

1.1 Vorbemerkung

Die vorliegende seismische Studie zur
Bewertung des Profils der Scherwellen-
geschwindigkeit V_s / V_{s30} erfolgte im Hinblick das
im Titel genannte Projekt.

INDAGINI SISMICHE MASW+ReMi+HVSr

Impianto di risalita Ciampinoi

INDAGINE SISMICA PER LA VALUTAZIONE DEL PROFILO DELLA VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO – V_s / V_{s30}

ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.
17 gennaio 2018 - „Aggiornamento delle Norme
tecniche per le costruzioni“)

1 INTRODUZIONE

1.1 Premessa

Il presente studio sismico è stato elaborato
per la valutazione del profilo delle velocità
delle onde di taglio V_s / V_{s30} in riferimento al
progetto nominato nel titolo.

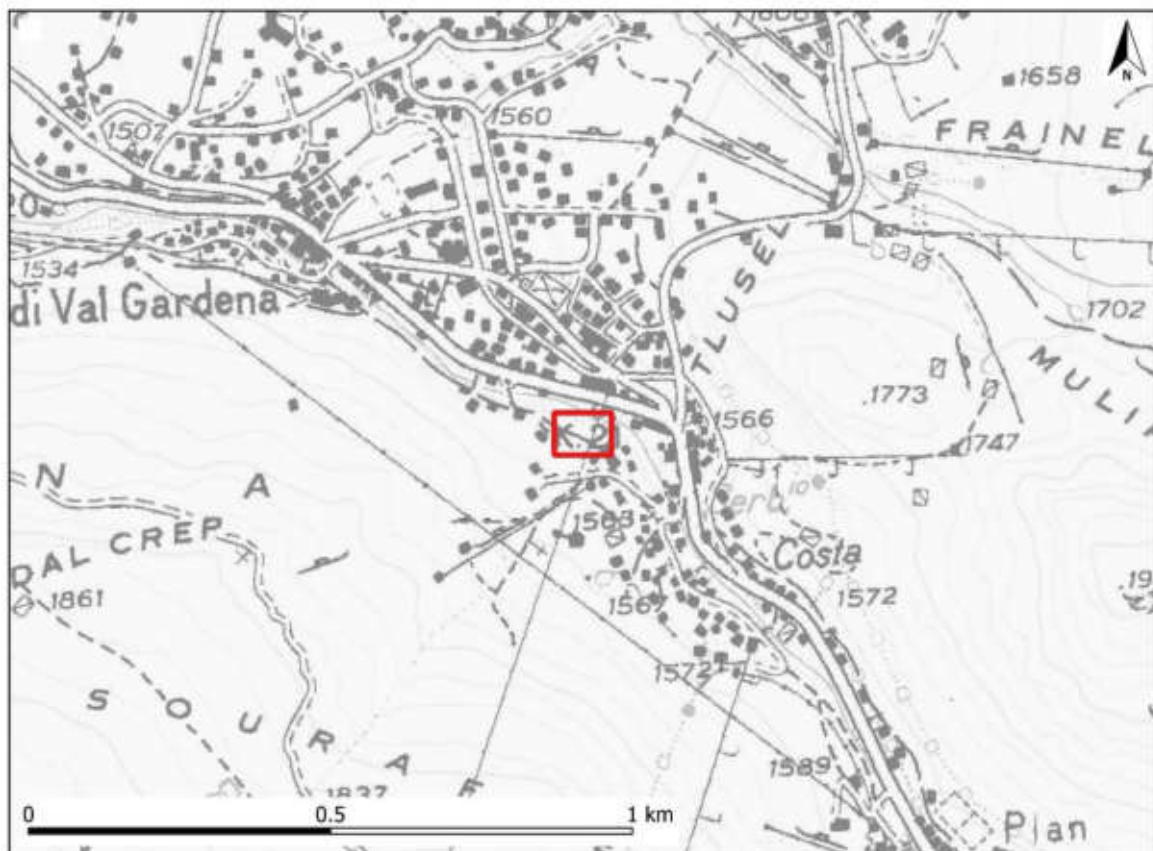


Fig. 1: Lage des Projektgebietes / Ubicazione dell'area in progetto

Das Untersuchungsgebiet befindet sich bei der Talstation der Aufstiegsanlage Ciampinoi, auf einer Kote von ca. 1.565 m ü.M..

L'area in esame è situata presso la stazione di valle dell'impianto di risalita Ciampinoi, ad una quota di ca. 1.565 m s.l.m..

1.2 Methodik und Grundlagen

Die Studie erfolgte in Übereinstimmung mit den *Technischen Vorschriften für Bauwerke (NTC)*, dem M.D. 17. Januar 2018 – „*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*“, um die Ausbreitungsgeschwindigkeit V_s bzw. das Profil der Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Transversalwellen in der Tiefe unterhalb der geplanten Gründungsfläche zu bestimmen.

1.2 Metodologia e informazioni di base

La perizia è stata elaborata in ottemperanza alle *Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC)* - D.M. 17 gennaio 2018 - „*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*“ per la definizione della velocità di propagazione V_s , ovvero il profilo di velocità di propagazione delle onde di taglio in approfondimento al di sotto della prevista fondazione.

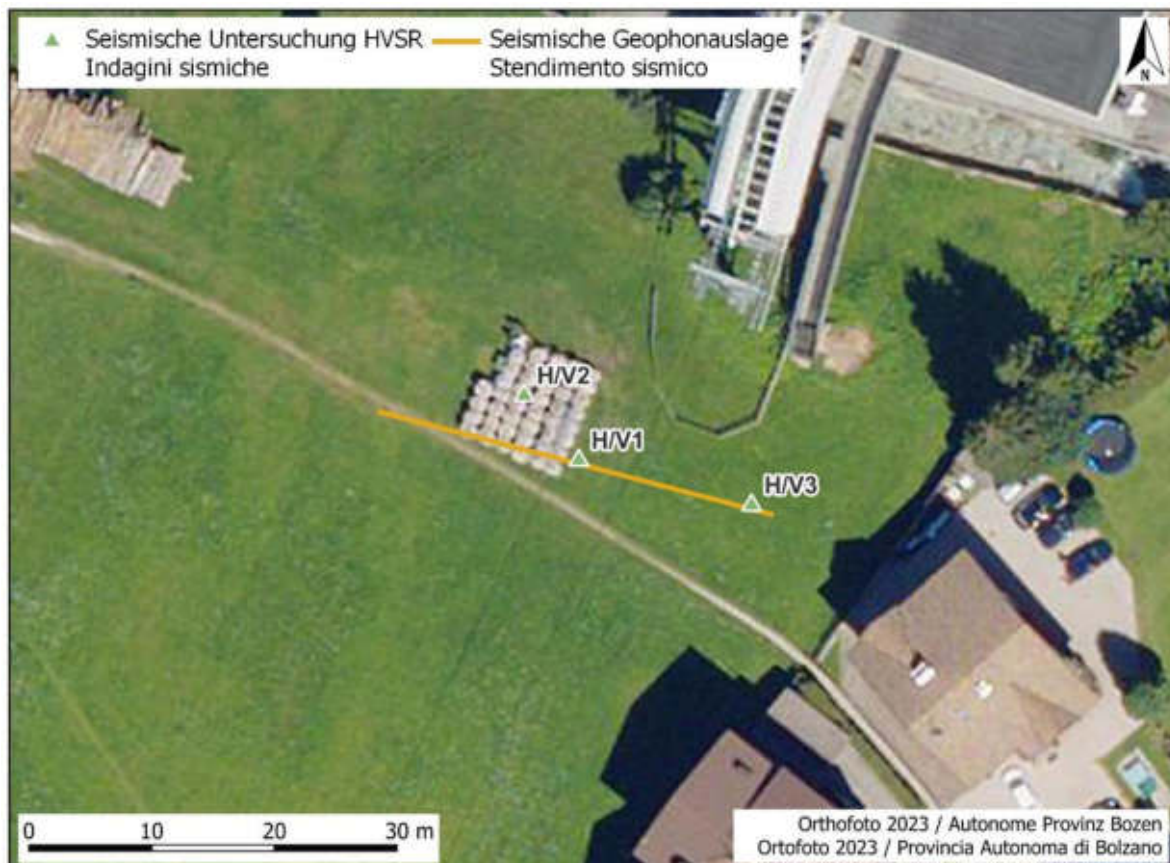


Fig. 2: Lokalisierung der Untersuchungen / Localizzazione delle indagini

Im Untersuchungsgebiet wurden folgende seismische Untersuchungen durchgeführt, um die geologischen / seismischen Gegebenheiten des Untersuchungsgebietes beurteilen zu können:

- 1 aktive seismische Untersuchung MASW
I. Geophonauslage: 12 Geophone; L= 33,0 m;

Nell'area in esame sono state effettuate le seguenti indagini sismiche al fine di poter fornire indicazioni di interesse per la valutazione geologica / sismica del sito:

- N. 1 indagini sismiche attive tipo MASW
I. Stendimento: 12 geofoni; L= 33,0 m;

- 1 passive seismische Untersuchung ReMi (entlang derselben Geophonauslage wie oben);
- 3 punktuelle passive seismische Untersuchungen vom Typ HVSR.

Sämtliche durchgeführten Untersuchungen wurden mittels GIS - Datenerfassungsgerät Leica Zeno 20 (Zentimetergenauigkeit) vermessen.

Es handelt sich also um indirekte Untersuchungsmethoden an der Oberfläche (Oberflächengeophysik).

Durch direkte Untersuchungen (Bohrung) wurden die erhaltenen Ergebnisse detaillierter geeicht und verifiziert.

Die Untersuchungen umfassen außerdem die Ermittlung von weiteren Elementen, welche die Ausbreitung der seismischen Wellen beeinflussen, wie bspw. die Präsenz und eventuelle Tiefe eines steifen Untergrundes oder einer ähnlichen Formation (wie in den NTC vorgeschrieben; Absatz 7.11.2).

Für das Untersuchungsgebiet wird auch die Abschätzung der Hauptschwingfrequenzen des Bodens wiedergegeben (hervorgerufen durch steifere Schichten oder ähnlichem in der Tiefe). Der Vergleich derselben mit der Abschätzung der Hauptschwingfrequenz der geplanten Struktur erlaubt die Prüfung von eventuell möglichen Verstärkungserscheinungen, die durch Resonanzphänomene hervorgerufen werden können.

In den technischen Angaben am Ende des Textes sind die Durchführungsarten sowie die technischen Eigenschaften der verwendeten Geräte beschrieben. Für diese werden außerdem auch die theoretischen Grundlagen für die Interpretation und die entsprechenden bibliographischen Bezugsdaten wiedergegeben.

1.2.1 Bibliographie, Dokumente und Projektunterlagen

Beim Ortsaugenschein erfolgte neben der Durchführung der seismischen Untersuchungen auch eine Analyse der topografischen Situation. Es wurde nachfolgendes Kartenmaterial verwendet:

- N. 1 indagini sismiche passive tipo ReMi (stesso stendimento di sopra);

- N. 3 indagini sismiche passive a stazione singola tipo HVSR.

Tutte le indagini sono state localizzate mediante lo strumento di acquisizione dati GIS Leica Zeno 20 (precisione centimetrica).

Si tratta di indagini indirette di superficie (geofisica di superficie).

Con ulteriori indagini dirette (sondaggio) è stato possibile effettuare una taratura più dettagliata dei risultati ottenuti.

Le indagini hanno inoltre compreso l'accertamento di ulteriori elementi che influenzano la propagazione delle onde sismiche quali la presenza e l'eventuale profondità di un substrato rigido od una formazione ad esso assimilabile (come prescritto dalle NTC; paragrafo 7.11.2).

Per l'area si fornisce infatti anche la stima delle frequenze principali di vibrazione del terreno (generate dalla presenza in profondità di substrati rigidi o assimilabili).

Il confronto di questi con la stima delle frequenze principali di vibrazione della struttura in oggetto consente di verificare se sono possibili fenomeni amplificativi dovuti a risonanza.

Nelle note tecniche a fine testo sono descritte le modalità esecutive nonché le caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata per effettuare le indagini eseguite, per queste vengono inoltre riportate le basi teoriche relative all'interpretazione ed i corrispondenti riferimenti bibliografici.

1.2.1 Bibliografia, documenti ed elaborati di progetti esistenti

Durante il sopralluogo oltre all'esecuzione delle indagini sismiche è stata anche analizzata la situazione topografica.

Sono state anche utilizzate le seguenti carte:

Quellen:

<http://geokatalog.buergernetz.bz.it/geokatalog/#!home>
<https://maps.civis.bz.it/>
<https://idrogeo.isprambiente.it>
<http://portalesgi.isprambiente.it/it/elenco-base-dati/10>

- Topographische Karte im Maßstab 1:25.000, Blatt 11-I-SW
- Technische Grundkarte im Maßstab 1:10.000; Blatt 07171 und 08172
- Orthofotos verschiedener Jahrgänge
- Schummerungskarten (DTM)
- Geologische Karte von Italien
- geologische Karten des CARG- Projektes
- thematische Karten

2 BEWERTUNG DES PARAMETERS Vs / Vs30 UND DER HAUPTSCHWINGFREQUENZEN

2.1 Parameter Vs / Vs30

Die Studie erfolgte um die Ausbreitungsgeschwindigkeit Vs bzw. das Profil der Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Transversalwellen in der Tiefe unterhalb der geplanten Gründungsfläche zu bestimmen. Bezüglich der Untersuchungen wird unterstrichen, dass die aktive MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) und die passive ReMi (Refraction Microtremor) Untersuchung vorwiegend zur Bestimmung der Vs in den ersten Metern des Untergrundes verwendet wurde. Die HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) Untersuchung wurde vorwiegend zur Abschätzung der Präsenz von steifen Böden im Untergrund verwendet und in weiterer Folge auch zur Ermittlung des Verlaufs der Vs im Untergrund.

Bei der Erstellung des Modells wurden zudem regionale stratigraphische Kenntnisse berücksichtigt.

Die Ausarbeitung der durchgeführten Untersuchungen ist im Detail in den Tabellen der Anlage 1 wiedergegeben.

Für das Untersuchungsgebiet ergibt sich für eine Gründungsfläche in einer Tiefe von ca. 2 m unter GOK ein Wert von ca. **425 m/s** für die **Vs30**.

Fonti:

<http://geokatalog.buergernetz.bz.it/geokatalog/#!home>
<https://maps.civis.bz.it/>
<https://idrogeo.isprambiente.it>
<http://portalesgi.isprambiente.it/it/elenco-base-dati/10>

- Carta topografica in scala 1:25.000, Foglio 11-I-SW
- Carta Tecnica in scala 1:10.000; foglio 07171 und 08172
- Ortofoto di diversi anni
- Carta delle ombreggiature (DTM)
- Carta geologica d'Italia
- Carte geologiche del progetto CARG
- Carte tematiche

2 VALUTAZIONE DEL PARAMETRO Vs / Vs30 E FREQUENZE PRINCIPALI DI VIBRAZIONE

2.1 Parametro Vs / Vs30

La perizia è stata elaborata per la definizione della velocità di propagazione Vs, ovvero il profilo di velocità di propagazione delle onde di taglio in approfondimento al di sotto della prevista fondazione.

Per quanto riguarda l'analisi si evidenzia che l'indagine attiva MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) e l'indagine passiva ReMi (Refraction Microtremor) sono state prevalentemente utilizzate per valutare le Vs nei primi metri in approfondimento. L'indagine HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è stata prevalentemente utilizzata per valutare la presenza di substrati rigidi in profondità e di conseguenza per stimare l'andamento delle Vs in approfondimento.

Nella definizione del modello si sono inoltre considerate le conoscenze stratigrafiche regionali.

Le elaborazioni delle indagini eseguite sono dettagliatamente riportate nei tabulati in Allegato 1.

Per il sito in esame, considerando un piano di posa a circa 2 m di profondità dall'attuale p.c., è risultato un valore delle **Vs30** di ca. **425 m/s**.

Das geschätzte Modell der Vs ergibt folgendes Tiefenprofil:

Il modello di stima delle Vs è risultato con il seguente profilo in approfondimento:

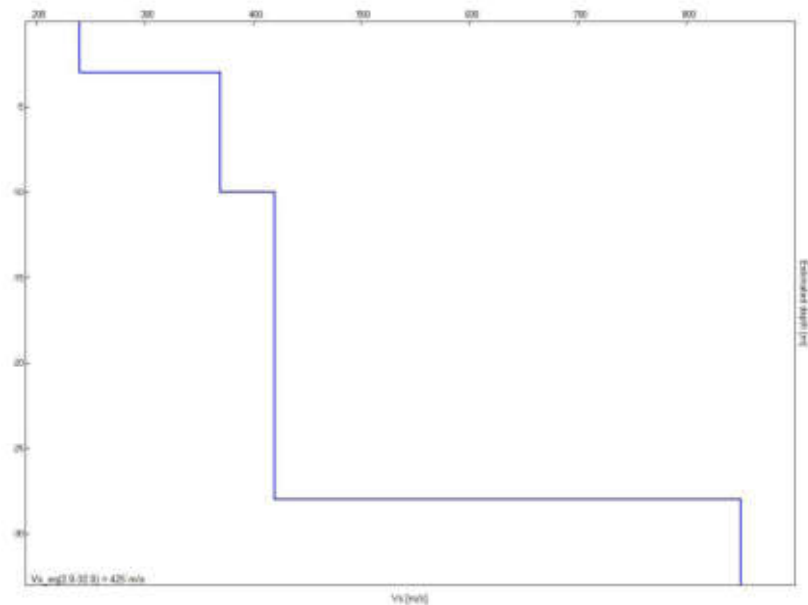


Fig. 3: Tiefenprofil - Bezugskote -2 m / Profilo in approfondimento - quota di riferimento -2 m

2.2 Hauptschwingfrequenzen des Bodens

Mithilfe der HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) Untersuchung war es außerdem möglich, die Hauptschwingfrequenzen des Bodens, Funktion der Tiefe von steifen Böden die Verstärkungsphänomene hervorrufen können (NTC: 7.11.2), zu bestimmen.

Wie aus der nachfolgenden Grafik ersichtlich, ergeben sich Hauptschwingfrequenzen für den Boden (mögliche Interaktion mit Gebäuden / Strukturen) von ca. **20-35 Hz** (schwarze Ellipse) und von ca. **2,5-4 Hz** (orange Ellipse). Es handelt sich um Peaks der H/V Kurve mit mittlerer Amplitude (≤ 6) und mittlerer Wellenlänge.

2.2 Frequenze principali di vibrazione del terreno

Tramite l'indagine HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è stato inoltre possibile definire le frequenze principali di vibrazione del terreno, funzione della profondità dei substrati rigidi, e che possono generare fenomeni amplificativi (NTC: 7.11.2).

Nel sottosuolo in oggetto, come visibile nel grafico H/V a seguire, le frequenze principali di vibrazione del terreno (di possibile interazione con strutture) sono risultate: circa **20-35 Hz** (ellisse nero) e ca. **2,5-4 Hz** (ellisse arancione), picchi con ampiezza media (≤ 5) e media lunghezza d'onda.

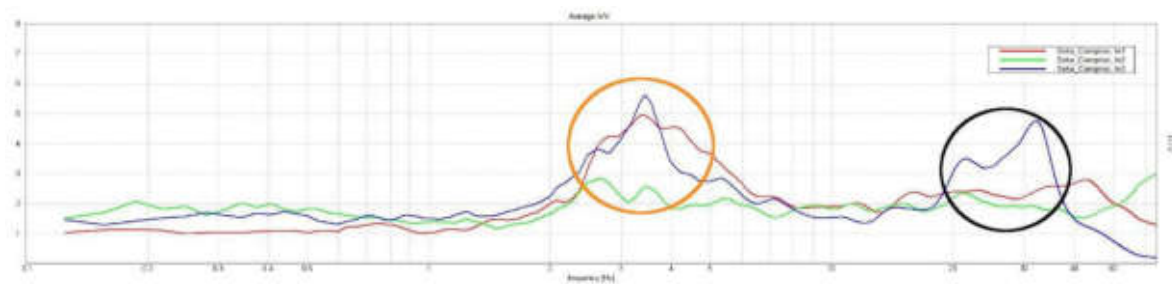


Fig. 4: HVSR Kurve / Curva HVSR

In der Anlage 1 ist die detaillierte Ausarbeitung der H/V1 wiedergegeben, als Ausarbeitung von MASW + ReMi entlang der Geophonauslage.

In allegato 1 è riportata l'elaborazione dettagliata della H/V2, in quanto elaborazione combinata con MASW + ReMi.

3 STRATIGRAFISCHE MODELLIERUNG

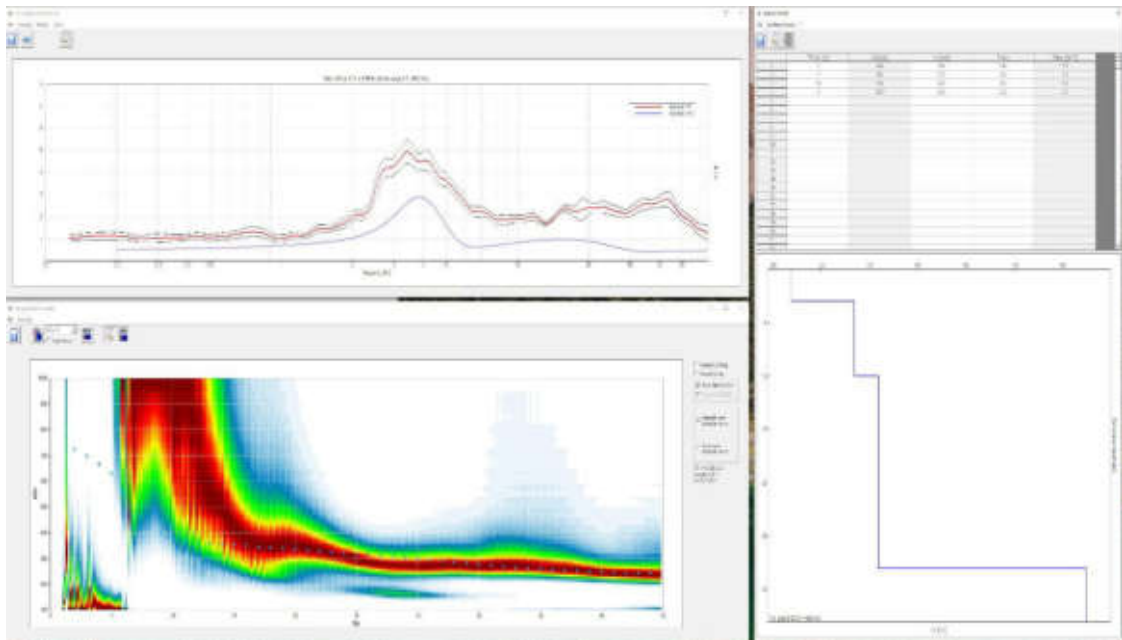
Die Kombination MASW / ReMi - Untersuchungen mit HVSR Untersuchungen ermöglicht die Abschätzung des Verlaufs der Vs mit der Tiefe.

Ein Peak mit hoher Amplitude und geringer Wellenlänge zeigt einen deutlichen Steifigkeitsunterschied. Auf Basis der Ermittlung der Vs (durch MASW und / oder ReMi) und der Form des Peaks kann zudem ein stratigrafisches Modell erstellt werden.

3 MODELLAZIONE SISMICA

La combinazione delle indagini MASW / ReMi con l'indagine HVSR consente di valutare un modello combinato delle Vs con la profondità.

Un picco con ampiezza alta e lunghezza d'onda ristretta evidenzia la presenza di una marcata differenza della rigidità del substrato. Sulla base della stima delle Vs (tramite MASW e / o ReMi) si può valutare il modello stratigrafico.



*Fig. 5: Stratigrafische Modellierung aus MASW 1 und H/V1 im Bereich der Geophonauslage
 Modellazione stratigrafica di MASW 1 e H/V1 nella zona dello stendimento*

Wie in Kap. 2.2 bereits beschrieben, zeigt die H/V Untersuchungen mehrere Peaks. Auf Basis der Ermittlung der Vs und der Form des Peaks kann ein Steifigkeitswechsel des Untergrundes interpretiert werden.

Come già indicato nel Cap. 2.2, le indagini H/V mostrano picchi. Sulla base della stima delle Vs si può interpretare un cambio di rigidità del substrato.

Der Peak bei 20-35 Hz, zeigt einen Steifigkeitswechsel des Untergrundes ab einer Tiefe von wenigen Metern. Vermutlich handelt es sich um gut verdichtete Schuttböden unterhalb mäßig verdichteter oberflächliche Schuttböden.

Il picco a circa 20-35 Hz è imputabile a un cambio di rigidità del substrato a una profondità di pochi metri. Si tratta presumibilmente di depositi detritici ben addensati presenti al di sotto dei terreni di superficie di medio addensamento.

Der Peak bei ca. 2,5-4 Hz zeigt vermutlich eine weitere Zunahme der Steifigkeit des Untergrundes, bzw. den vermutlichen Felsuntergrund mit guter Kompaktheit (anzunehmen bis in eine Tiefe von mehreren 10-er Metern).

In weiterer Tiefe ist eine Zunahme der Vs ohne schnelle und markante Stufen, d.h. in Abwesenheit signifikanter Vibrationsfrequenzen des Bodens im Bereich zwischen 0,1-2 Hz vorherzusehen.

3.1 Baugrundklasse

Falls die Bewertung der seismischen Auswirkungen anhand des vereinfachten Nachweisverfahrens (Cap. 3.2.II. - NTC 2018), angegeben in den Technischen Normen für Bauten erfolgt, wird nachfolgend die Abschätzung angegeben.

Il picco ca. 2,5-6 Hz è presumibilmente dovuto ad un incremento di rigidezza legato alla presenza della roccia, presumibilmente dotata di ottima compattezza (profondità di decine di metri).

In ulteriore approfondimento è da prevedersi un incremento delle Vs con la profondità, senza rapidi e marcati gradini, ovvero assenza di significative frequenze di vibrazione del terreno nel range 0,1-2 Hz.

3.1 Categoria di sottosuolo

Nel caso di valutazione dell'azione sismica sulla base dell'approccio semplificato, (Cap. 3.2.II. - NTC 2018) riportato nella normativa Norme Tecniche per le Costruzioni, si effettua la stima a seguito.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Fig. 6: Tabelle 3.2.II NTC 2018 / Tabella 3.2.II delle NTC 2018

Die Ergebnisse der verschiedenen seismischen Untersuchungen zeigen die Präsenz von mehreren Metern mächtigen Schuttböden.

Basierend auf der Tabelle 3.2.II der NTC und unter Berücksichtigung der oben genannten Anmerkung, fällt der untersuchte Untergrund in die **Kategorie B**.

I risultati delle diverse indagini sismiche indicano tutte la presenza di terreni detritici per alcune metri.

Sulla base della Tabella 3.2.II delle NTC e considerando quanto sopra indicato, la categoria di sottosuolo risulta la **categoria B**.

4 WEITERE MÖGLICHE VERSTÄRKUNGEN DER SEISMISCHEN ERSCHÜTTERUNGEN IM UNTERSUCHUNGSGBIET

4.1 Hauptschwingfrequenzen von Gebäuden

Die folgende Grafik zeigt die vorläufige Bewertung der Hauptschwingungsfrequenz für Gebäude, die auf der Grundlage des folgenden vereinfachten Ausdrucks aus dem NTC Rundschreiben vom 21/01/2019 (C. 7.3.3.2) abgeschätzt wurde: $T = C_1 \times H^{3/4}$, wobei gilt: H entspricht der Gebäudehöhe in Metern von der Gründungsfläche, C ist ein Parameter, der vom Material der Struktur abhängt.

4 ULTERIORI POSSIBILI AMPLIFICAZIONI DEL MOTO SISMICO NEL SITO IN ESAME

4.1 Frequenze principali di vibrazione per edifici

Si riporta nel grafico a seguire la preliminare valutazione della frequenza principale di vibrazione per edifici, stimata sulla base della seguente espressione semplificata riportata nella Circolare Istruzioni NTC del 21/01/2019 (C. 7.3.3.2): $T = C_1 \times H^{3/4}$, dove: H è l'altezza della costruzione, in metri dal piano di fondazione, C parametro dipendente dal materiale della struttura.

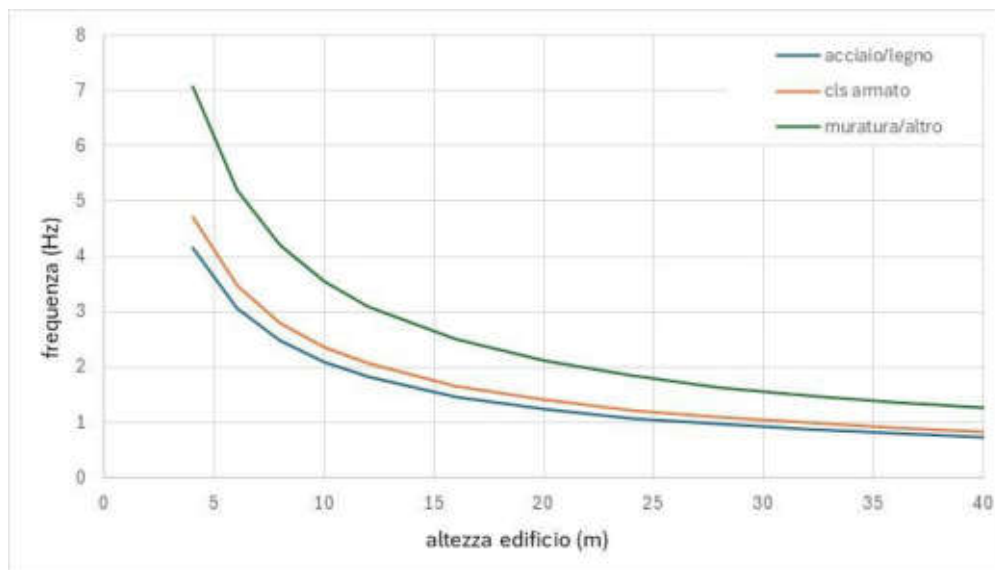


Fig. 7: Beziehung zwischen der Höhe und der Frequenz der ersten Schwingungsform von Bauwerken (C.7.3.3.2)
 Relazione tra altezza e frequenza del primo modo di vibrare di strutture (C.7.3.3.2)

In Bezug auf die Verstärkung, verursacht durch die stratigrafische Situation, wird auf die Notwendigkeit der Beurteilung einer Interaktion der Peaks in der H/V Kurve hingewiesen.

Um Resonanzphänomene zu vermeiden, die die Bebenauswirkungen verstärken könnten, sollten die Hauptschwingfrequenzen, die für das Bauvorhaben vorherzusehen sind, mit jenen des Bodens nicht übereinstimmen.

In riferimento alle amplificazioni dovute alla situazione stratigrafica si ribadisce la necessità di verificare le interazioni con i picchi del rapporto H/V.

Al fine di evitare fenomeni di doppia risonanza in grado di amplificare gli effetti del sisma è opportuno evitare che le frequenze principali di vibrazione previste per le strutture in progetto siano analoghe a quelle del terreno.

Eine detaillierte Abschätzung der möglichen Interferenzen mit den Frequenzen der Baustruktur obliegt dem Projektanten.

La valutazione dettagliata delle possibili interferenze con le frequenze della costruzione sarà a cura della Progettazione.

4.2 Topografische Kategorie

Für das Untersuchungsgebiet zeigt, laut Neigungskarte des GeoBrowsers, eine mittlere Hanglage ($>15^\circ$) auf. Dadurch ergibt sich aus der Tabelle NTC 3.2.III die **Kategorie T2**, wodurch Verstärkungen durch die Topographie zu erwarten sind.

4.2 Categoria topografica

L'area in esame, sulla base della carta delle pendenze del GeoBrowser, risulta entro un pendio caratterizzato da pendenze medie ($>15^\circ$). Sulla base della tabella NTC 3.2.III risulta in **categoria T2**, per cui si prevedono amplificazioni dovute alla topografia.

5 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Die vorliegende seismische Studie erfolgte im Hinblick auf das Projekt „Aufstiegsanlage Ciampinoi“.

Die Untersuchungen ergaben folgende Ergebnisse:

- *Parameter Vs30: 425 m/s*
- *Hauptschwingfrequenz des Bodens an der: ca. 2,5-4 und 20-35 Hz*
- *Baugrundklasse: B*
- *Topografische Kategorie: T2*

5 RISULTATI DI SINTESI

La presente perizia è stata elaborata in riferimento al progetto "Impianto di risalita Ciampinoi".

Le indagini hanno rivelato i seguenti risultati:

- *Parametro Vs30: 425 m/s*
- *Frequenza principale di vibrazione del terreno: ca. 2,5-4 e 20-35 Hz*
- *Categoria di sottosuolo: B*
- *Categoria topografica: T2*

Brixen / Bressanone, 05/11/2024



TECHNISCHE ANGABEN UND EIGENSCHAFTEN DER GERÄTE	NOTE TECNICHE E CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE
--	---

AKTIVE SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN – MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE)

Es handelt sich dabei um eine sehr rezente Untersuchungsmethode, die vor allem von Forschern des Kansas Geological Survey (Park et al., 1999) vorangetrieben worden ist, und die die Bestimmung des detaillierten Verlaufs der seismischen Scherwellen (Vs) in der Tiefe mithilfe der Analyse der Ausbreitung der Oberflächenwellen (Rayleigh) erlaubt.

Durch diese Methode erhält man die Verteilungskurve der Oberflächenwellen. Aus dieser wird im Anschluss eine Inversion des Steifemodells des Untergrunds durchgeführt bis man die beste Übereinstimmung zwischen Versuchs- und theoretischen Daten erhält, ebenso wird die Vs30 für jede Schicht im Untergrund ermittelt.

Technische Eigenschaften des verwendeten Geräts und der durchgeführten Untersuchungen:

Verwendetes Gerät: Digitaler Seismograph Soilsy Rosina
 Anzahl der Geophone: 12 zu 4,5 Hz
 Abstand Geophone: 3,0 m
 Länge der Geophonauslage: 33 m
 Versuchsfrequenz: 2048 Hz
 Aufnahmezeit: bis zu 2 s
 Für die Ausarbeitung wurde die Software Soilsy und Grilla verwendet. Die detaillierten Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen sind in der folgenden Anlage wiedergegeben.

PASSIVE SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN – ReMi (REFRACTION MICROTREMOR)

Das Verfahren zur Analyse des Untergrundes mittels Mikroben hat ihren Ursprung in den von J. Louie an der Nevada University durchgeführten Untersuchungen und Experimenten. Die Analyse der Mikroben erlaubt die Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit der S- Wellen auch in dicht bebauten Gebieten, wo dies mit anderen Methoden sehr schwierig wäre.

Für die Untersuchung wird die klassische Geräteanordnung der Refraktionsseismik verwendet, eine lineare- oder L- Anordnung direkt auf dem Boden. Um eine gute Auflösung in Hinblick auf die Frequenz zu erhalten, wird die Einsatz von Geophonen mit niedrigen Frequenz (4- 14 Hz) und langen Aufnahmezeiten empfohlen. Die Benutzung eines digitalen Seismographen mit hohem Dynamikbereich erlaubt es, die notwendige Untersuchungsfrequenz bezüglich der Nominalfrequenz der verwendeten Geophone zu halbieren. Dadurch können Oberflächenwellen registriert werden, deren Frequenzen einen wesentlich größeren Bereich abdecken und eine detaillierte Rekonstruktion des Verlaufs der Vs- Wellen ermöglichen.

Die Auswertung des Signals besteht in einer zweidimensionalen „slowness- frequency“ (p- f) Transformation, welche die Ausbreitungsenergien des Lärms in beiden Richtungen der seismischen Linien analysiert. Weiters wird das Leistungsspektrum in einer p-f Grafik dargestellt.

Technische Eigenschaften des verwendeten Geräts und der durchgeführten Untersuchungen:

Verwendetes Gerät: Digitaler Seismograph Soilsy Rosina
 Geophone: 12 zu 4,5 Hz
 Abstand Geophone: 3,0 m
 Länge der Geophonauslage: 33 m
 Versuchsfrequenz: 512 Hz
 Aufnahmezeit: 5 min
 Fenster für die Ausarbeitung: 3-10 s

INDAGINE SISMICA ATTIVA – MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE)

Si tratta di una metodologia di indagine assai recente, messa a punto dai ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999), e che permette, dall'analisi della propagazione delle onde superficiali (Rayleigh), di determinare accuratamente l'andamento della velocità delle onde di taglio (Vs) con la profondità.

Per mezzo di questo metodo si ottiene la curva di dispersione delle onde superficiali. Da questa viene poi effettuata una inversione del modello di rigidità del sottosuolo fino ad ottenere la miglior corrispondenza tra dati sperimentali e dati teorici, nonché la relativa definizione della Vs30 per ogni singolo strato individuato nel sottosuolo.

Caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata e dell'indagine eseguita:

Strumento utilizzato: Sismografo digitale Soilsy Rosina
 Geofoni: 12 da 4,5 Hz
 Interdistanza geofoni: 3,0 m
 Lunghezza stendimento: 33 m
 Frequenza di campionamento: 2048 Hz
 Durata acquisizione: sino a 2 secondi
 Per l'elaborazione si è fatto uso del software Soilsy e Grilla. I risultati dettagliati dell'indagine eseguita sono riportati nell'Allegato a seguire.

INDAGINE SISMICA PASSIVA – ReMi (REFRACTION MICROTREMOR)

La tecnica di analisi del sottosuolo mediante l'uso dei microtremori prende origine dagli studi e dalle sperimentazioni condotte da J. Louie presso la Nevada University. L'analisi dei microtremori consente di determinare la velocità di propagazione delle onde S anche in aree urbane ove risulterebbe difficoltosa con altre metodologie.

Viene effettuata utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno con array lineare o ad elle. Al fine di ottenere una buona risoluzione in termine di frequenza è da privilegiare l'uso di geofoni con bassa frequenza di risonanza (4- 14 Hz raccomandati) e sono da raccomandare tempi lunghi di registrazione. L'uso di un sismografo digitale con elevata dinamica consente di dimezzare la frequenza utile campionabile rispetto a quella nominale dei geofoni impiegati. Si possono così registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range molto elevato che offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle Vs.

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness- frequency" (p- f) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentarne lo spettro di potenza su un grafico p-f .

Caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata e dell'indagine eseguita:

Strumento utilizzato: Sismografo digitale Soilsy Rosina
 Geofoni: 12 da 4,5 Hz
 Interdistanza geofoni: 3,0 m
 Lunghezza stendimento: 33 m
 Frequenza di campionamento: 512 Hz
 Durata acquisizione: 5 min
 Finestre di elaborazione: 3-10 s

Für die Ausarbeitung wurde die Software Soilspy und Grilla verwendet. Die detaillierten Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen sind in der folgenden Anlage wiedergegeben.

PASSIVE SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN – HVSR (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO)

Die HVSR-Technik hat ihre jüngste Entwicklung in Japan erfahren (Nakamura 1989, 2001) und besteht in der Auswertung von aufgezeichneten Mikrobeben (passive Seismik), wobei das Spektrumverhältnis zwischen horizontalen und vertikalen Komponenten der Bewegung (Verhältnis H/V) ausgewertet wird. Die Hauptannahme, die dieser Methode zugrunde liegt ist, dass Mikrobeben sowohl von vertikalen Raumwellen als auch von Oberflächenwellen (vorwiegend Rayleigh-Wellen) stammen und dass die Vertikalkomponente (V) des Bebens beim Übergang vom Felsuntergrund an die Oberfläche keine Verstärkungen erfährt. Das für diese Analyse verwendete Gerät registriert die Mikrobeben auf drei Hauptachsen: Z, N-S und E-W.

Die Ausarbeitung der Daten erfolgt mit Spektraltechniken FFT auf den drei Bodenbewegungskomponenten, wodurch sich das Verhältnis H/V zur Bewertung der Frequenz des Untersuchungsgebietes ergibt. Dieses stellt den grundlegenden Parameter zur Bestimmung von eventuellen seismischen Verstärkungseffekten dar. Ausgehend von diesem ist es möglich, die Geschwindigkeitsentwicklung der Scherwellen Vs bis in eine Tiefe von über 30 m unter Geländeoberfläche zu rekonstruieren, indem die H/V-Kurve am ersten stratigraphischen Übergang oder am bekannten Vs-Wert der ersten Schicht (z.B. durch die MASW-Untersuchungen ermittelt) geeicht wird.

Die Ausarbeitung der Daten erfolgt auf Grund der empfohlenen Richtlinien SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations). Es handelt sich dabei um ein europäisches Forschungsprojekt der Jahre 2003- 2005, mit dem Ziel die seismischen Mikrozonierungstechniken mittels Umgebungslärm / Umweltlärm zu standardisieren und zu verbessern. Vor Durchführung der Spektrumverhältnisanalyse werden die registrierten, seismischen Spuren überprüft, wobei zunächst Störungssignale und Aufnahmesignale eliminiert werden, die für eine Analyse nicht geeignet sind. Sobald der Anteil an sicheren Signalen ausgewählt worden ist, werden für alle drei Bewegungskomponenten die Spektralamplitude und das Schallstärkespektrum berechnet. Anschließend wird für den natürlichen Schall mit der Bewertung der Energieverteilung in Funktion der Frequenz fortgefahren.

Technische Eigenschaften des verwendeten Gerätes und der durchgeführten Untersuchungen:

Empfänger: Tromino

Versuchsfrequenz: 128 Hz

Aufnahmezeit: 10-20 Minuten

Für die Auswertung wurde die Software Grilla verwendet. Die detaillierten Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen sind in der folgenden Anlage wiedergegeben.

Per l'elaborazione si è fatto uso dei software Soilspy e Grilla. I risultati dettagliati dell'indagine eseguita sono riportati nell'Allegato a seguire.

INDAGINE SISMICA PASSIVA – HVSR (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO)

La tecnica HVSR ha avuto recente sviluppo principalmente in Giappone (Nakamura 1989, 2001) e consiste nell'elaborazione delle registrazioni di microtremori (sismica passiva) valutando il rapporto spettrale tra le componenti orizzontali e verticali del moto (rapporto H/V). Le principali assunzioni che stanno alla base di questa metodologia sono che i microtremori derivano sia da onde di volume incidenti verticalmente e sia da onde superficiali (prevalentemente di Rayleigh) e che la componente verticale (V) del rumore nel passare dal bedrock alla superficie non subisce amplificazioni. Lo strumento utilizzato per questa analisi registra i microtremori sui tre assi principali, Z; N-S ed E-W.

L'elaborazione dei dati avviene con tecniche spettrali FFT sulle tre componenti del moto del suolo tali da restituire il rapporto H/V per la valutazione delle frequenze del sito, parametro fondamentale per valutare eventuali effetti di amplificazione sismica. A partire da questo, vincolando la curva H/V al primo limite stratigrafico noto o al valore noto delle Vs del primo strato (ad esempio definito tramite la tecnica MASW) è possibile ricostruire l'andamento delle velocità delle onde di taglio VS sino a profondità ben superiori ai 30 metri dal piano campagna.

Per l'elaborazione dei dati viene seguita la procedura consigliata nelle linee guida SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations), un progetto di ricerca europeo condotto nel triennio 2003- 2005 al fine di standardizzare e migliorare le tecniche di microzonazione sismica attraverso le misure del rumore ambientale. Preliminarmente alla procedura di analisi dei rapporti spettrali, le tracce sismiche registrate sono verificate eliminando i disturbi transienti e quelle parti di registrazioni non adatte all'analisi. Una volta selezionata la parte di segnale stabile si calcolano, per ognuna delle tre componenti del moto, le ampiezze spettrali e gli spettri di potenza del rumore, procedendo successivamente, per il rumore naturale, alla valutazione della distribuzione energetica in frequenza.

Caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata e dell'indagine eseguita:

Strumento acquisitore: Tromino

Frequenza di campionamenti: 128 Hz

Tempo di acquisizione: 10-20 minuti

Per l'elaborazione si è fatto uso del software Grilla, i risultati dettagliati dell'indagine eseguita sono riportati nell'Allegato a seguire.

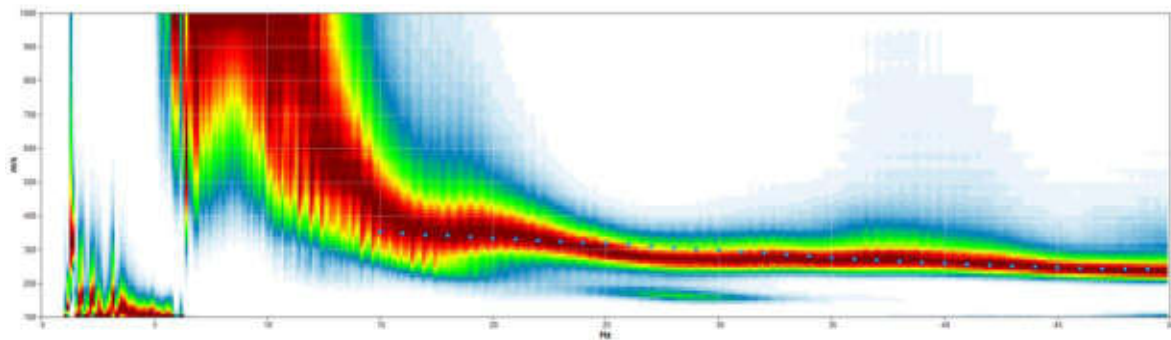
**SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN
MASW - ReMi - HVSR**

**INDAGINI SISMICHE
MASW - ReMi - HVSR**

SELVA - CIAMPINOI - MASW

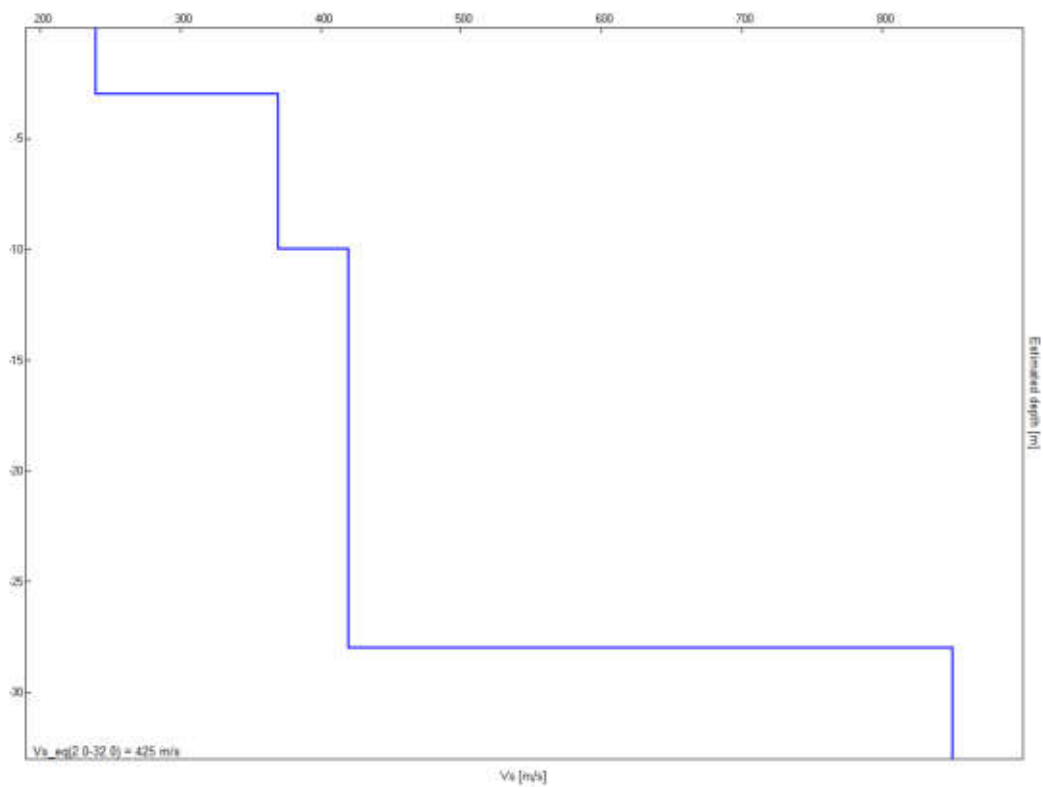
Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
3.00	3.00	240	0.42
10.00	7.00	370	0.40
28.00	18.00	420	0.30
inf.	inf.	850	0.25

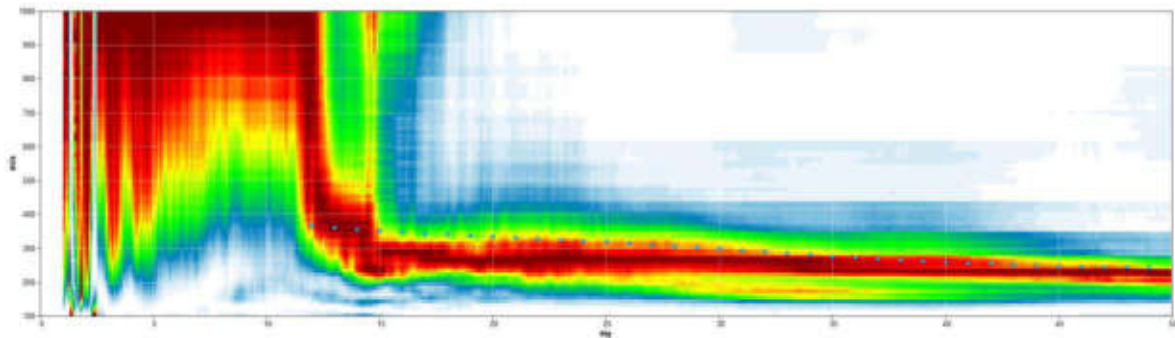
$$V_{s_eq}(2.0-32.0) = 425 \text{ m/s}$$



SELVA - CIAMPINOI - REMI

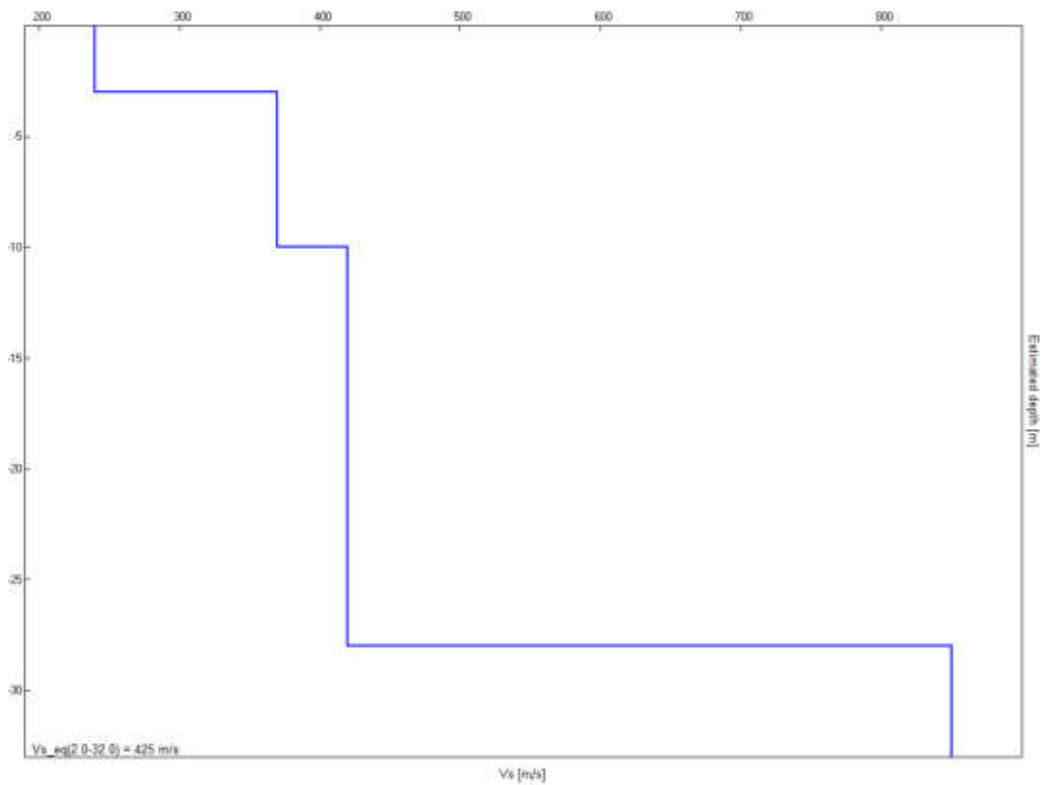
Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 m.

MODELLLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
3.00	3.00	240	0.42
10.00	7.00	370	0.40
28.00	18.00	420	0.30
inf.	inf.	850	0.25

$$V_{s_eq}(2.0-32.0) = 425 \text{ m/s}$$



SELVA - CIAMPINOI - H/V1

Instrument: TRZ-0193/01-12

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 31/10/2004 09:55:39 End recording: 31/10/2004 10:11:39

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h16'00". Analyzed 73% trace (manual window selection)

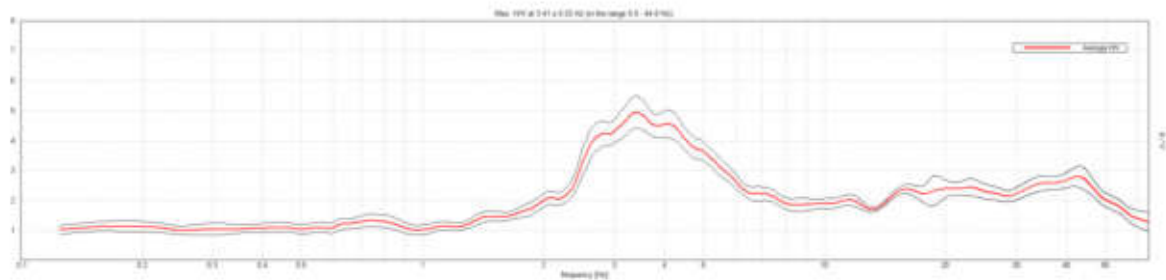
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

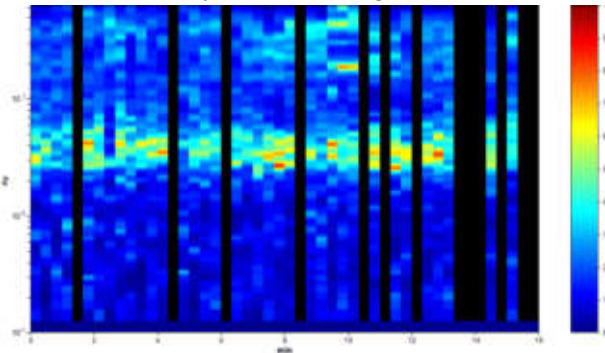
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

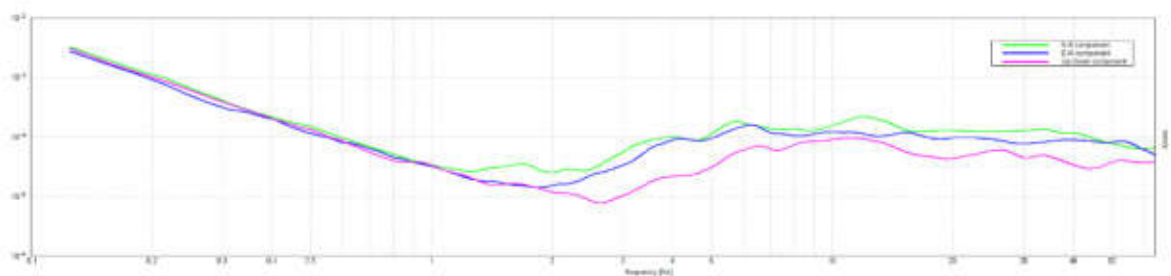
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



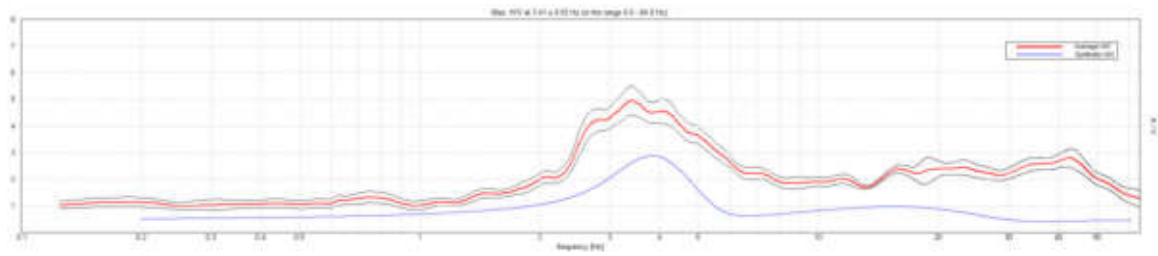
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA

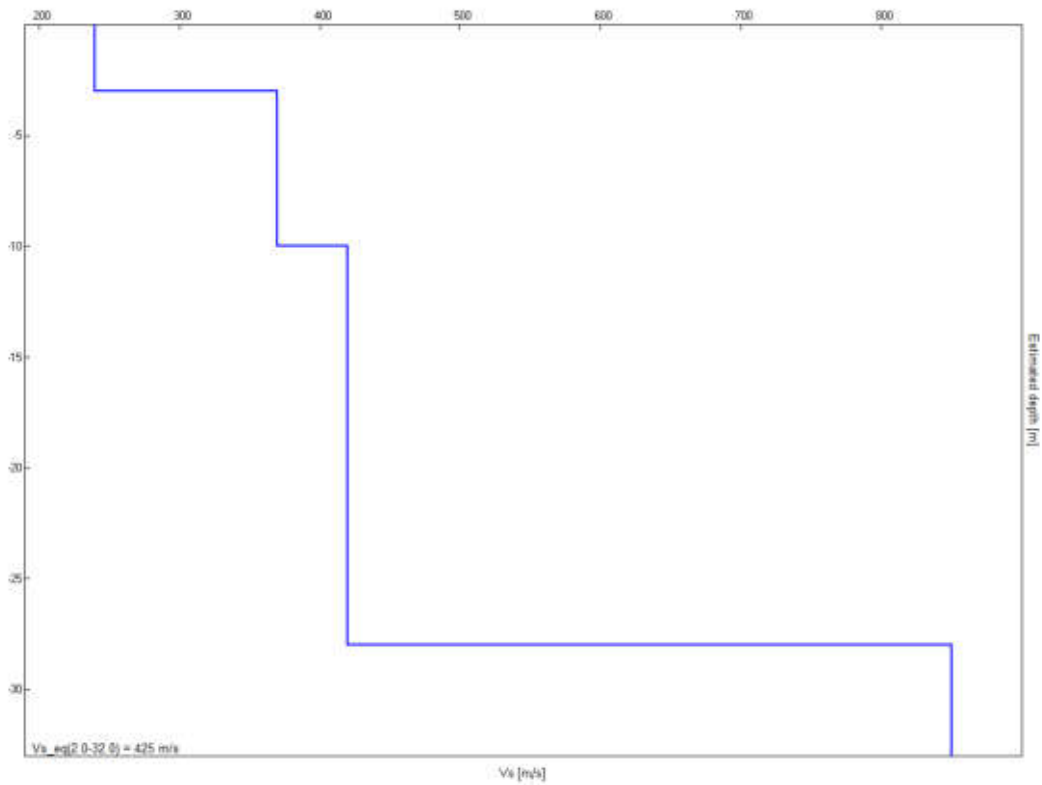


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
3.00	3.00	240	0.42
10.00	7.00	370	0.40
28.00	18.00	420	0.30
inf.	inf.	850	0.25

$$Vs_{eq}(2.0-32.0) = 425 \text{ m/s}$$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 3.41 ± 0.55 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.41 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2384.4 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 165 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.344 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.95 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.16038 < 0.05$		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.54629 < 0.17031$		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5432 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20