Gemeinde Naturns Comune di Naturno		Autonome Provinz Bozen Prov. Aut. di Bolzano

Ausführungsprojekt
Erneuerung Trinkwasserleitung Frigele
Abschnitt: Naturns - Plaus

Progetto esecutivo
Rinnovo dell'aquedotto potabile Frigele
Tratto: Naturno - Plaus

GEOLOGISCHER-GEOTECHNISCHER BERICHT
zu den Untersuchungen laut NTC 2018, D.M. 17.01.2018

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA
sulle indagini sec. NTC 2018, D.M. 17.01.2018

Auftraggeber / Committente:
Gemeinde Meran
Amt für öffentliche Arbeiten
Lauben 192
39012 Meran

Firmato digitalmente da
KONRAD MESSNER

CN = MESSNER KONRAD
O = non presente
C = IT

Datum: Februar 2019
Data: Febbraio 2019

Geologie Umwelt

Dr. geol. Konrad MESSNER
I-39022 ALGUND / FORST
Untergandlweg 2
Tel. – Fax 0473/222347 Autotel. 0335/8311805
E-Mail: messner.geol@rolmail.net

ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGENKAMMER
TRENTINO-ALTO ADIGE/SÜDTIROL
DOTT. GEOL.
N.154 KONRAD LUIS MESSNER

GEOLOGISCHER-GEOTECHNISCHER BERICHT

INHALT

1. VORWORT 2
2. NORMEN 2
3. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN 2
4. GEOLOGISCHES MODELL DER ZONE 3
4.1 Lithologie 3
4.2 Bodenmechanische Kennzeichen der Böden 4
4.3 Hydrogeologie 6
4.3.1 Grundwassersituation 6
4.3.2 Durchlässigkeit der Böden 7
5. ANALYSE DES PROJEKTES AUS GEOLOGISCH- KONSTRUKTIVER SICHT 8
5.1 Allgemeine Beschreibung 8
5.2 Geotechnische Bewertung der Trasse 8
5.3 Geotechnische Materialeigenschaften gemäß dem Zustand beim Lösen 10
5.4 Geotechnische Klassifizierung des Aushubmateriales 12
5.5 Vorgeschlagene Maßnahmen - Erfahrung im Hinblick auf die angrenzenden Baulose 12
6. VERWENDUNG DER BÖDEN UND DES STEINMATERIALS AUS AUSHÜBEN 13
7. SCHLUSSFOLGERUNGEN 14

ANLAGEN

Anlage 1	Übersichtsplan	1 : 25.000
	Geologisch- hydrogeologische Karte	1 : 20.000
	Lageplan	1 : 2.500
	Ortofoto	1 : 5.000
Anlage 2	Stratigraphischer Längsschnitt	1 : 2.000 (X) / 1 : 100 (Y)
Anlage 3	Dokumentation Rammsondierungen – Studio tecnico Geol. Ilario Bridi	

1. VORWORT

Im Auftrag der Gemeinde Meran wurde für das Ausführungsprojekt „Erneuerung der Trinkwasserleitung Frigele – Abschnitt Naturns-Plaus“ die geologisch- geotechnische Bewertung des Trassenabschnittes hinsichtlich stratigraphischem Bodenaufbau, Grundwasser und Tragfähigkeit des Bodens durchgeführt.

Der untersuchte Trassenabschnitt der Frigele- Leitung erstreckt sich zwischen Naturns im Westen und der Gemeindegrenze von Plaus im Osten. Das westliche Ende des untersuchten Trassenabschnittes beginnt an der Kreuzung Hilbweg- Bahnhofstraße im südlichen Ortsbereich von Naturns, und verläuft bis etwa km 1+850 weiter Richtung Nordosten entlang des Hilbweges. Von dort verläuft die Trasse innerhalb der landwirtschaftlichen Güter (Apfelwiesen), orografisch rechts des Sägebaches, bis zur Gemeindegrenze von Plaus und dem Ende des untersuchten Trassenabschnittes bei km 2+267.

Das vorliegende Gutachten wurde in Übereinstimmung mit dem D.M.17.01.2018 „Technische Normen für Bauten“ erstellt und ist gültige Projektunterlage zur Ausstellung der Baugenehmigung.

2. NORMEN

Auf folgende Normen wird Bezug genommen:

- Technische Normen für Bauwerke: N.T.C. 2018 – D.M. 17.01.2018;
- In Erwartung der neuen Anweisungen zur Anwendung der N.T.C. 2018 werden die bestehenden Anweisungen zur Anwendung der N.T.C. 2008 angewandt– DM 14.01.2008 – Rundschreiben 02.02.2009, Nr. 617;
- Beschluss der Landesregierung Nr. 189 26.01.2009 "Kriterien für die Klassifizierung von Nebenprodukten bei den Aushüben von Böden und Festgestein, sowie in Tunnels”

3. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Beurteilung der geologischen Situation wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

a) Auswertung vorhandener Daten

b) Feldgeologische Erhebungen, geomorphologische Kartierung

c) Durchführung und Bewertung von Nr. 25 geognostischen Rammsondierungen DPSH (Tiefe je max. 5,00m), ausgeführt von Studio geologico tecnico – Geol. Ilario Bridi – Dezember 2018

d) Sammlung und Korrelation von Grundwasserdaten in Naturns und Plaus (Rammsondierungen, Bohrungen, Baugruben, Oberflächengewässer), bezogen auf die Wintermonate

e) Einsichtnahme in die Projektunterlagen „Erneuerung der Trinkwasserleitung Frigele – Abschnitt: Naturns-Plaus“ von Dr. Ing. Bruno Marth zum 28.01.2019

4. GEOLOGISCHES MODELL DER ZONE

Aus geologischer Sicht befindet sich die untersuchte Zone mitten im flachen Talboden des Vinschgaues, welcher durch alluvionale Ablagerungen der Etsch charakterisiert ist. Der Talboden bei Plaus (lat. *Palus* = Sumpf) war einst Sumpfgebiet, weshalb der Untergrund hier durch sehr feinkörnige Sedimentschichten (organische Reste- Torflagen möglich) repräsentiert wird. Aufgrund der vergangenen, regelmäßigen Überschwemmungen der Talsohle durch die Etsch ist lokal die Verzahnung der alluvionalen Etschablagerungen mit den sehr feinkörnigen, palustrinen Sedimenten vorzufinden. Das Auftreten der palustrinen Ablagerungen lässt sich im untersuchten Bereich beginnend ab km 1+300, in der Nähe der Hofstellen Erler und Oberhilb, und weiter in Richtung Nordost beobachten. Generell ist, basierend auf der Genese, im gesamten untersuchten Bereich von einem starken lithologischen Wechsel in horizontaler wie vertikaler Richtung auszugehen.

Aus regionalgeologischer Sicht liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich des ostalpinen Grundgebirges (Ötztal- Stubai- Komplex), welches im Talboden des Vinschgaues von mächtigen quartären Sedimenten bedeckt wird.

4.1 Lithologie

Das Untersuchungsgebiet ist durch folgende Lockersedimente gekennzeichnet:

<u>Künstliche Aufschüttung</u>

Im Bereich der bestehenden Infrastrukturen (Straßen, Wege, Wohngebäude) befinden sich lokal künstliche Ausschüttungen bzw. umgelagertes Erdmaterial. In Bereichen von landwirtschaftlich genutzten Flächen wurden größtenteils Planierungen und Geländemodellierungen (oberflächennahe Umlagerung des gewachsenen Bodens) vorgenommen.

<u>Alluvionale Ablagerungen</u>

Große Bereiche der Trassenführung werden von alluvionalen Ablagerungen der Etsch bedeckt. Dabei handelt es sich vorwiegend um schluffig- sandig- kiesig- steinige Sedimente mit einem, je nach Strömungsenergie, stark variienden Anteil der einzelnen Korngrößen. Die

einzelnen Klasten sind aufgrund des langen Transportweges und der stetigen Umlagerung durch das fließende Wasser gut gerundet.

Palustrine Ablagerungen

Der Talboden bei Plaus ist durch sehr feinkörnige, tonig- schluffige Sedimente charakterisiert, welche in einem palustrinen Milieu (Sumpfgebiet- Moor) abgelagert wurden. Der Einfluss dieser Sedimente lässt sich im nordöstlichen Bereich der Trasse, im Abschnitt ab etwa km 1+300, erkennen. Das Auftreten von organischen Resten (Torflagen) ist möglich.

4.2 Bodenmechanische Kennzeichen der Böden

Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen und unter Einbeziehung von Erfahrungswerten, welche im Zuge der Ausarbeitung können folgende Bodentypen unterschieden werden:

Bodentyp	Beschreibung
Bodentyp A	Mutterboden, Aufschüttung
Bodentyp Ia	Schluffiger Sand-sandiger Schluff, geringer Kiesanteil
Bodentyp Ib	Schluffiger Sand-sandiger Schluff, erhöhter Kiesanteil
Bodentyp II	Kies-Sand-Gemisch in schluffiger Matrix, mit Steinen
Bodentyp III	Schluff, leicht sandig, org. Reste- Torflagen möglich

Die Bodentypen Ia und Ib weisen bodenmechanisch ähnliche Eigenschaften auf, weshalb sie in weiterer Folge unter dem geotechnischen Bodentyp I zusammengefasst werden. Bodentyp A beschreibt die oberflächlichen Aufschüttungen, welche in Bezug auf die Gründungsebene der geplanten Druckleitung nicht relevant sind und deshalb auch nicht weiter behandelt werden.

Für die definierten Bodentypen können folgende Bodenkennwerte angegeben werden:

Bodentyp I (Alluvionale Abagerungen): Schluffiger Sand-sandiger Schluff, mit variierendem Kiesanteil

Verhalten (geotechnisch)	Leicht bindig
Bodenwichte, erdfeucht	γ= 18 - 21 kN/m³
Bodenauftriebswichte	γ'= 8 - 11 kN/m³
Innerer Reibungswinkel	φ= 31°- 33°
Kohäsion, dräniert	c'= 0-10 kN/m²*
Kohäsion undräniert	c_u= 5-15 kNm²*
Steifemodul	E_s= 50-60 MN/m²*

*Erfahrungswerte und nach Einsicht in DIN 1055 Teil 2

Bodentyp II (Alluvionale Abagerungen): Kies-Sand-Gemisch in schluffiger Matrix, mit Steinen

Verhalten (geotechnisch)	Locker-leicht bindig
Bodenwichte, erdfeucht	γ= 20 - 21 kN/m³
Bodenauftriebswichte	γ'= 10 - 11 kN/m³
Innerer Reibungswinkel	φ= 32°- 36°
Kohäsion, dräniert	c'= 0-5 kN/m²*
Kohäsion undräniert	c_u= 5-10 kNm²*
Steifemodul	E_s= 60-80 MN/m²*

*Erfahrungswerte und nach Einsicht in DIN 1055 Teil 2

Bodentyp III (Palustrine Abagerungen): Schluff, leicht sandig, org. Reste-Torflagen möglich

Verhalten (geotechnisch)	Bindig
Bodenwichte, erdfeucht	γ= 16 - 18 kN/m³
Bodenauftriebswichte	γ'= 6 - 8 kN/m³
Innerer Reibungswinkel	φ= 27°- 29°
Kohäsion, dräniert	c'= 8-16 kN/m²*
Kohäsion undräniert	c_u= 12-20 kNm²*
Steifemodul	E_s= 25-50 MN/m²*

*Erfahrungswerte und nach Einsicht in DIN 1055 Teil 2

Charakteristische Bodenkennwerte V_k

Bodentyp I

Wichte	γ_k= 19,5 kN/m^3
Reibungswinkel	φ'_k= 32°
Kohäsion c‘	c'_k= 5 kN/m²
Kohäsion c_u	cuk= 10 kN/m²
Steifemodul E_s	Es= 55 MN/m²

Bodentyp II

Wichte	γ_k= 20,5 kN/m^3
Reibungswinkel	φ'_k= 34°
Kohäsion c‘	c'_k= 3 kN/m²
Kohäsion c_u	cuk= 8 kN/m²
Steifemodul E_s	Es= 70 MN/m²

Bodentyp III

Wichte	γ_k= 17 kN/m^3
Reibungswinkel	φ'_k= 28°
Kohäsion c‘	c'_k= 14 kN/m²
Kohäsion c_u	cuk= 16 kN/m²
Steifemodul E_s	Es= 35 MN/m²

4.3 Hydrogeologie

4.3.1 Grundwassersituation

Im Zuge der geomorphologischen Kartierung konnten entlang des Trassenverlaufes weder Vernässungen noch Feuchtstellen beobachtet werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit war es nicht möglich, die Grundwassersituation systematisch zu erfassen. Hinweise auf den Grundwasserstand konnten lediglich indirekt gewonnen werden, z.B. aus den Rammsondierungen, Informationen aus früheren Baugruben/Bohrungen der Umgebung, Gewässerkoten der angrenzenden Oberflächengewässer (Sagbach, Fischerteich) und liegen lediglich punktuell vor. Auf Basis dieser Daten wurde trotzdem versucht, die Grundwassergleichenkarte (siehe Anlage 1) zu erstellen.

Generell gilt anzumerken, dass der an sich freie Talgrundwasserleiter aufgrund des starken räumlichen Wechsels zwischen feinkörnigen (schwach-nicht durchlässigen) und grobkörnigen (durchlässigen) Sedimentschichten lokal unter hydrostatischen Druck geraten und deshalb (halb-) gespannt sein kann. Allerdings handelt es sich hierbei in der Regel um gering mächtige Grundwasserkörper, die – einmal entlastet in kurzer Zeit – auf das Niveau des umliegenden Talgrundwasserleiters abfallen. Weiters unterliegt der Grundwasserspiegel starken jahreszeitlichen Schwankungen, weshalb empfohlen wird, die geplanten Bauarbeiten nach Möglichkeit in der Zeit mit niedrigen Wasserständen durchzuführen.

Hinweise auf den Grundwasserstand geben die Rammsondierungen P13 (-3,00m ab GOK), P15 (-3,00m ab GOK), P20 (-3,20m ab GOK) und P21 (-3,00m ab GOK), im Trassenabschnitt zwischen km 1+150 und km 1+900. Jedoch konnte das Grundwasser hier lediglich in Form von Spuren und Feuchtigkeit festgestellt werden. Auf ungefähr demselben Niveau, nämlich bei geschätzt -3,50m ab GOK, befindet sich zurzeit der Wasserspiegel des Fischerteiches, welcher sicherlich mit dem Talgrundwasserleiter in Verbindung steht.

Es wird angemerkt, dass die Rammsondierungen im Winter (Dezember) durchgeführt wurden, also in der Jahreszeit mit dem generell noch weiter fallenden Grundwasserstand. Aus weiteren geognostischen Untersuchungen in der Umgebung ist bekannt, dass der Grundwasserspiegel im Jahresverlauf um ca. 0,5m fluktuiert bzw. schwankt.

Der untersuchte Trassenverlauf liegt außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten.

4.3.2 Durchlässigkeit der Böden

Der Durchlässigkeitsbeiwert des baurelevanten Bodentyps kann in Abhängigkeit von der Kornzusammensetzung und dem Verdichtungsgrad wie folgt angenommen werden (nach DIN 18130 Tl 1):

Boden	**Durchlässigkeit**	**k_f-Wert geschätzt**
Bodentyp I	Schwach durchlässig	10^{-6}-10^{-8}m/s
Bodentyp II	Stark durchlässig	10^{-2}-10^{-4}m/s
Bodentyp III	Sehr schwach durchlässig	<10^{-8}m/s

5. ANALYSE DES PROJEKTES AUS GEOLOGISCH- KONSTRUKTIVER SICHT

5.1 Allgemeine Beschreibung

Das vorliegende Projekt sieht die Neuverlegung der Trinkwasserleitung „Frigele“ im Abschnitt zwischen Naturns und Plaus vor. Die bestehende Trassenführung wird dabei aus administrativen Gründen beibehalten. Die Gründungsebene der Leitung wird größtenteils beibehalten, jedoch - bei km 1+500 - um max. 2,2m tiefer gesetzt (siehe Anlage 2).

Aus geotechnischer Sicht sind für das vorliegende Projekt die bodenmechanischen Eigenschaften der Gründungsebene, das Auftreten von Grundwasser, sowie die Stabilität des Aushubs von Bedeutung. Auf diese Punkte wird in den folgenden Kapiteln detailliert eingegangen.

5.2 Geotechnische Bewertung der Trasse

Wie bereits in Kap. 4.2 beschrieben, sind folgende Bodentypen für das Bauvorhaben von Bedeutung:

Bodentyp	Beschreibung
Bodentyp I	Schluffiger Sand-sandiger Schluff, mit variierendem Kiesanteil
Bodentyp II	Kies-Sand-Gemisch in schluffiger Matrix, mit Steinen
Bodentyp III	Schluff, leicht sandig, org. Reste-Torflagen möglich

Aus geotechnischer Sicht lässt sich der untersuchte Trassenverlauf in folgende Abschnitte mit relativ einheitlichen geotechnischen Eigenschaften im Bereich der Gründungsebene untergliedern:

I Abschnitt: 0+000 bis 1+290

Lithologie: Alluvionen (Bodentyp I und II).

Morphologie: Der erste Trassenabschnitt beginnt nahe der Kreuzung Bahnhofstraße mit dem Hilbweg in Naturns und verläuft von dort gegen E-NE in Richtung Plaus. Die Leitung verläuft in diesem Abschnitt auf der unmittelbar nördlichen Straßenseite des asphaltierten Hilbweges. Der Trassenabschnitt befindet sich im flachen Talboden und liegt bis km 0+230 innerhalb des besiedelten Ortsbereiches (Infrastrukturen, Leitungen).

Hydrographie: An der Oberfläche konnten keine Vernässungen oder Feuchtstellen beobachtet werden. Etwa bei km 1+000 befindet sich unmittelbar auf der südwestlichen Seite des Hilbweges ein Fischerteich. Im westlichen Trassenabschnitt bis etwa km 0+900 liegen keine Informationen über die Tiefe des Grundwasserstandes vor, im Zuge der Rammsondierungen wurde in diesem Abschnitt das Grundwasser nicht erreicht. Im Abschnitt km 0+900 bis km 1+300 gibt es Hinweise (P13, P15, Fischerteich), dass der Grundwasserspiegel in einer Tiefe von ca. -3,50m ab GOK befindet, siehe Anlage 2. (Achtung: Es handelt sich dabei sicherlich um Tiefstwerte des Grundwasserspiegels. In den Sommermonaten bzw. nach ergiebigen Niederschlägen ist generell ein höheres, oberflächennahes Niveau des Grundwasserspieges zu erwarten).

Gründungsebene: Die Gründung der geplanten Leitung erfolgt in Abschnitt I voraussichtlich zu 80% innerhalb Bodentyp II, die weiteren 20% innerhalb Bodentyp I. Nach erfolgtem Aushub ist die Gründungsebene von der BL zu kontrollieren.

II Abschnitt: 1+290 bis 1+750

Lithologie: Alluvionen (Bodentyp I)

Morphologie: Die Leitung verläuft weiterhin im flachen Talboden entlang der nordwestlichen Straßenseite des Hilbweges.

Hydrographie: An der Oberfläche konnten keine Vernässungen oder Feuchtstellen beobachtet werden. Hinweise auf den Grundwasserspiegel in etwa -3,00 bis -3,20m ab GOK geben die Rammsondierungen P15 und P20.

Gründungsebene: Die Gründung der geplanten Leitung erfolgt in Abschnitt II voraussichtlich überall innerhalb Bodentyp I. Nach erfolgtem Aushub ist die Gründungsebene von der BL zu kontrollieren.

III Abschnitt: 1+750 bis 2+030

Lithologie: Alluvionen (Bodentyp I), palustrine Ablagerungen (Bodentyp III).

Morphologie: Die Leitung unterquert ungefähr im Bereich km 1+800 bis 1+850 den Hilbweg und verläuft dann innerhalb der landwirtschaftlich genutzten Flächen (Obstwiesen) orografisch rechts des Sagbaches.

Hydrographie: An der Oberfläche konnten keine Vernässungen oder Feuchtstellen beobachtet werden. Hinweise auf den Grundwasserspiegel in etwa -3,00 bis -3,20m ab GOK geben die Rammsondierungen P20 und P21.

Gründungsebene: Die Gründung der geplanten Leitung erfolgt in Abschnitt III voraussichtlich je zur Hälfte innerhalb Bodentyp I und Bodentyp III. Nach erfolgtem Aushub ist die Gründungsebene von der BL zu kontrollieren.

IV Abschnitt: 2+030 bis 2+267

Lithologie: Alluvionen (Bodentyp I und II).

Morphologie: Die Leitung verläuft innerhalb der landwirtschaftlich genutzten Flächen (Obstwiesen), bevor sie bei km 2+267 den Schacht B4 und somit das östliche Ende des Projektvorhabens erreicht.

Hydrographie: An der Oberfläche konnten keine Vernässungen oder Feuchtstellen beobachtet werden. Im Abschnitt IV konnten keine direkten Hinweise auf das Vorhandensein von Grundwasser beobachtet werden, jedoch aufbauend auf die Erkenntnisse der vorherigen Abschnitte kann davon ausgegangen werden, dass sich der Grundwasserspiegel auch hier in einer Tiefe von ca- -3,00m ab GOK befindet.

Gründungsebene: Die Gründung der geplanten Leitung erfolgt in Abschnitt IV voraussichtlich zu ca.75% innerhalb Bodentyp I, die weiteren ca. 25% innerhalb Bodentyp II. Nach erfolgtem Aushub ist die Gründungsebene von der BL zu kontrollieren.

5.3 Geotechnische Materialeigenschaften gemäß dem Zustand beim Lösen

In DIN 18300 (08.74) werden alle Locker- und Festgesteine entsprechend ihrem *„Zustand beim Lösen„* in sieben Klassen unterteilt:

Klasse 1: Oberboden (Mutterboden)

Die oberste Schicht des Bodens, die neben organischen Stoffen, z.B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemische, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.

Klasse 2: Fließende Bodenarten

Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Besonderheit sind, und die das Wasser schwer abgeben.

Klasse 3: Leicht lösbare Bodenarten

Nichtbindige bis schwachbindige Sande, Kiese und Sand- Kies- Gemische mit bis zu 15 Gewichtsprozent Beimischung an Schluff und Ton (Korngröße kleiner als 0,06mm), und mit höchstens 30 Gewichtsprozent Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01mm³ Rauminhalt.

Klasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten

Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit Anteil von mehr als 15 Gewichtsprozent Korngröße kleiner als 0,06mm.

Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die je nach Wassergehalt weich bis fest sind und den höchste Gewichtsprozent an Steinen von über 63mm Korngröße bis zu 0,01m³ Rauminhalt enthalten.

Klasse 5: Schwer lösbare Bodenarten

Bodenarten nach der Klasse 3 und 4, jedoch mit mehr als 30 Gewichtsprozent Steinen von 63mm Korngröße bis zu 0,01m³ Rauminhalt.

Nichtbindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30 Gewichtsprozent Steinen von über 0,01m³ bis 0,1m³ Rauminhalt.

Klasse 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten

Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, blockig, weich oder verwittert sind, sowie vergleichbare verfestigte, nichtbindige und bindige Bodenarten.

Nichtbindige und bindige Bodenarten mit mehr als 30 Gewichtsprozent von Steinen über 0,01m³ bis 0,1m³ Rauminhalt.

Klasse 7: Schwer lösbarer Fels

Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügefestigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind; Steine von über 0,1m³ Rauminhalt.

5.4 Geotechnische Klassifizierung des Aushubmateriales

Das Projekt sieht vor, dass der Trassenverlauf der Trinkwasserleitung beibehalten wird, die Gründungsebene jedoch um bis zu max. 2,2m tiefer gesetzt wird. Aus diesem Grund ist im Zuge des Aushubes – im Bereich der bestehenden Trinkwasserleitung – mit Aufschüttungsmaterial bzw. umgelagertem Material, welches beim Bau der Leitung in situ ausgehoben und dann wieder zur Auffüllung verwendet wurde, zu rechnen. Es handelt sich dabei um nichts anderes als das in situ angetroffene Bodenmaterial (Bodentypen I-II-III), welches beim Bau der bestehenden Frigele- Leitung umgelagert wurde.

Einer groben Schätzung zufolge (bezogen auf das Längsprofil) beträgt der Anteil dieses umgelagerten Materials am gesamten Aushub etwa 60%.

Für den weiteren Aushub ergibt sich folgender prozentueller Anteil, aufgelistet gem. Klassifizierung nach DIN 18300:

Klasse	**2**	**3**	**4**
Prozent ca.	**4%**	**28%**	**68%**

5.5 Vorgeschlagene Maßnahmen - Erfahrung im Hinblick auf die angrenzenden Baulose

Basierend auf den Erfahrungen, welche im Zuge der Erneuerung der Trinkwasserleitung Frigele der bereits realisierten Baulose Kastelbell-Naturns und Plaus-Saring gemacht wurden, werden folgende Hinweise in Bezug auf die Bauausführung als geotechnisch relevant erachtet:

<u>Baugrubenabsicherung</u>

Im Zuge des Aushubes werden Bodentypen von unterschiedlichem geotechnischen Verhalten freigelegt. In Bereichen wo kein Wasser anzutreffen ist, kann offen geböscht werden. Der Böschungswinkel ist der angetroffenen geologischen Situation anzupassen, um die Sicherheit im Graben zu gewährleisten. Aufgrund der stark variierenden Bedingungen ist eine Festlegung der Böschungsneigung a priori nicht möglich. Generell gilt jedoch, dass wasserführende, feinkörnige Böden zwischen 30 und 45 Grad geböscht werden können und grobkörnige Böden zwischen 45 und 55 Grad. Es ist jedoch Aufgabe der BL diesen Böschungswinkel der örtlichen Situation von Fall zu Fall anzupassen.

Um ein Nachbrechen von nichtbindigem (rolligem) Bodenmaterial – dessen Auftreten auch in Form von kleinräumigen Linsen möglich ist - in die Baugrube zu verhindern, wird - vor allem wo Wassereintritte vorkommen - empfohlen, den Aushubgraben fachgerecht abzustützen (Grabenverbau) (nach Bedarf und Angaben der BL).

Gründungsebene

Im untersuchten Abschnitt muss, besonders in Abschnitt III – km 1+750 bis 2+030, mit dem Aufreten von bodenmechanisch schlechten bis mäßigen Böden gerechnet werden. Sollte an der Gründungsebene Bodentyp III bzw. sehr schluffiges Material gem. Definition Bodentyp I angetroffen werden, so wird empfohlen einen Bodenaustausch von ca. 20-30cm durchzuführen (z.B. Vlies und gebrochenes, gemischtkörnigen Material 30/100mm, nach Angaben der BL), um eine fachgerechte Verlegung der Rohre zu ermöglichen.

Grundwasser

Aufgrund der festgestellten Grundwassersituation (siehe Kap. 4.3.1.) muss lokal mit dem Eintreten von Grundwasser in den Aushubgraben gerechnet werden. Aus den Erfahrungen der angrenzenden, bereits realisierten Baulose zeigte sich, dass es zu einem Grundwasserstau kam, wenn der Aushubgraben über längere Zeit (z.B. über Nacht) offen blieb. Aus diesem Grund wird ein möglichst zügiger Baufortschritt empfohlen, um eine aufwendige Wasserhaltung vermeiden zu können. Bei einer Einleitung in ein offenes Gewässer sind die entsprechenden Genehmigungen einzuholen. Die zu erwartenden Wassermengen liegen erwartungsgemäß < 50l/s (Kompetenz Genehmigung bei <50l/s: Gemeinde).

6. VERWENDUNG DER BÖDEN UND DES STEINMATERIALS AUS AUSHÜBEN

Die Entsorgung des Aushubmaterials muss in Übereinstimmung mit dem Beschluss der Landesregierung Nr. 189 26.01.2009 "Kriterien für die Klassifizierung von Nebenprodukten bei den Aushüben von Böden und Festgestein, sowie in Tunnels” erfolgen.

Im speziellen Fall, kann das Aushubmaterial, als Nebenprodukt wiederverwendet werden (Austausch von Material oder Wiederauffüllung), da es nicht von einem “potentiell kontaminierten Standort”, oder von Bereichen stammt, die in der Anlage 1, des vorhergenannten Beschlusses der Landesregierung aufgelistet sind.

In der Ausführungsphase muss das “Zertifikat der Benutzung”, ausgestellt werden, nach Anhang 2.

Falls das Material nicht als Nebenprodukt verwendet wird, muss es als Abfallprodukt, im Sinne des Landesgesetzes vom 26. Mai 2006, angesehen werden.

7. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das gegenständliche Gutachten wurde im Sinne des D.M. 17.01.2018 verfasst und ist Teil der Unterlagen, welche für die Ausstellung der Baukonzession vorgesehen sind.

Als wesentliche Grundlage für die weiterführenden Planungen dient das Dokument insbesondere für die Planung der Baugrube sowie der statischen Strukturen und ist als solches den zuständigen Fachplanern (Generalplaner, Statiker, Sicherheitskoordinator, usw.) zur Verfügung zu stellen bzw. von diesen entsprechend zu berücksichtigen.

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen und unter Beachtung der obigen empfohlenen Maßnahmen ist die Baufläche, aus geologisch-hydrogeologischer und geotechnischer Sicht, für das vorgesehene Projekt geeignet.

Der Geologe:

Dr. Geol. K. Messner

ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGENKAMMER
TRENTINO-ALTO ADIGE/SÜDTIROL
DOTT. GEOL.
N.154 KONRAD LUIS MESSNER

Algund, 25.02.2019

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA

CONTENUTO

1. PREMESSA 2
2. NORME 2
3. INDAGINI ESEGUITE 2
4. MODELLO GEOLOGICO DELLA ZONA 3
4.1 Litologia 3
4.2 Caratteristiche geomeccaniche dei terreni 4
4.3 Idrogeologia 6
4.3.1 Situazione di falda 6
4.3.1 Permeabilitá dei terreni 7
5. ANALISI DEL PROGETTO DA UN PUNTO DI VISTA GEOLOGICO-COSTRUTTIVO 7
5.1 Descrizione generale 7
5.2 Classificazione geotecnica del tracciato 8
5.3 Caratteristiche dei terreni al stato se rimossi 10
5.4 Classificazione geotecnica del materiale da scavo 11
5.5 Interventi consigliati - esperienze derivanti dai lotti adiacenti 12
6. RIUTILIZZO DELLE TERRE DA SCAVO 13
7. CONCLUSIONI 13

ALLEGATI

Allegato 1	Corografia	1 : 25.000
	Carta geologica-idrogeologica	1 : 20.000
	Planimetria	1 : 2.500
	Ortofoto	1 : 5.000
Allegato 2	Sezione stratigrafica longitudinale	1 : 2.000 (X) / 1 : 100 (Y)
Allegato 3	Documentazione prove penetrometriche dinamiche – Studio tecnico Geol. Ilario Bridi	

1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Merano è stata eseguita un'indagine geologica- geotecnica per il progetto "Rinnovo della condotta idrica Frigele nel tratto Naturno-Plaus" per il tracciato d'interesse riguardante la stratigrafia, la falda freatica e le capacitá portanti del sottosuolo.

Il tracciato d'interesse si estende tra Naturno a Ovest e il confine comunale di Plaus a Est. Il tracciato a Ovest inizia all'incrocio della via Hilb e la via Stazione, a Sud del centro abitato di Naturno, da dove si estende lungo la via Hilb in direzione Nordest fino al km 1+850. Da questo punto in poi, il tracciato costeggia il Rio della Sega, in destra idrografica, e interessa i campi coltivati (meleti) fino a raggiungere il estremo orientale al km 2+267.

La presente relazione è stata redatta in conformità al D.M. 17.01.2018 "Norme tecniche di costruzione" e costituisce documento valido per il rilascio della concessione edilizia.

2. NORME

Si è tenuto conto della seguente normativa:

- Norme tecniche di costruzione: N.T.C. 2018 - D.M. 17.01.2018;
- In attesa delle nuove indicazioni per l'utilizzo delle NTC 2018 vengono utilizzate le attuali indicazioni per l'utilizzo della NTC 2008 – DM 14.01.2008 – Circolare 02.02.2009, n.617;
- Delibera della giunta provinciale n. 189 del 26.01.2009 "Criteri per la classificazione di terre e rocce da scavo, anche di gallerie, come sottoprodotti "

3. INDAGINI ESEGUITE

Per la valutazione della situazione geologica sono state eseguite le seguenti indagini:

a) Valutazione di dati esistenti

b) Rilievi geologici in campagna, mappatura geomorfologica

c) Esecuzione e valutazione di nr. 25 prove penetrometriche dinamiche geognostiche DPSH (profonditá di ciascuna prova, massimo 5,00m), realizzate dallo Studio geologico tecnico – Geol. Ilario Bridi – dicembre 2018

d) Raccolta e correlazione di dati inerenti alla falda freatica presso Naturno e Plaus (prove penetrometriche dinamiche, sondaggi, scavi, acque superficiali), riferiti ai mesi invernali

e) Consultazione dei documenti del progetto "Rinnovo aquedotto potabile vallicola – tratto Naturno- Plaus" di Ing. Bruno Marth del 28.01.2019

4. MODELLO GEOLOGICO DELLA ZONA

Da un punto di vista geologico la zona di indagine si trova nel fondovalle della Val Venosta, il quale è caratterizzato da sedimenti alluvionali depositati del Fiume Adige. La zona nell´intorno della località di Plaus (lat. *palus* = palude) in passato rappresentava un´area paludosa, pertanto il sottosuolo presente è caratterizzato da sedimenti a granulometria molto fine, con possibili residui organici – strati di torba. In seguito alle alluvioni frequenti del Fiume Adige, si può rinvenire una locale intercalazione dei depositi alluvionali con i sedimenti palustri di granulometria molto fine. Lungo il tracciato indagato i sedimenti palustri sono stati riscontrati dal km 1+300, in vicinanza dei masi Erler e Oberhilb, in direzione Nordest. In base alla genesi è da aspettarsi nell'intera zona una forte variabilità litologica sia in direzione orizzontale sia in quella verticale.

Da un punto di vista geologico l'area di interesse ricade all'interno del Dominio Austroalpino (Complesso Ötztal- Stubai), il quale nel fondovalle della Val Venosta è coperto da potenti sedimenti quaternari.

4.1 Litologia

La zona d'indagine é caratterizzata dai seguenti sedimenti sciolti:

Materiale di riporto

Intorno alle infrastrutture esistenti (strade, sentieri, edifici) si trova localmente del materiale di riporto e del materiale rimaneggiato. Nell'ambito dei frutteti sono stati realizzati dei livellamenti e modellazioni al terreno (rimaneggiamento superficiale del terreno naturale).

Depositi alluvionali

La gran parte del tracciato tra Naturno e Plaus si estende all´interno dei depositi alluvionali dell'Adige. Si tratta di sedimenti limosi- sabbiosi- ghiaiosi con ciottoli, con granulometria fortemente varibile a seconda dell'energia di flusso del corso d´acqua. I singoli clasti sono fortemente arrotondati in seguito al lungo trasporto subito e alla continua azione esecitata dall'acqua corrente.

Sedimenti palustri

Il fondovalle nell´intorno di Plaus é caratterizzato da sedimenti di granulometria molto fine, argillosi-limosi, i quali sono stati depositati in un ambiente palustre (palude-torbiera). La presenza di questi sedimenti lungo il tracciato indagato è stata osservata nel settore nordorientale, a partire dal km 1+300. Sono possibili residui di strati organici (torba).

4.2 Caratteristiche geomeccaniche dei terreni

In base alle indagini geognostiche eseguite e all´esperienza risulta la seguente definizione dei tipi di terreno:

Tipo di terreno	Descrizione
Tipo di terreno A	Terreno vegetale, materiale di riporto
Tipo di terreno Ia	Sabbia limosa-limo sabbioso, leggermente ghiaioso
Tipo di terreno Ib	Sabbia limosa-limo sabbioso, fortemente ghiaioso
Tipo di terreno II	Misto di ghiaia e sabbia in matrice limosa, con ciottoli-sassi
Tipo di terreno III	Limo, leggermente sabbioso, possibili resti organici-strati di torba

Da un punto di vista geotecnico i due tipi di terreno Ia e Ib mostrano caratteristiche geomeccaniche comparabili e pertanto possono essere accorpati come un unico tipo di terreno (tipo di terreno I). Il Tipo di terreno A consiste nel materiale di riporto superficiale, il quale lungo il livello di fondazione non risulta rilevante e pertanto non verrá approfondito ulteriormente.

Per i tipi di terreno riscontrati risultano le seguenti caratteristiche geomeccaniche:

Tipo di terreno I (alluvioni): Sabbia limosa-limo sabbioso, percentuale variabile di ghiaia

Comportamento geotecnico	Leggermente coesivo
Peso di volume	γ= 18 - 21 kN/m³
Peso di volume sommerso	γ'= 8 - 11 kN/m³
Angolo di attrito interno	φ= 31°- 33°
Coesione drenata	c'= 0-10 kN/m²*
Coesione non drenata	c_u= 5-15 kNm²*
Modulo sforzi deformazioni	E_s= 50-60 MN/m²*

* sec. DIN 1055 parte 2 e valori derivanti dall'esperienza

Tipo di terreno II (alluvioni): Misto di ghiaia e sabbia in matrice limosa, con ciottoli-sassi

Comportamento geotecnico	Non coesivo-leggermente coesivo
Peso di volume	γ= 20 - 21 kN/m³
Peso di volume sommerso	γ'= 10 - 11 kN/m³
Angolo di attrito interno	φ= 32°- 36°
Coesione drenata	c'= 0-5 kN/m²*
Coesione non drenata	c_u= 5-10 kNm²*
Modulo sforzi deformazioni	E_s= 60-80 MN/m²*

* sec. DIN 1055 parte 2 e valori derivanti dall'esperienza

Tipo di terreno III (depositi palustri): Limo, leggermente sabbioso, possibili resti organici-strati di torba

Comportamento geotecnico	Coesivo
Peso di volume	γ= 16 - 18 kN/m³
Peso di volume sommerso	γ'= 6 - 8 kN/m³
Angolo di attrito interno	φ= 27°- 29°
Coesione drenata	c'= 8-16 kN/m²*
Coesione non drenata	c_u= 12-20 kNm²*
Modulo sforzi deformazioni	E_s= 25-50 MN/m²*

* sec. DIN 1055 parte 2 e valori derivanti dall'esperienza

Valori caratteristici V_k

Tipo di terreno I

Peso di volume	γ_k = 19,5 kN/m³
Angolo di attrito	φ'_k= 32°
Coesione c´	c'_k= 5 kN/m²
Coesione c_u	c_{uk}= 10 kN/m²
Modulo sforzi deformazioni E_s	E_s= 55 MN/m²

Tipo di terreno II

Peso di volume	γ_k = 20,5 kN/m^3
Angolo di attrito	φ'_k= 34°
Coesione c´	c'_k= 3 kN/m²
Coesione c_u	c_{uk}= 8 kN/m²
Modulo sforzi deformazioni E_s	E_s= 70 MN/m²

Tipo di terreno III

Peso di volume	γ_k = 17 kN/m^3
Angolo di attrito	φ'_k= 28°
Coesione c´	c'_k= 14 kN/m²
Coesione c_u	c_{uk}= 16 kN/m²
Modulo sforzi deformazioni E_s	E_s= 35 MN/m²

4.3 Idrogeologia

4.3.1 Situazione di falda

Nel contesto del rilevamento geomorfologico del tratto indagato non sono state rilevate delle zone umide o ristagni. Nell'ambito della relazione presente non si è potuto definire sistematicamente la situazione della falda freatica. Le informazioni inerenti alla falda sono state derivate indirettamente; per esempio dalle prove penetrometriche dinamiche, da vecchi scavi/sondaggi nelle vicinanze, dalle quote delle acque superficiali nelle aree adiacenti (Rio di Sega, laghetto per la pesca sportiva). Tali dati rappresentano solamente informazioni puntuali. In base a questi dati si è cercato comunque di ricostruire la carta delle linee isofreatiche (vedi allegato 1).

In generale si puó assumere che a causa della stratigrafia – pronunciata alternanza spaziale dei sedimenti di granulometria fine (leggermente permeabile – non permeabile) e di granulometria grossolana (permeabile) – la falda puó presentarsi sotto pressione idrostatica e quindi assumere condizioni di una falda confinata (o semiconfinata). Tuttavia si tratta di falde freatiche di scarso spessore, le quali in seguito alla decompressione idrostatica si addattano alla falda freatica libera. Il livello della falda è soggetto a fluttuazioni stagionali, pertanto si consiglia di effettuare i lavori previsti nei periodi in cui il livello della falda si presenta più basso.

I dati inerenti alla quota di falda derivano dalle prove penetrometriche dinamiche P13 (-3,00m da p.c.), P15 (-3,00m da p.c.), P20 (-3,20m da p.c.) e P21 (-3,00m da quota p.c.),

nella zona tra il km 1+150 e il km 1+900. Tuttavia si riporta che la falda é stata rilevata solo in tracce di acqua e umiditá. A circa la stessa quota, stimata -3,50m da p.c., si trova la superficie del laghetto per la pesca sportiva, il quale certamente si presenta in diretta correlazione con la falda freatica.

Si fa notare che le prove penetrometriche dinamiche sono state esguite in inverno (dicembre), ovvero durante il periodo in cui il livello della falda si presenta in diminiuzione. Da ulteriori indagini geognostici nelle vicinanze é noto che la fluttuazione della falda durante il ciclo di un'anno corrisponde a ca. 0,5m.

Il tratto indagato si trova al di fuori di zone di tutela dell'acqua potabile.

4.3.1 Permeabilitá dei terreni

Il coefficiente di permeabilità dei tipi di terreno rilevanti per il progetto può essere definito come mostrato di seguito, in stretta relazione alla struttura granulare e al grado di addensamento (secondo DIN 18130 TI 1):

Tipo di terreno	**Permeabilitá**	**Coefficiente di permeabilità stimato, k_f**
Tipo di terreno I	Debolmente permabile	10^{-6}-10^{-8}m/s
Tipo di terreno II	Molto permeabile	10^{-2}-10^{-4}m/s
Tipo di terreno III	Permeabilitá molto debole	<10^{-8}m/s

5. ANALISI DEL PROGETTO DA UN PUNTO DI VISTA GEOLOGICO-COSTRUTTIVO

5.1 Descrizione generale

Il progetto prevede il rinnovo dell'aquedotto potabile "Frigele" nel tratto tra Naturno e Plaus. Il percorso viene mantenuto lungo lo stesso tracciato per cause amministrative. Il livello delle fondazioni, però, verrà in gran parte abbassato fino ad un massimo di 2,2m in corrispondenza del km 1+500 (vedi allegato 2).

Da un punto di vista geotecnico, di particolare rilievo, sono le caratteristiche geomeccaniche del livello di fondazione, la presenza della falda freatica e la stabilitá della scarpata, come descritto in dettaglio nei capitoli successivi.

5.2 Classificazione geotecnica del tracciato

Come descritto nel cap. 4.2, il progetto previsto è interessato dai seguenti tipi di terreno:

Tipo di terreno	Descrizione
Tipo di terreno I	Sabbia limosa-limo sabbioso, quota variabile di ghiaia
Tipo di terreno II	Misto di ghiaia e sabbia in matrice limosa, con ciottoli-sassi
Tipo di terreno III	Limo, leggermente sabbioso, possibili resti organici-strati di torba

Da un punto di vista geotecnico si può suddividere il tracciato nelle seguenti sezioni in base alle relative caratteristiche geotecniche omogenee lungo il livello delle fondazioni:

Sezione I: 0+000 bis 1+290

Litologia: Alluvioni (Tipo di terreno I e II)

Morfologia: Il primo tratto inzia in vicinanza dell´incrocio della via Stazione con la via Hilb a Naturno e si estende in direzione E-NE verso Plaus. La condotta percorre in questa sezione il limite Nord della strada asfaltata della via Hilb. Il tratto si trova nel fondavalle e si estende fino al km 0+230 all´interno del centro abitato (infrastrutture, condotte).

Idrografia: In superficie non si sono osservati ristagni o zone umide. Nei pressi del km 1+000 si trova lungo il lato Sudovest della via Hilb un laghetto per la pesca sportiva. Nel settore occidentale fino a circa il km 0+900 non si hanno informazioni riguardanti la profondità della falda, poiché essa durante le prove penetrometriche in questo tratto non è stata raggiunta. Nel tratto km 0+900 - 1+300 vi sono dati (P13, P15, laghetto per la pesca sportiva), i quali permettono di definire la profondità della falda a circa -3,00m da p.c., vedi allegato 2.

(Attenzione: si tratta sicuramente dei valori minimi del livello di falda. Nei mesi estivi o successivamente a precipitazioni è da aspettarsi un generale livello maggiore, in vicinanza della superficie)

Livello delle fondazioni: Lungo la sezione I le fondazioni della condotta in progetto poggiano presumibilmente per l´80% sul tipo di terreno II, e per il 20% sul tipo di terreno I. Una volta ultimato lo scavo il livello delle fondazioni è da controllare dalla DL.

Sezione II: 1+290 bis 1+750

Litologia: Alluvioni (Tipo di terreno I)

Morfologia: La condotta si estende nel fondovalle pianeggiante lungo il bordo della strada asfaltata della via Hilb.

Idrografia: In superficie non si sono osservati ristagni o zone umide. I dati inerenti alla falda acquifera (prove penetrometriche P15 e P20) permettono di definire il livello ad una profonditá compresa tra circa -3,00m e -3,20m da p.c.

Livello delle fondazioni: Lungo la sezione II le fondazioni della condotta in progetto poggiano presumibilmente sul tipo di terreno I. Una volta ultimato lo scavo il livello delle fondazioni è da controllare dalla DL.

Sezione III: 1+750 bis 2+030

Litologia: Alluvioni (Tipo di terreno I), depositi palustri (Tipo di terreno III)

Morfologia: La condotta attraversa la via Hilb circa in corrispondenza del settore tra il km 1+800 e il km 1+850 e percorre un tratto interessato da campi coltivati (meleti) lungo la destra idrografica del Rio della Sega.

Idrografia: In superficie non si sono osservati ristagni o zone umide. I dati inerenti alla falda acquifera (prove penetrometriche P20 e P21) permettono di definire il livello ad una profonditá compresa tra circa -3,00m e -3,20m da p.c.

Livello delle fondazioni: Lungo la sezione III le fondazioni della condotta in progetto poggiano presumibilmente per il 50% sul tipo di terreno I e per il restante 50% sul tipo di terreno III. Una volta ultimato lo scavo il livello delle fondazioni è da controllare dalla DL.

Sezione IV: 2+030 bis 2+267

Litologia: Alluvioni (Tipo di terreno I e II)

Morfologia: La condotta percorre un tratto interessato da campi coltivati (frutteti), prima di raggiungere il km 2+267, in corrispondenza del pozzo B4, presso l´estremo orientale del tracciato in progetto.

Idrografia: In superficie non si sono osservati ristagni o zone umide. Lungo la sezione IV non si sono osservate evidenze dirette inerenti alla presenza di falda, tuttavia in base alle

informazioni derivate dalle sezioni precedenti può essere concluso che il livello della falda acquifera si puó trovare ad una profondità di circa +3,00m da p.c.

Livello delle fondazioni: Lungo la sezione IV le fondazioni della condotta in progetto poggiano presumibilmente per ca. 75% sul tipo di terreno I e per ca. 25% sul tipo di terreno II. Una volta ultimato lo scavo il livello delle fondazioni è da controllare dalla DL.

5.3 Caratteristiche dei terreni al stato se rimossi

Nella norma DIN 18300 (08.74) tutti i terreni sciolti e le rocce vengono classificate in sette classi in relazione al loro stato se rimossi o scavati:

Classe 1: terreno superficiale (terreno vegetale)

La parte più superficiale del terreno, che oltre a materiali inorganici come ad es. ghiaia, sabbia, limo e argilla, contiene anche materiale organico e microorganismi.

Classe 2 : terreni plastici

Tipi di terreni, con caratteristiche di plasticità che tendono a trattenere l'acqua.

Classe 3 : terreni sciolti, incoerenti

Sabbie, ghiaie e materiali misti di sabbie e ghiaie incoerenti o poco coerenti con al massimo una percentuale in peso pari al 15% di limo e argilla (diametro dei grani inferiore a 0.06 mm) e non più del 30% in peso di ciottoli con diametro dei grani superiore a 63 mm fino ad un max. di 0,01 m³ di volume.

Classe 4: terreni a coesione media

Materiali misti di sabbia, ghiaia, limo e argilla con una percentuale di fino (diametro dei grani inferiore a 0,06 mm) superiore al 15%.

Terreni coesi a plasticità da bassa a media, che in rapporto al contenuto d'acqua risultano da soffici fino a compatti e che al massimo contengono fino al 30% in peso di ciottoli (diametro dei grani superiore a 63 mm fino a 0,01 m³ di volume).

Classe 5: terreni a coesione elevata

Terreni di cui alle classi 3 e 4, ma con un contenuto di ciottoli (diametro dei grani superiore a 63 mm fino a 0,01 m³ di volume) superiore al 30% in peso.

Terreni sciolti e con coesione da bassa a media con al massimo il 30% di ciottoli e blocchi con dimensione da 0,01 m³ fino a 0,1 m³.

Classe 6: roccia facilmente scavabile e terreni simili

Tipi di rocce, che hanno una coesione interna, ma risultano molto fessurate, friabili, degradate o scistose, nonché terreni che hanno caratteristiche simili in seguito alla compattazione o coesione.

Terreni sciolti e compatti con più del 30% in peso di ciottoli con dimensioni superiori a 0,01 fino a 0,1 m³.

Classe 7: roccia compatta

Tipi di rocce che presentano una coesione interna elevata ed una scarsa fessurazione , Blocchi di dimensione superiore a 0.1 m³.

5.4 Classificazione geotecnica del materiale da scavo

Il progetto prevede, che il tracciato della condotta d´acqua potabile venga mantenuto, tuttavia il livello di base verrà impostato più in profondità (circa 2,2m più profondo). Da ciò, ne consegue che durante la fase di scavo (nel settore della condotta per l´acqua potabile esistente) è da aspettarsi del materiale di riporto e del materiale rimaneggiato, il quale è stato scavato durante la realizzazione della condotta e riutilizzato in sito come riempimento. Si tratta del terreno riscontrato nel sito di progetto (tipi di terreno I-II-III), il quale è stato rimaneggiato durante la fase esecutiva della condotta Frigele esistente.

Secondo una stima approssimativa (riferita al profilo longitudinale), la porzione di questo materiale rimaneggiato rappresenta circa il 60% dello scavo totale.

Classe	**2**	**3**	**4**
Percentuale (ca.)	**4%**	**28%**	**68%**

5.5 Interventi consigliati - esperienze derivanti dai lotti adiacenti

In base alle esperienze, le quali derivano dai progetti di rinnovamento della condotta dell´acqua potabile Frigele, già realizzati nei lotti Castelbello-Naturno e Plaus-Saring, si reputano rilevanti da un punto di vista geotecnico le seguenti indicazioni inerenti all´esecuzione dello scavo:

Stabilizzazione dello scavo

Durante la fase di scavo si scaveranno tipi di terreno con comportamenti geotecnici differenti. Nel settore, in cui non è da aspettarsi acqua, possono essere realizzate delle scarpate aperte. L´angolo di scarpata è da adattare alla situazione geologica presente, al fine di garantire la sicurezza all´interno del fosso. A causa delle condizioni molto variabili non è possibile la determinazione a priori dell'angolo di scarpata. In generale si puó dire che nei sedimenti di granulometria fina (freatici) l'angolo di scarpata puó essere da 30 a 45 gradi, nei sedimenti a granulometria grossa da 45 a 55 gradi. L'angolo di scarpata dev'essere adattato da caso a caso alla situazione locale su indicazione della DL.

Al fine di evitare all´interno dello scavo la destabilizzazione di materiale non coesivo (arrotondato), la cui comparsa può avvenire anche sottoforma di circoscritte lenti, si consiglia, soprattutto dove compaiono venute d´acqua, di sostenere adeguatamente le scarpate dello scavo (se necessario e secondo indicazione della DL).

Livello delle fondazioni

Lungo le sezioni studiate è da aspettarsi la comparsa di terreni con caratteristiche geomeccabiche da pessime a discrete, soprattutto lungo la sezione III (km 1+750 - km 2+030). Nel caso si riscontri al livello fondazionale il tipo di terreno III oppure il materiale molto limoso secondo definizione del tipo di terreno I, si consiglia di eseguire una sostituzione di terreno di circa 20-30cm (per esempio materiale fratturato a granulometria varibaile 30/100mm contenuto in del geotessile), al fine di permettere una posa adeguata dei tubi.

Falda freatica

In seguito alla situzione della falda freatica stabilita (vedi capitolo 4.3.1) deve essere considerata la comparsa locale di acqua di falda nello scavo. In base all´esperienza dei lotti già realizzati adiacentemente, si definisce che si può arrivare ad un accumulo di acqua freatica nel caso gli scavi rimangano aperti per lunghi periodi (per esempio durante una notte). In base a ciò si consiglia un perfezionamento successivo dello scavo, per poter evitare un dispendioso prosciugamento dello scavo. Nel caso si confluisca l´acqua accumulata in un´acqua pubblica si devono ottenere le corrispondenti autorizzazioni. La quantità d´acqua attesa si attesta al di sotto di 50 l/s (per portate <50l/s il competente é rappresentato dal comune).

6. RIUTILIZZO DELLE TERRE DA SCAVO

Lo smaltimento del materiale dello scavo deve avvenire in accordo alla deliberazione della giunta provinciale n. 189 dal 26.01.2009 "Criteri per la classificazione di terre e rocce da scavo, anche di gallerie, come sottoprodotti".

Nel caso specifico, il materiale da scavo può essere riciclato come sottoprodotto (cambio di materiale o riempimento) poiché non viene da un "sito potenzialmente contaminato" o da un altro luogo descritto nell'allegato 1 della nominata deliberazione della giunta provinciale.

Nella fase esecutiva, sec. l'allegato 2, è necessario rilasciare il "certificato d'utilizzo".

Se il materiale non viene usato come sottoprodotto deve essere trattato come prodotto di scarto ai sensi del LP del 26.05.2006.

7. CONCLUSIONI

La presente relazione specialistica è stata redatta ai sensi del D.M. 17.01.2018 e fa parte integrante dei documenti previsti per il rilascio della concessione ad edificare.

Essa rappresenta documento essenziale del progetto, con particolare riferimento a scavi e strutture statiche ed in tal senso va messo a disposizione dei progettisti competenti (progettista generale, statico, coordinatore della sicurezza ecc.), nonché da questi considerato nella progettazione.

Da quanto visto ed elaborato e in osservanza degli interventi consigliati si attesta la fattibilità del progetto dal punto di vista, geologico e geotecnico nonché idrogeologico.

Il geologo:

Dr. Geol. K. Messner

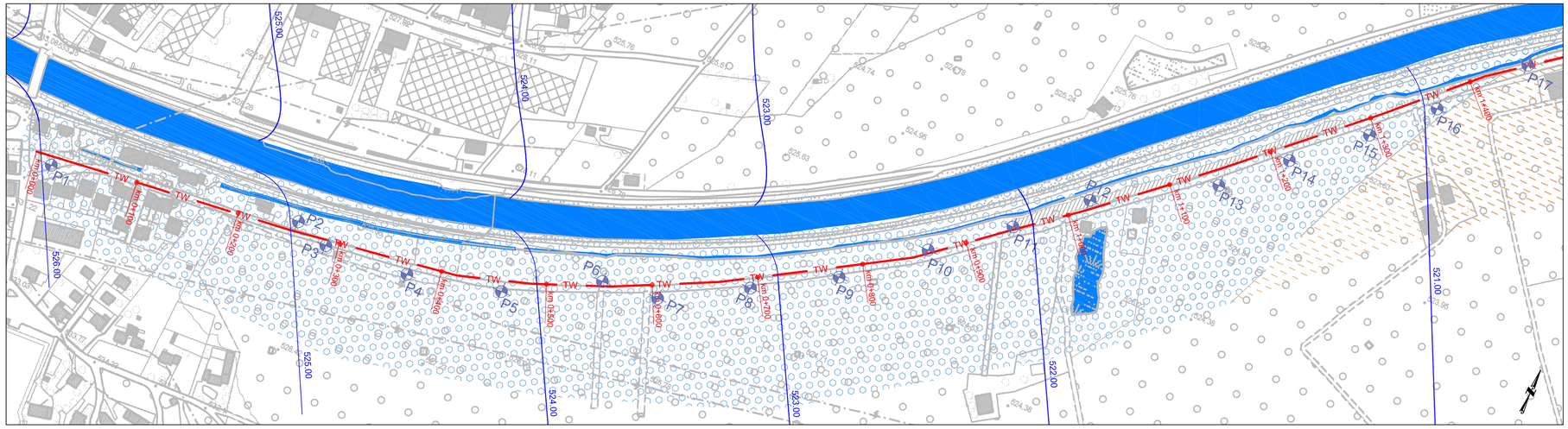
ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGENKAMMER
TRENTINO-ALTO ADIGE/SÜDTIROL
DOTT. GEOL.
N.154 KONRAD LUIS MESSNER

Lagundo, il 25.02.2019

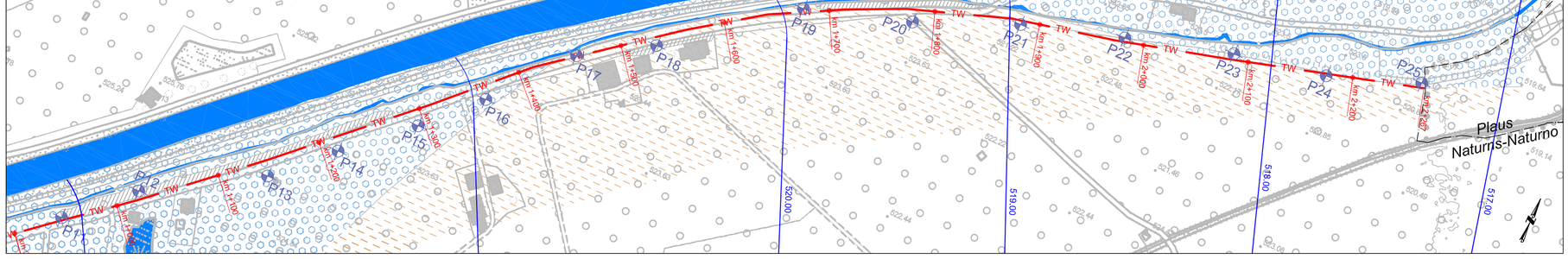
N.B. In caso di dubbi fa fede la versione tedesca.

Anlagen
Allegati

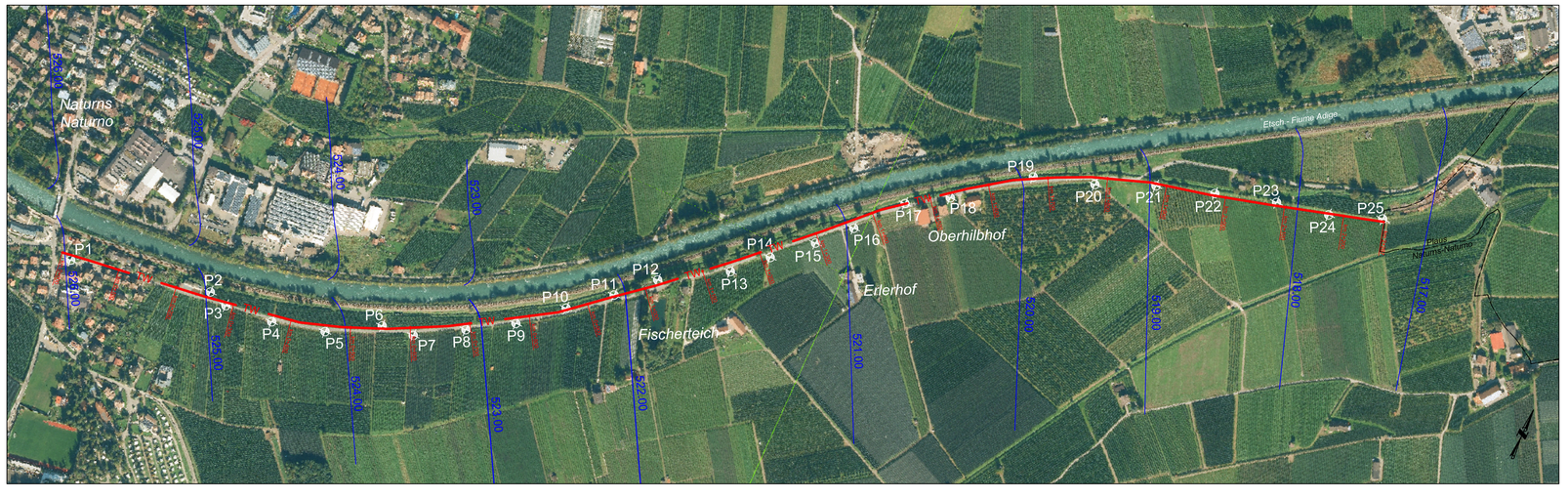
Lageplan - westlicher Abschnitt
Planimetria - tratto ovest
1 : 2.500



Lageplan - östlicher Abschnitt
Planimetria - tratto est
1 : 2.500



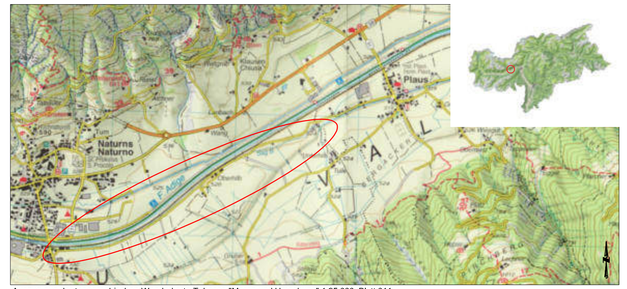
Orthofoto
Ortofoto
1 : 5.000



Legende
Legenda

- Alluvionen
  Alluvioni
- Palustrine Alagerungen
  Depositi palustri
- 520.00 Grundwassergleichen
  Linee isofreatiche
- Oberflächengewässer
  Acque superficiali
- Trinkwasserleitung
  Condotta idrica
- P1 Rammsondierung
  Prova penetrometrica dinamica

Übersichtsplan
Corografia
1 : 25.000

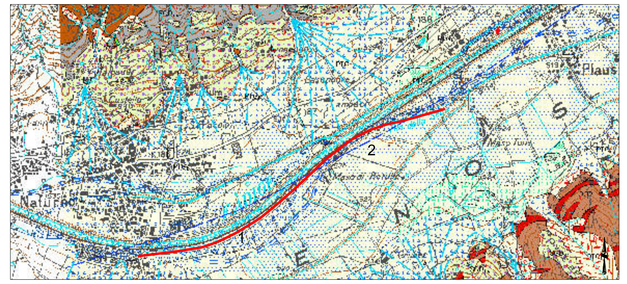


Auszug aus der topographischen Wanderkarte Tabacco "Meran und Umgebung" 1:25.000, Blatt 011
Estratto dalla carta topografica per escursionisti Tabacco "Merano e dintorni" 1:25.000, foglio 011

Legende
Legenda
Untersuchungsgebiet
Zona d'indagine

GPS UTM32N West (653.458 / 5.167.633)
Ost (655.455 / 5.168.594)

Geologisch- hydrogeologische Karte
Carta geologica- idrogeologica
1 : 20.000



Auszug: Technische Grundkarte 1:5.000 der Autonomen Provinz Bozen- Südtirol, Blatt 09043
Estratto: Carta tecnica 1:5.000 della Provincia Autonoma Bolzano- Alto Adige, Foglio 09043

Legende
Legenda

1 Alluviale-fluvioglaziale Ablagerungen (Kies-Sand)
Depositi alluviali-fluvioglaciali (Ghiaia-sabbia)

2 Alluviale-fluvioglaziale Ablagerungen (Sand)
Depositi alluviali-fluvioglaciali (Sabbia)

Paläoflussbett
Paleoalveo

Ufer eines Paläoflussbettes
Sponda di paleoalveo

Autonome Provinz Bozen- Südtirol
Gemeinde Naturns

Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige
Comune di Naturno

Ausführungsprojekt
Erneuerung Trinkwasserleitung Frigele
Abschnitt Naturns-Plaus

Progetto esecutivo
Rinnovo aquedotto potabile vallicola
Tratto Naturno-Plaus

Übersichtsplan *Corografia*	1 : 25.000
Geologisch- hydrogeologische Karte *Carta geologica- idrogeologica*	1 : 20.000
Lageplan *Planimetria*	1 : 2.500
Orthofoto *Ortofoto*	1 : 5.000

Datum: Februar 2019
Data: Febbraio 2019

Der Auftraggeber:
Il committente:

Gemeinde Meran
Amt für öffentliche Arbeiten
Lauben 192
39012 Meran

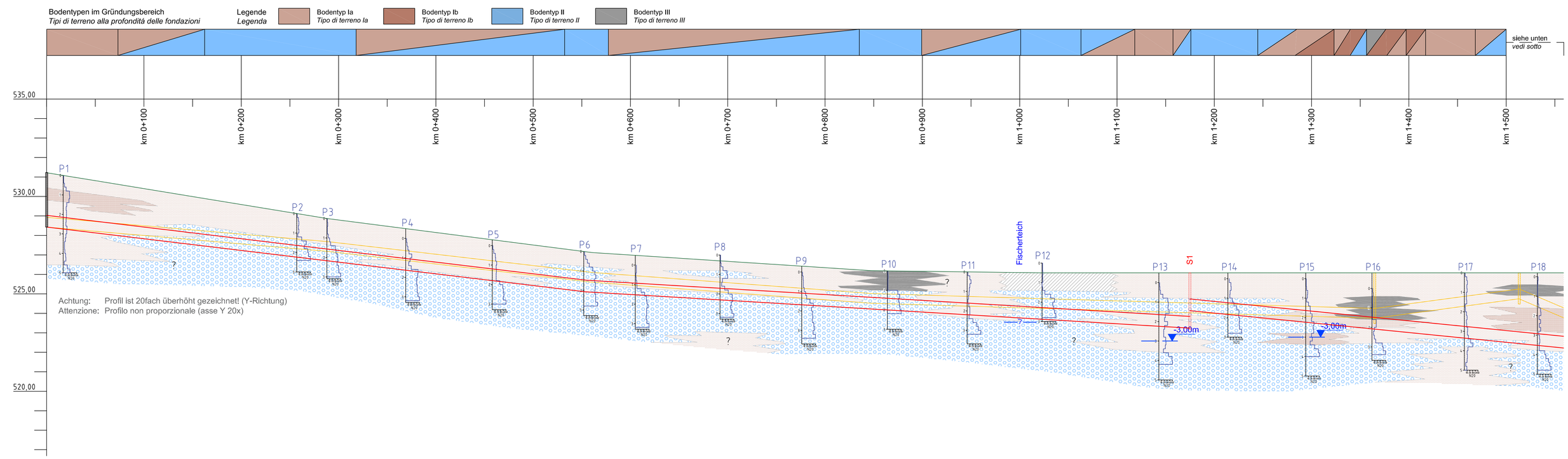
Verfasst von:
Redatto da:

Dr. Geol. Konrad Messner

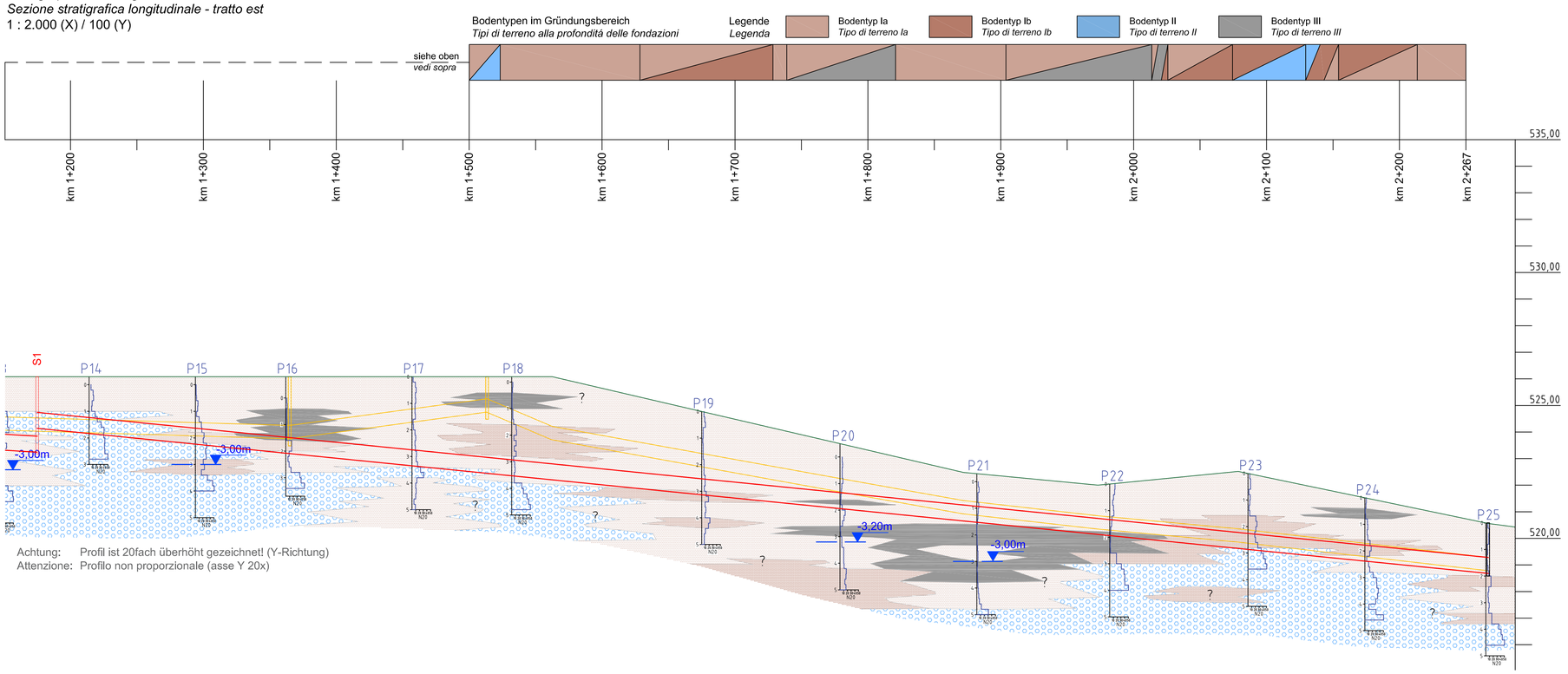
Geologie Umwelt
Dr. geol. Konrad MESSNER
I-39022 ALGUND / FORST
Unterganzweg 2
Tel. + Fax 0473/222347 Autotel. 0335/8311805
E-Mail: messner.geol@rolmail.net

ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGENKAMMER
DER AUTONOMEN PROVINZ SÜDTIROL
GEOL.
N.154 KONRAD LUIS MESSNER

Stratigraphischer Längsschnitt - westlicher Abschnitt
Sezione stratigrafica longitudinale - tratto ovest
1 : 2.000 (X) / 100 (Y)



Stratigraphischer Längsschnitt - östlicher Abschnitt
Sezione stratigrafica longitudinale - tratto est
1 : 2.000 (X) / 100 (Y)



Legende
Legenda

- A — Aufschüttung / *Materiale di riporto*
- Grundwasserspiegel (vermutet) / *Falda (incerta)*
- Ia — Schluffiger Sand-sandiger Schluff, geringer Kiesanteil / *Sabbia limosa-limo sabbioso, leggermente ghiaioso*
- Trinkwasserleitung, Projekt / *Condotta idrica, progetto*
- Ib — Schluffiger Sand-sandiger Schluff, erhöhter Kiesanteil / *Sabbia limosa-limo sabbioso, fortemente ghiaioso*
- Trinkwasserleitung, Abbruch / *Condotta idrica, demolizione*
- II — Kies-Sand-Gemisch in schluffiger Matrix, mit Steinen / *Misto di ghiaia e sabbia in matrice limosa, con ciottoli-sassi*
- P1 — Rammsondierung / *Prova penetrometrica dinamicha*
- III — Schluff, leicht sandig, org. Reste-Torflagen möglich / *Limo, leggermente sabbioso, resti organici-strati di torba possibili*

Autonome Provinz Bozen- Südtirol
Gemeinde Naturns
Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige
Comune di Naturno

Ausführungsprojekt
Erneuerung Trinkwasserleitung Frigele
Abschnitt Naturns-Plaus

Progetto esecutivo
Rinnovo aquedotto potabile vallicola
Tratto Naturno-Plaus

Stratigraphischer Längsschnitt
Sezione stratigrafica longitudinale

1 : 2.000 (X) / 100 (Y)

Bodentypen im Gründungsbereich
Tipi di terreno alla profondità delle fondazioni

Datum: Februar 2019
Data: Febbraio 2019

Der Auftraggeber:
Il committente:

Gemeinde Meran
Amt für öffentliche Arbeiten
Lauben 192
39012 Meran

Verfasst von:
Redatto da:

Dr. Geol. Konrad Messner

Geologie Umwelt
Dr. geol. Konrad MESSNER
I-39022 ALGUND / FORST
Untergandweg 2
Tel. + Fax 0473/222347 Autotel. 0335/8311805
E-Mail: messner.geol@rolmail.net

ORDINE DEI GEOLOGI GEOLOGENKAMMER TRENTINO-ALTO ADIGE/SÜDTIROL
N.154 KONRAD LUIS MESSNER

Anlage 3
Allegato

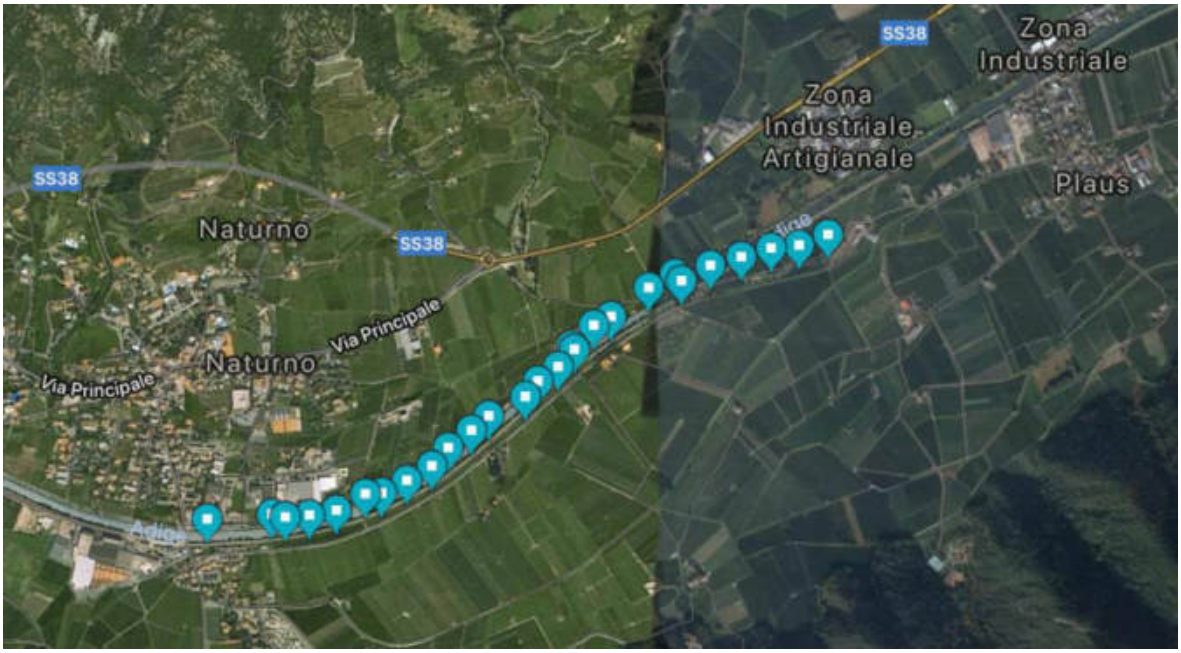
Dokumentation Rammsondierungen DPSH
Studio geologico tecnico – Geol. Ilario Bridi

Documentazione prove penetrometriche dinamiche DPSH
Studio geologico tecnico – Geol. Ilario Bridi

Studio Geologico Tecnico
Geol. Ilario Bridi

Committente: Comune di Merano (BZ)

ESECUZIONE DI INDAGINE GEOGNOSTICA CON PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE ESEGUITE NEI GIORNI 12-13-14 DICEMBRE 2018 LUNGO IL TRACCIATO DELLA CONDOTTA IDRICA FRIGELE NATURNO PLAUS (BZ)



In data 12, 13 e 14 dicembre 2018 nel sito di progetto sono state eseguite, con lo scopo di una migliore caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, le seguenti indagini geognostiche:

- n° 25 prove penetrometriche dinamiche continue spinte sino a rifiuto o alla profondità massima di 5,00 metri lungo il tracciato della condotta idrica Frigele nel tratto da Naturno a Plaus.

Via delle Regole, 73
38123 TRENTO fraz. Mattarello
C.F. BRDLRI67S10L378B
P.IVA 01586980227

Tel/Fax: 0461944885
Cell: 3492377302
e-mail: ilariobridi@gmail.com

Di seguito si illustra l'ubicazione delle prove penetrometriche eseguite.

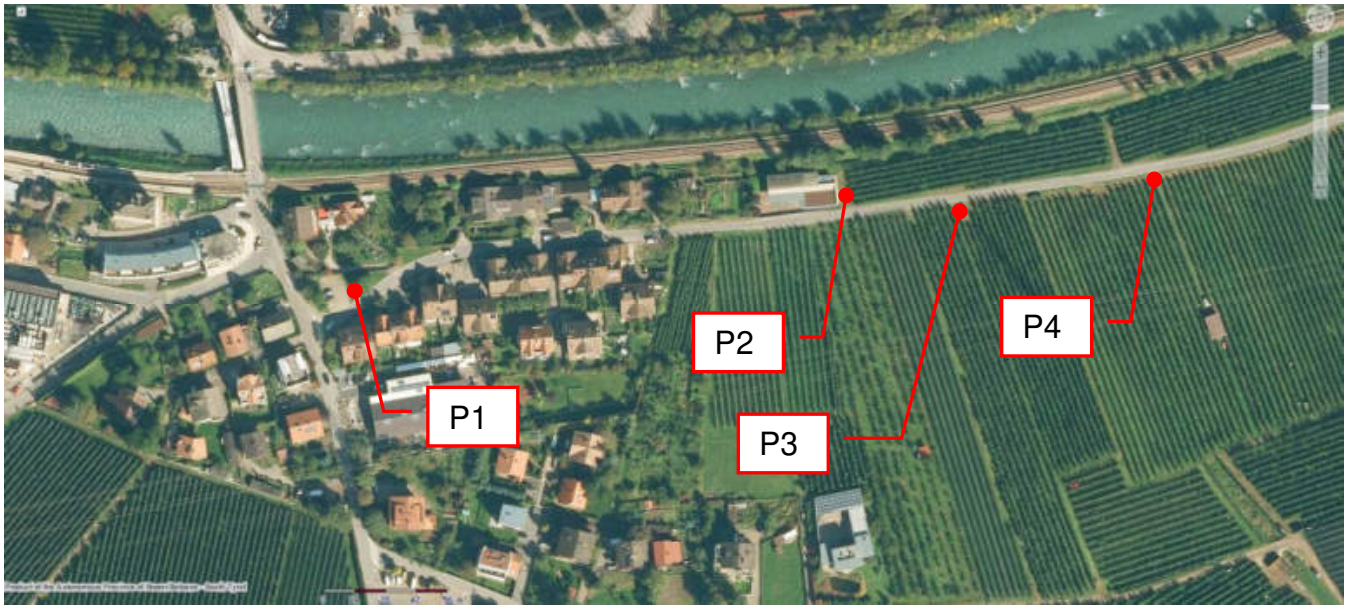


Fig. 1: Ubicazione delle indagini eseguite P1-P4

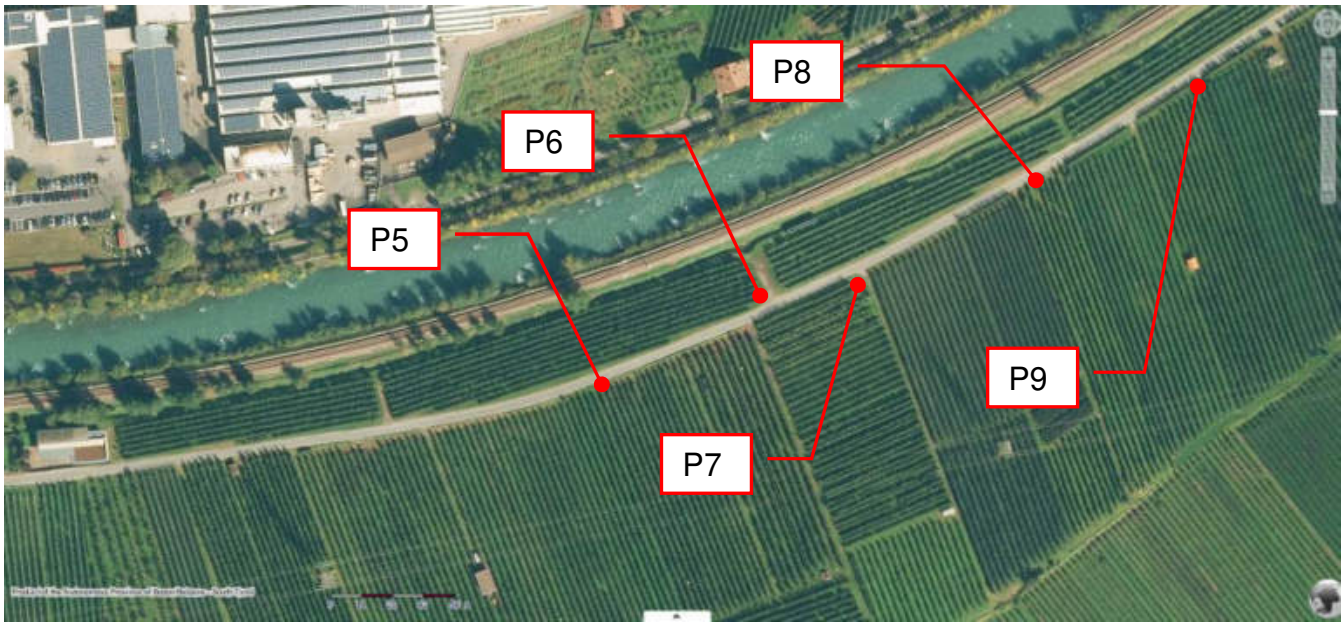


Fig. 2: Ubicazione delle indagini eseguite P5-P9

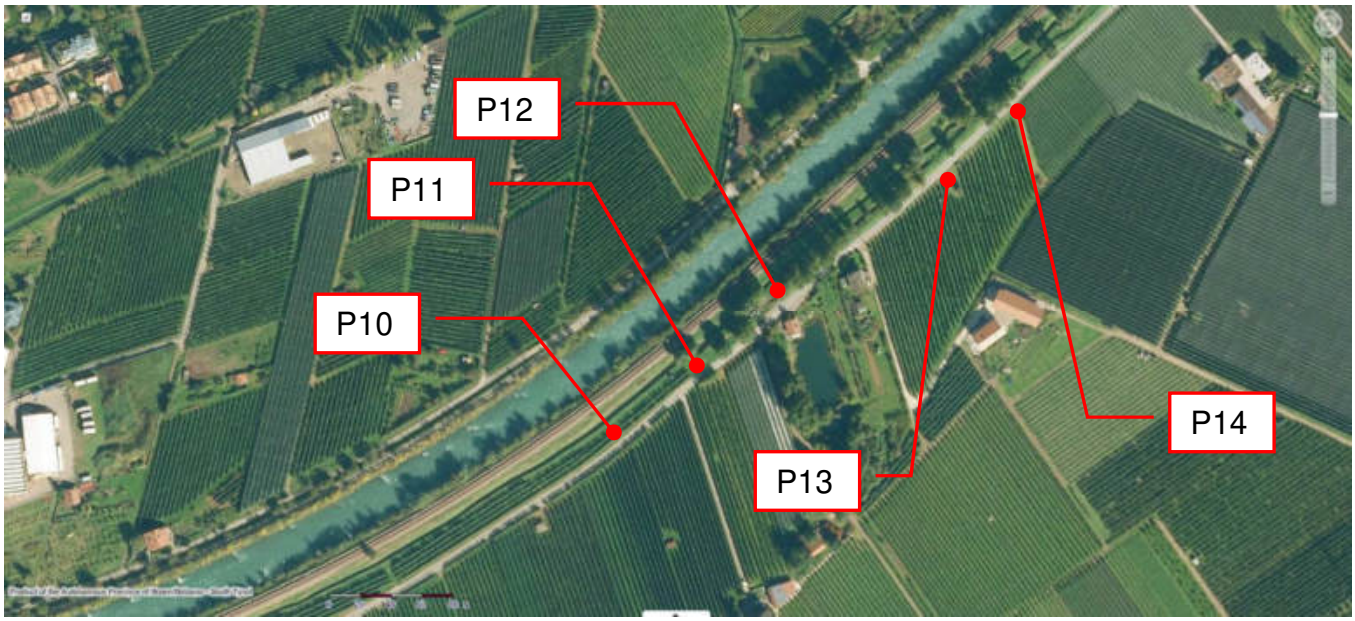


Fig. 3: Ubicazione delle indagini eseguite P10-P14

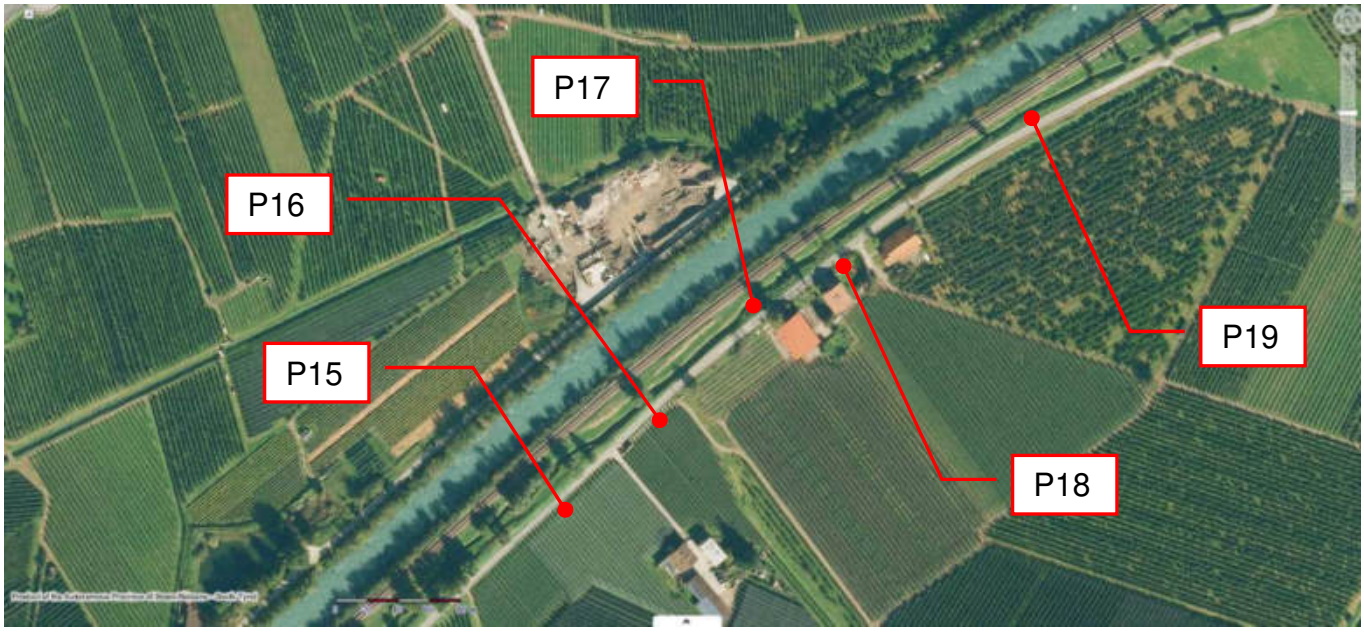


Fig. 4: Ubicazione delle indagini eseguite P15-P19

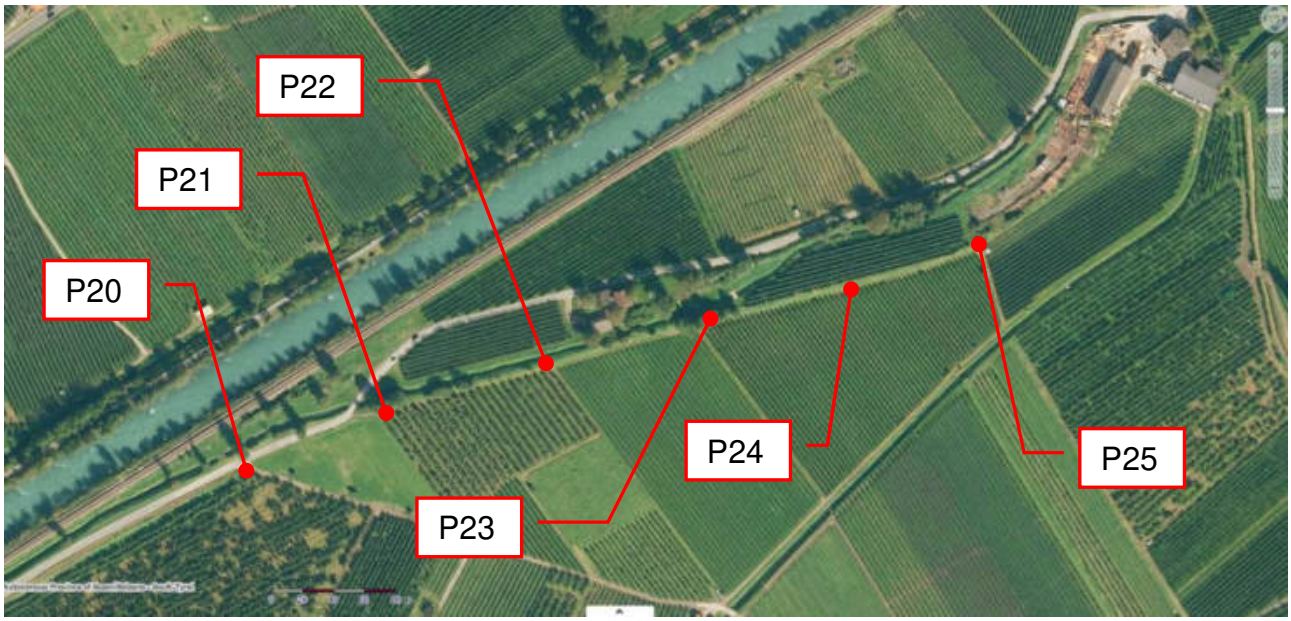


Fig. 5: Ubicazione delle indagini eseguite P20-P25

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Sono state eseguite N° 25 prove penetrometriche dinamiche pesanti con penetrometro DPSH (Dynamic Probe Super Heavy); per tali prove è stato utilizzato uno strumento denominato SKYLOS PERPHORAMETER, con restituzione dei colpi di infissione della punta ogni 0,20 metri.

Caratteristiche dello strumento:

. Massa battente 63,5 Kg.
. Volata 75 cm (regolabile da 10 a 76,5 cm).
. Massa passiva (otturatore di battuta 4,2 Kg).
. Aste lunghezza 1 m, diametro 32 mm in acciaio ad alta resistenza.
. Punta fissa standard diametro 51 mm, altezza colletto 51 mm, angolo cono 90° o 60°.
. Asta graduata a 10, 20, 30 cm con selezione manuale in funzione dello standard scelto.
. Comando mediante pulsantiera con contacolpi.

PROVE ESEGUITE

Prova P1: Eseguita in data 12 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -5,00 metri dal p.c.
Prova P2: Eseguita in data 12 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -2,40 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P3: Eseguita in data 12 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -3,00 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P4: Eseguita in data 12 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -3,30 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P5: Eseguita in data 12 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -3,00 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P6: Eseguita in data 12 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -2,80 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P7: Eseguita in data 12 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -3,20 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P8: Eseguita in data 12 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -3,20 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P9: Eseguita in data 12 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -3,40 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P10: Eseguita in data 13 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -2,20 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P11: Eseguita in data 13 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -3,20 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P12: Eseguita in data 13 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -2,80 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P13: Eseguita in data 13 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -4,20 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P14: Eseguita in data 13 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -2,80 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P15: Eseguita in data 13 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -4,00 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P16: Eseguita in data 13 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -3,40 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P17: Eseguita in data 13 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -5,00 metri dal p.c.
Prova P18: Eseguita in data 13 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -4,80 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.

Prova P19: Eseguita in data 14 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -5,00 metri dal p.c.
Prova P20: Eseguita in data 14 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -5,00 metri dal p.c.
Prova P21: Eseguita in data 14 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -5,00 metri dal p.c.
Prova P22: Eseguita in data 14 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -4,00 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P23: Eseguita in data 14 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -3,60 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P24: Eseguita in data 14 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -4,60 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.
Prova P25: Eseguita in data 14 dicembre 2018, a partire dal piano campagna e spinta sino alla profondità di -4,60 metri dal p.c. ed interrotta per rifiuto.

La falda è stata rilevata in tracce di acqua e umidità solo nella prova P13 (alla quota di -3,00 metri), P15 (alla quota d -3,00 metri), P20 (alla quota di -3,20 metri) e P21 (alla quota di -3,00 metri), come indicato nei singoli grafici della prova; durante le manovre di risalita delle aste sono state rilevate comunque solo tracce effimere.

Sono di seguito riportati i dati ed i diagrammi relativi alle singole prove.

Trento, 18 dicembre 2018 Geol. Ilario Bridi

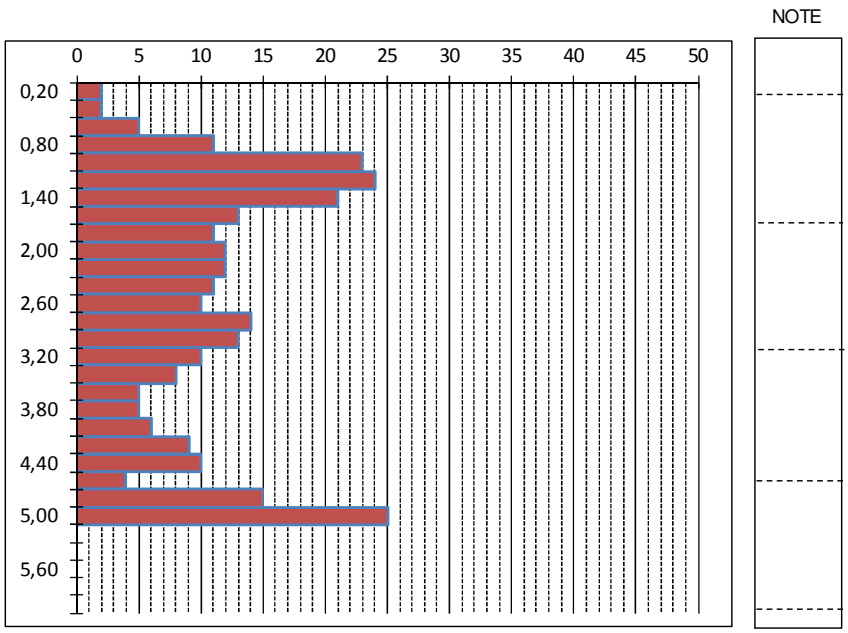
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	2	3
0,40	2	3
0,60	5	8
0,80	11	17
1,00	23	35
1,20	24	36
1,40	21	32
1,60	13	20
1,80	11	17
2,00	12	18
2,20	12	18
2,40	11	17
2,60	10	15
2,80	14	21
3,00	13	20
3,20	10	15
3,40	8	12
3,60	5	8
3,80	5	8
4,00	6	9
4,20	9	14
4,40	10	15
4,60	4	6
4,80	15	23
5,00	25	38
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P1

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 12/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



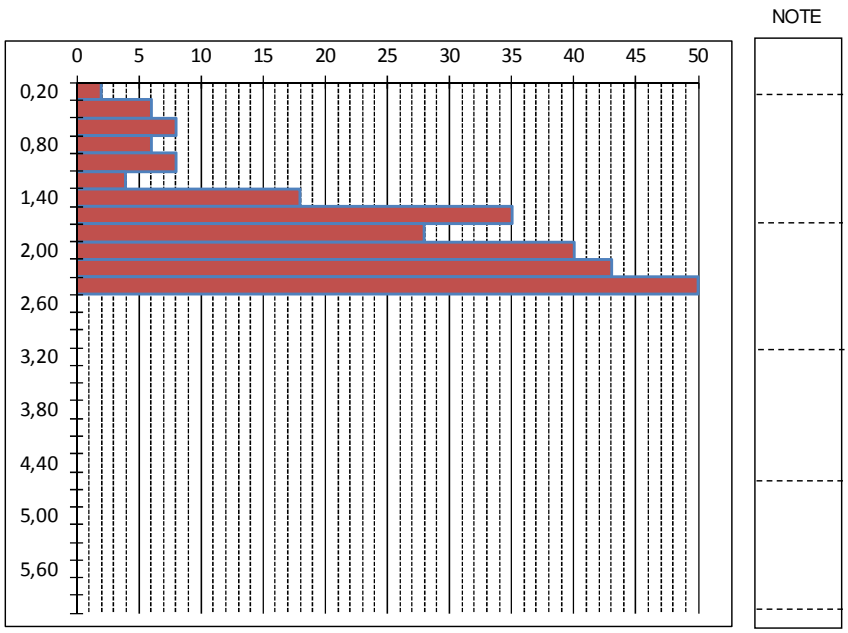
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	2	3
0,40	6	9
0,60	8	12
0,80	6	9
1,00	8	12
1,20	4	6
1,40	18	27
1,60	35	53
1,80	28	42
2,00	40	60
2,20	43	65
2,40	50	75
2,60		
2,80		
3,00		
3,20		
3,40		
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P2

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 12/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



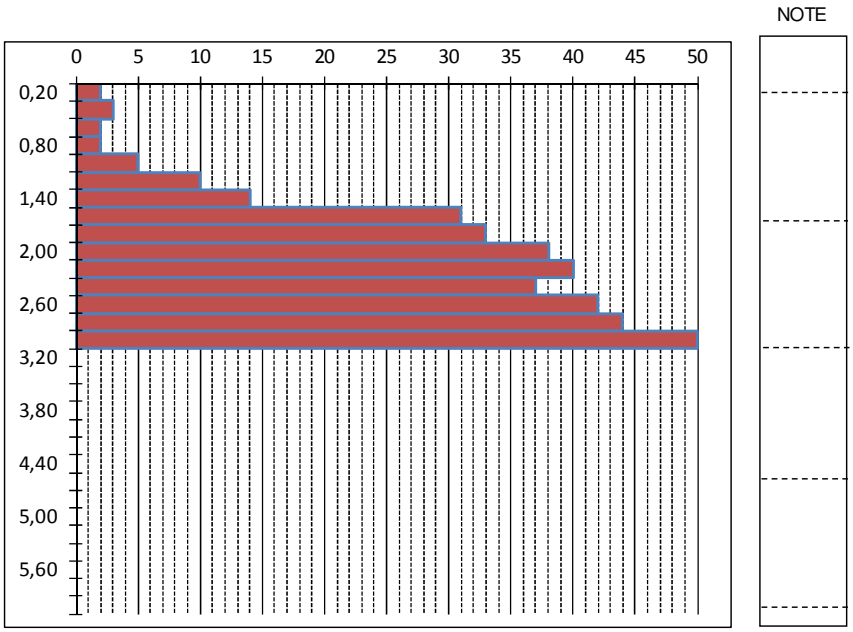
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	2	3
0,40	3	5
0,60	2	3
0,80	2	3
1,00	5	8
1,20	10	15
1,40	14	21
1,60	31	47
1,80	33	50
2,00	38	57
2,20	40	60
2,40	37	56
2,60	42	63
2,80	44	66
3,00	50	75
3,20		
3,40		
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P3

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 12/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



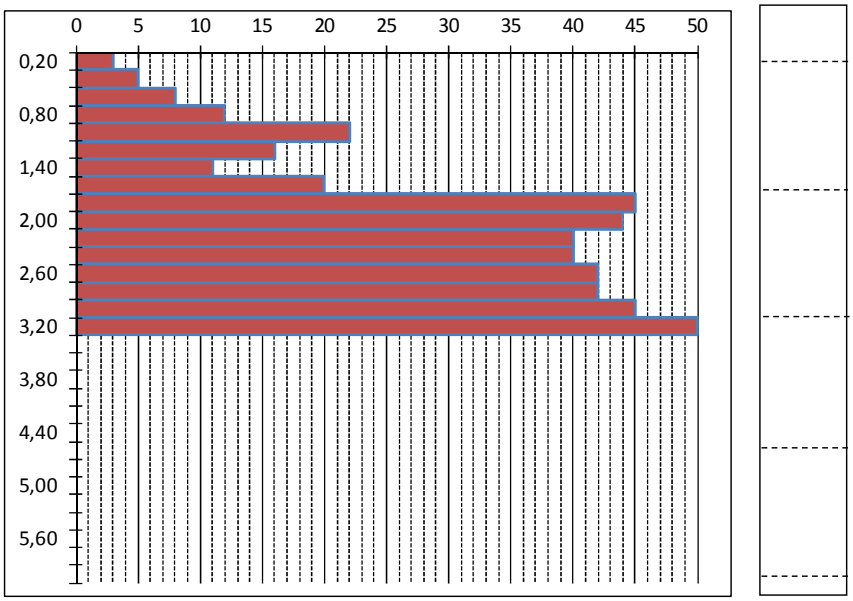
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	3	5
0,40	5	8
0,60	8	12
0,80	12	18
1,00	22	33
1,20	16	24
1,40	11	17
1,60	20	30
1,80	45	68
2,00	44	66
2,20	40	60
2,40	40	60
2,60	42	63
2,80	42	63
3,00	45	68
3,20	50	75
3,40		
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P4

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 12/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



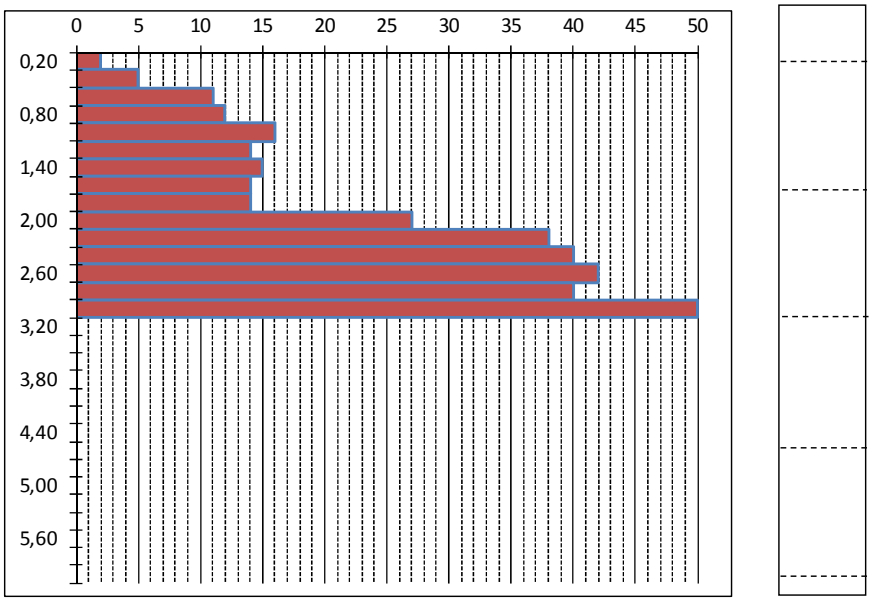
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	2	3
0,40	5	8
0,60	11	17
0,80	12	18
1,00	16	24
1,20	14	21
1,40	15	23
1,60	14	21
1,80	14	21
2,00	27	41
2,20	38	57
2,40	40	60
2,60	42	63
2,80	40	60
3,00	50	75
3,20		
3,40		
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P5

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 12/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



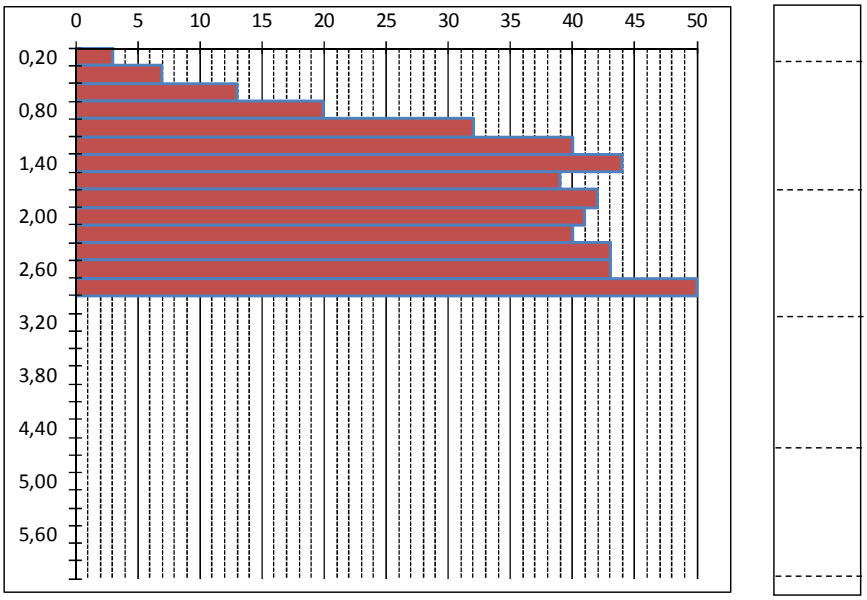
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	3	5
0,40	7	11
0,60	13	20
0,80	20	30
1,00	32	48
1,20	40	60
1,40	44	66
1,60	39	59
1,80	42	63
2,00	41	62
2,20	40	60
2,40	43	65
2,60	43	65
2,80	50	75
3,00		
3,20		
3,40		
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P6

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 12/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



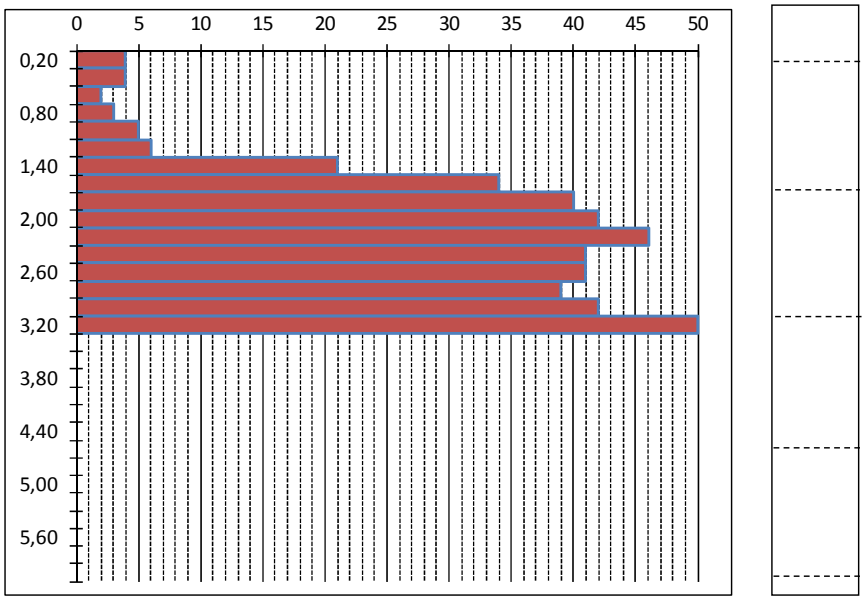
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	4	6
0,40	4	6
0,60	2	3
0,80	3	5
1,00	5	8
1,20	6	9
1,40	21	32
1,60	34	51
1,80	40	60
2,00	42	63
2,20	46	69
2,40	41	62
2,60	41	62
2,80	39	59
3,00	42	63
3,20	50	75
3,40		
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P7

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 12/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



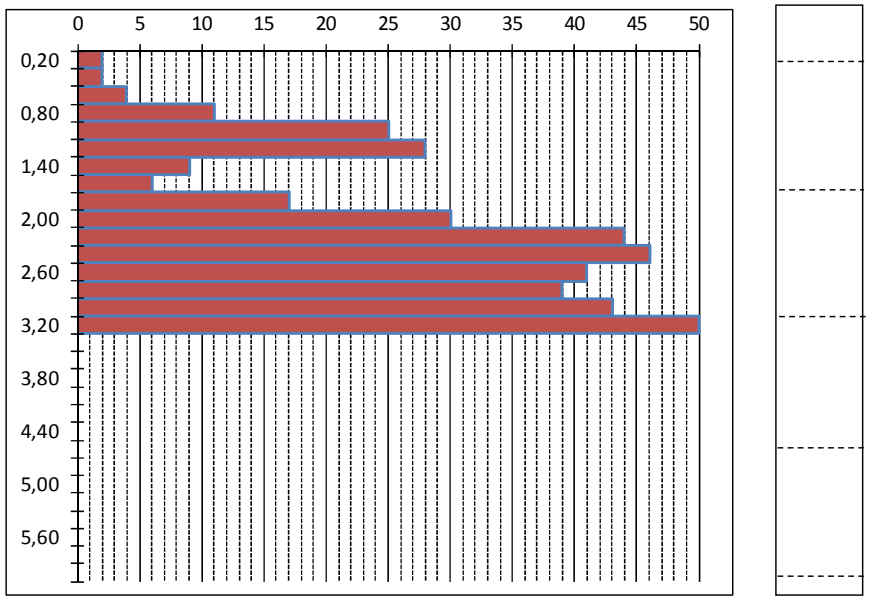
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	2	3
0,40	2	3
0,60	4	6
0,80	11	17
1,00	25	38
1,20	28	42
1,40	9	14
1,60	6	9
1,80	17	26
2,00	30	45
2,20	44	66
2,40	46	69
2,60	41	62
2,80	39	59
3,00	43	65
3,20	50	75
3,40		
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P8

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 12/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



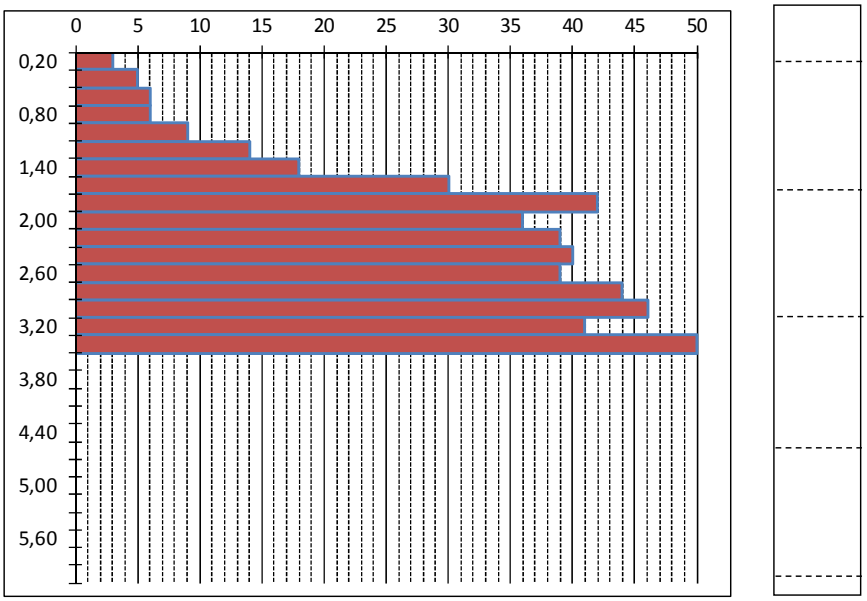
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	3	5
0,40	5	8
0,60	6	9
0,80	6	9
1,00	9	14
1,20	14	21
1,40	18	27
1,60	30	45
1,80	42	63
2,00	36	54
2,20	39	59
2,40	40	60
2,60	39	59
2,80	44	66
3,00	46	69
3,20	41	62
3,40	50	75
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P9

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 12/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



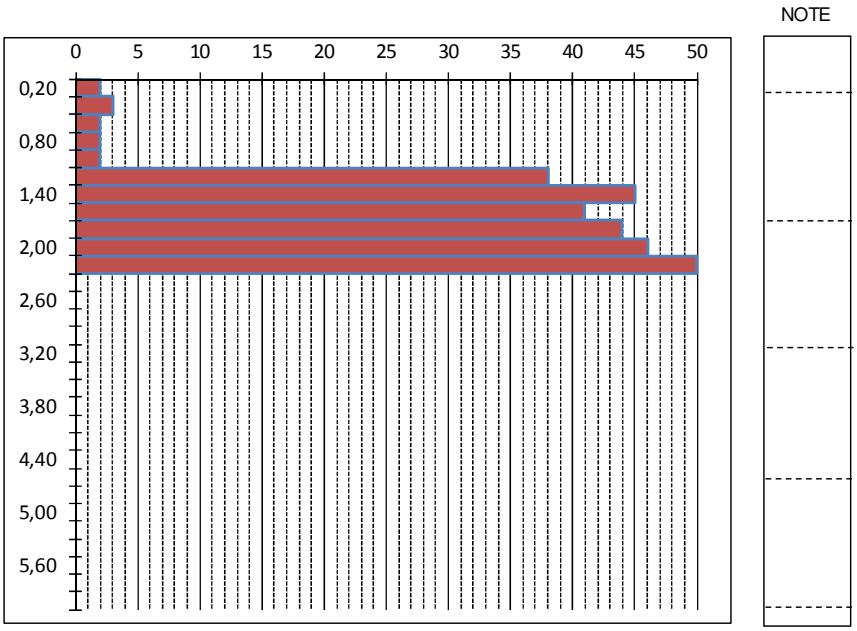
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	2	3
0,40	3	5
0,60	2	3
0,80	2	3
1,00	2	3
1,20	38	57
1,40	45	68
1,60	41	62
1,80	44	66
2,00	46	69
2,20	50	75
2,40		
2,60		
2,80		
3,00		
3,20		
3,40		
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P10

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

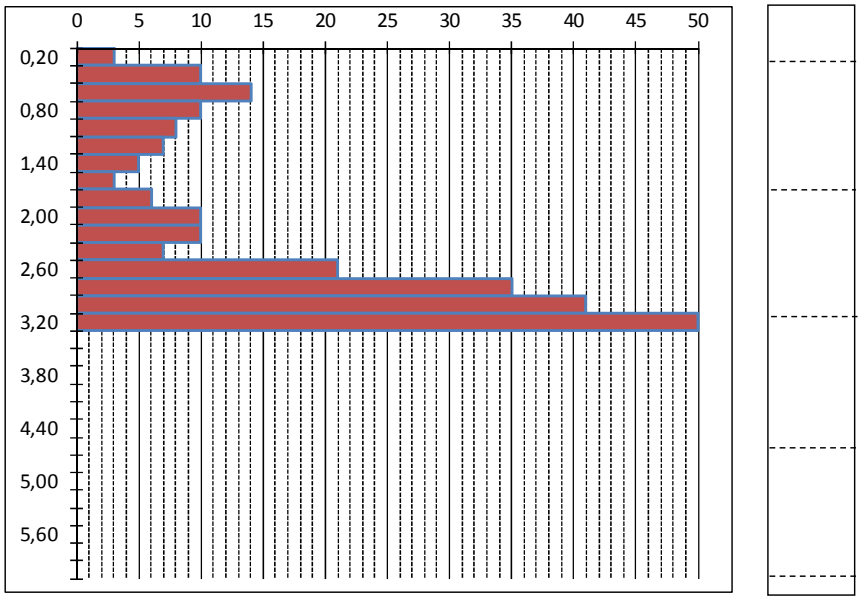
Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 13/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	3	5
0,40	10	15
0,60	14	21
0,80	10	15
1,00	8	12
1,20	7	11
1,40	5	8
1,60	3	5
1,80	6	9
2,00	10	15
2,20	10	15
2,40	7	11
2,60	21	32
2,80	35	53
3,00	41	62
3,20	50	75
3,40		
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P11
Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus
Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 13/12/2018
Quota falda da p.c.: non rilevata



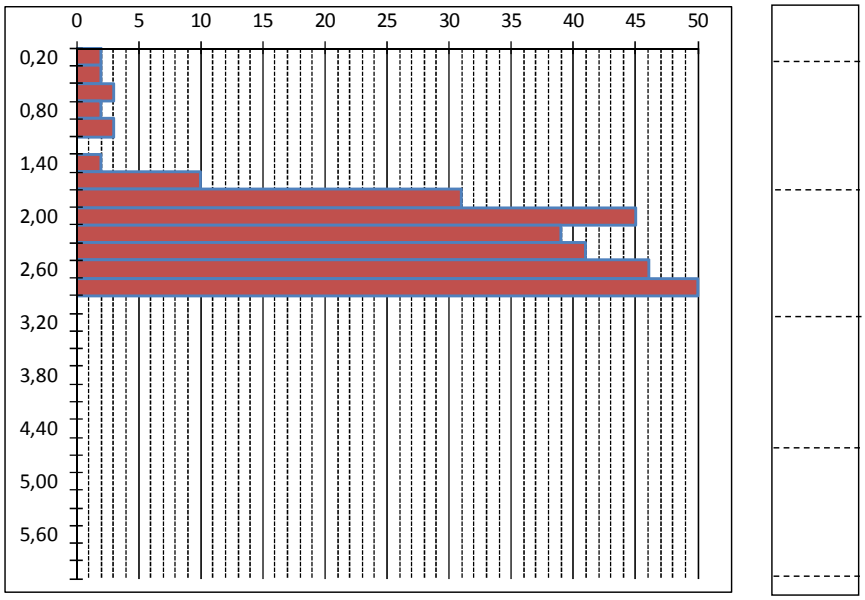
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	2	3
0,40	2	3
0,60	3	5
0,80	2	3
1,00	3	5
1,20	0	0
1,40	2	3
1,60	10	15
1,80	31	47
2,00	45	68
2,20	39	59
2,40	41	62
2,60	46	69
2,80	50	75
3,00		
3,20		
3,40		
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P12

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

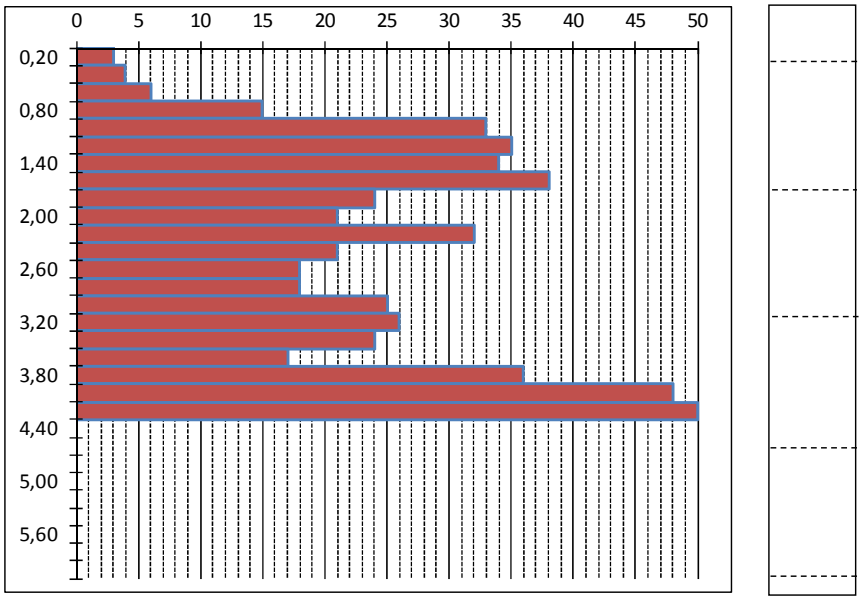
Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 13/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	3	5
0,40	4	6
0,60	6	9
0,80	15	23
1,00	33	50
1,20	35	53
1,40	34	51
1,60	38	57
1,80	24	36
2,00	21	32
2,20	32	48
2,40	21	32
2,60	18	27
2,80	18	27
3,00	25	38
3,20	26	39
3,40	24	36
3,60	17	26
3,80	36	54
4,00	48	72
4,20	50	75
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P13
Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus
Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 13/12/2018
Quota falda da p.c.: -3,00 metri



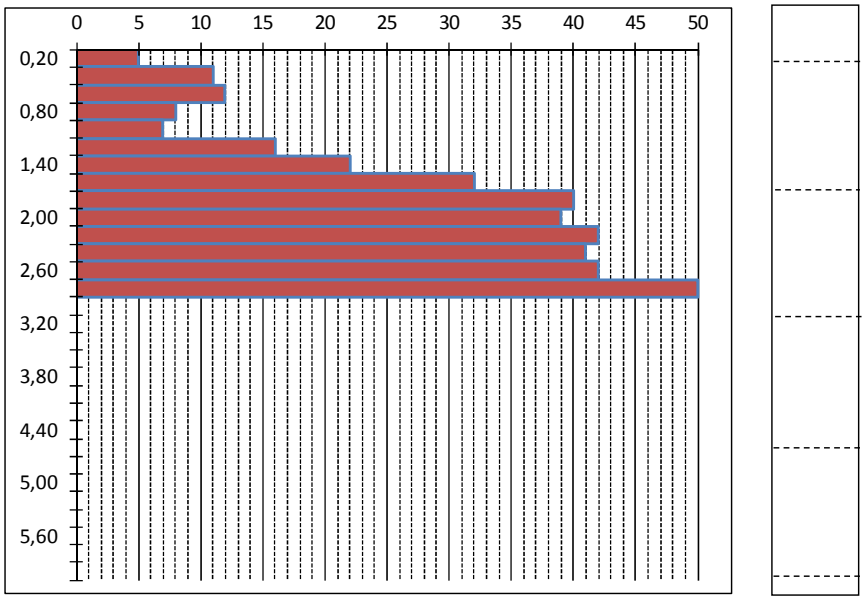
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	5	8
0,40	11	17
0,60	12	18
0,80	8	12
1,00	7	11
1,20	16	24
1,40	22	33
1,60	32	48
1,80	40	60
2,00	39	59
2,20	42	63
2,40	41	62
2,60	42	63
2,80	50	75
3,00		
3,20		
3,40		
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P14

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 13/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



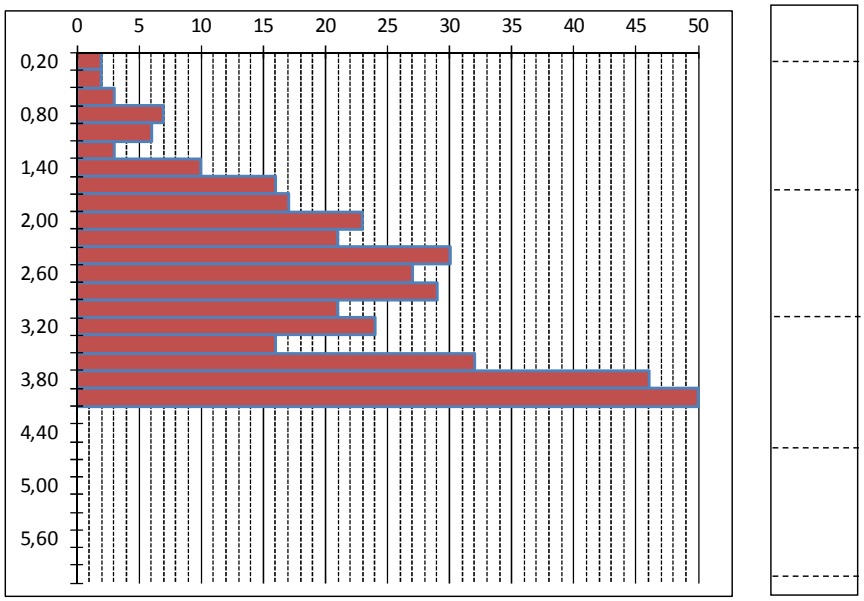
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	2	3
0,40	2	3
0,60	3	5
0,80	7	11
1,00	6	9
1,20	3	5
1,40	10	15
1,60	16	24
1,80	17	26
2,00	23	35
2,20	21	32
2,40	30	45
2,60	27	41
2,80	29	44
3,00	21	32
3,20	24	36
3,40	16	24
3,60	32	48
3,80	46	69
4,00	50	75
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P15

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 13/12/2018

Quota falda da p.c.: -3,00 metri



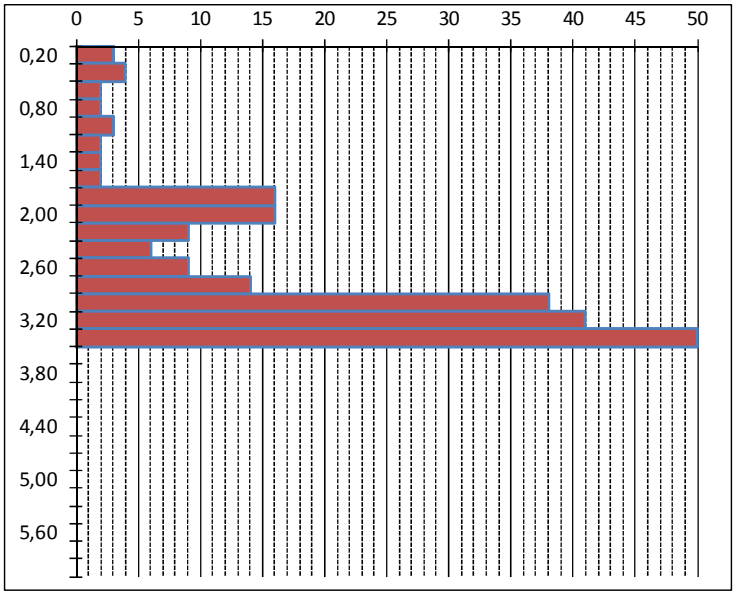
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	3	5
0,40	4	6
0,60	2	3
0,80	2	3
1,00	3	5
1,20	2	3
1,40	2	3
1,60	2	3
1,80	16	24
2,00	16	24
2,20	9	14
2,40	6	9
2,60	9	14
2,80	14	21
3,00	38	57
3,20	41	62
3,40	50	75
3,60		
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P16

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 13/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



NOTE

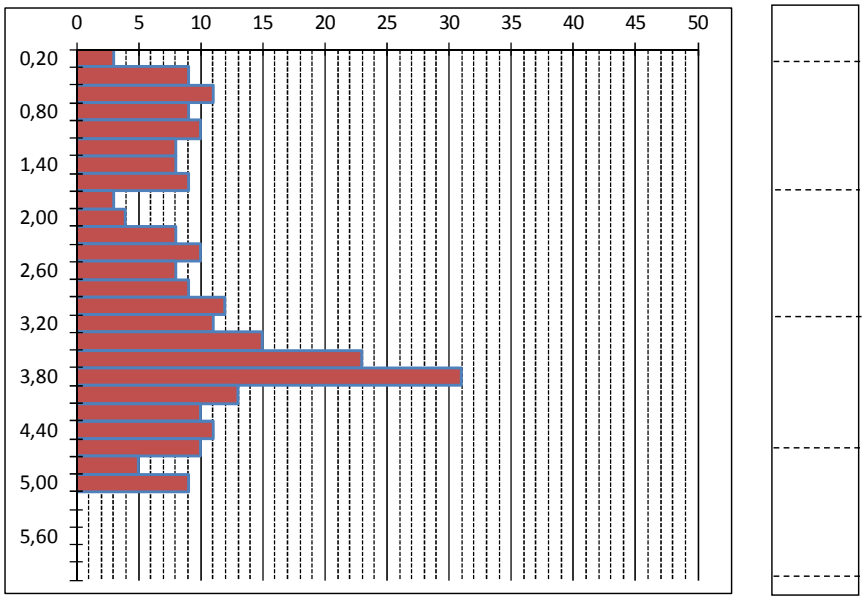
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	3	5
0,40	9	14
0,60	11	17
0,80	9	14
1,00	10	15
1,20	8	12
1,40	8	12
1,60	9	14
1,80	3	5
2,00	4	6
2,20	8	12
2,40	10	15
2,60	8	12
2,80	9	14
3,00	12	18
3,20	11	17
3,40	15	23
3,60	23	35
3,80	31	47
4,00	13	20
4,20	10	15
4,40	11	17
4,60	10	15
4,80	5	8
5,00	9	14
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P17

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 13/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



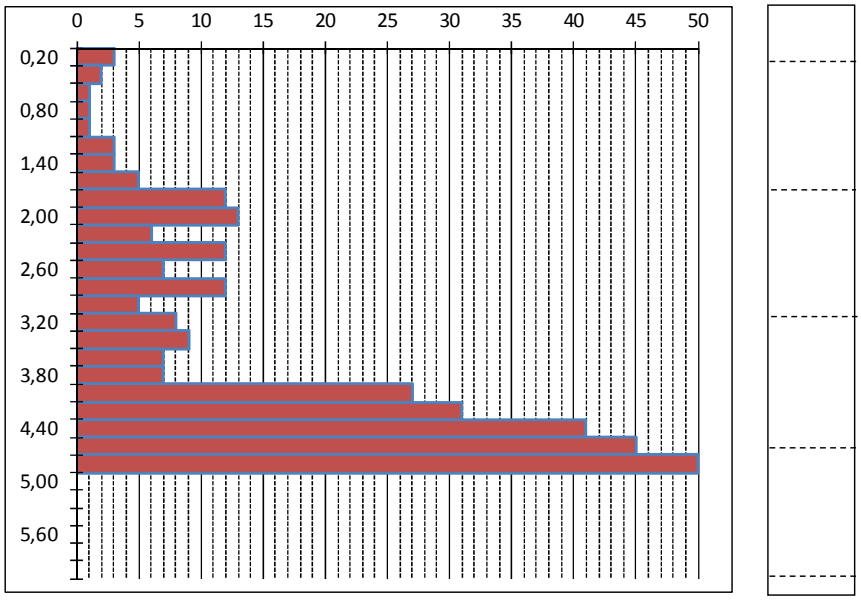
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	3	5
0,40	2	3
0,60	1	2
0,80	1	2
1,00	1	2
1,20	3	5
1,40	3	5
1,60	5	8
1,80	12	18
2,00	13	20
2,20	6	9
2,40	12	18
2,60	7	11
2,80	12	18
3,00	5	8
3,20	8	12
3,40	9	14
3,60	7	11
3,80	7	11
4,00	27	41
4,20	31	47
4,40	41	62
4,60	45	68
4,80	50	75
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P18

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 13/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



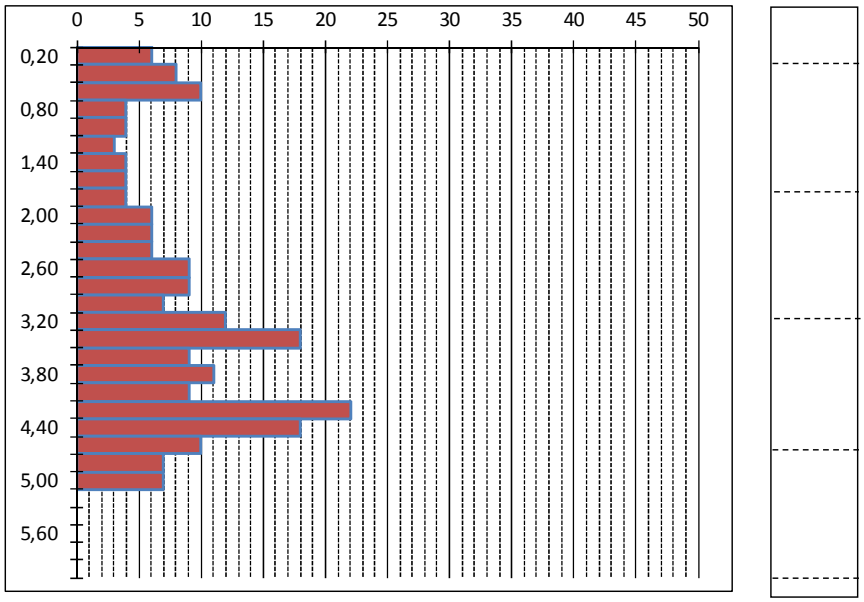
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	6	9
0,40	8	12
0,60	10	15
0,80	4	6
1,00	4	6
1,20	3	5
1,40	4	6
1,60	4	6
1,80	4	6
2,00	6	9
2,20	6	9
2,40	6	9
2,60	9	14
2,80	9	14
3,00	7	11
3,20	12	18
3,40	18	27
3,60	9	14
3,80	11	17
4,00	9	14
4,20	22	33
4,40	18	27
4,60	10	15
4,80	7	11
5,00	7	11
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P19

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 14/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



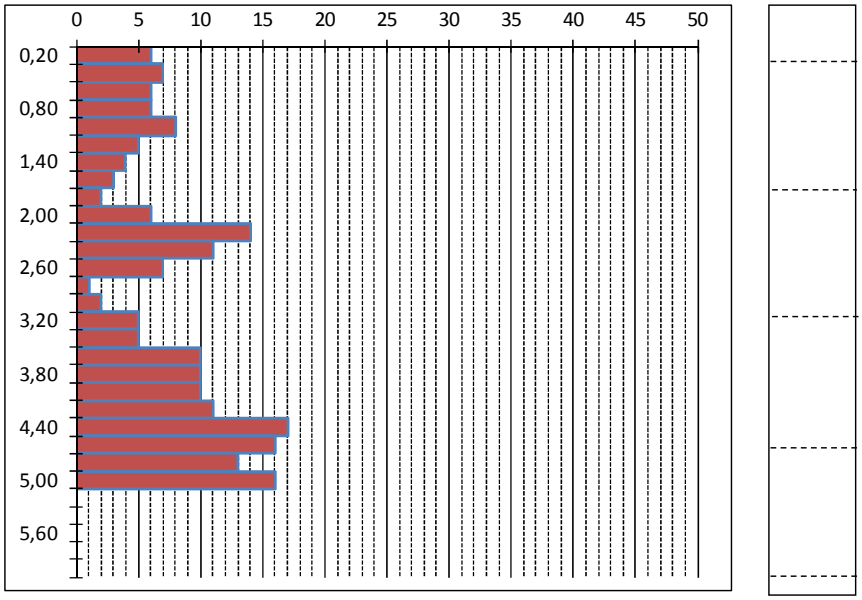
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	6	9
0,40	7	11
0,60	6	9
0,80	6	9
1,00	8	12
1,20	5	8
1,40	4	6
1,60	3	5
1,80	2	3
2,00	6	9
2,20	14	21
2,40	11	17
2,60	7	11
2,80	1	2
3,00	2	3
3,20	5	8
3,40	5	8
3,60	10	15
3,80	10	15
4,00	10	15
4,20	11	17
4,40	17	26
4,60	16	24
4,80	13	20
5,00	16	24
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P20

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 14/12/2018

Quota falda da p.c.: -3,20 metri



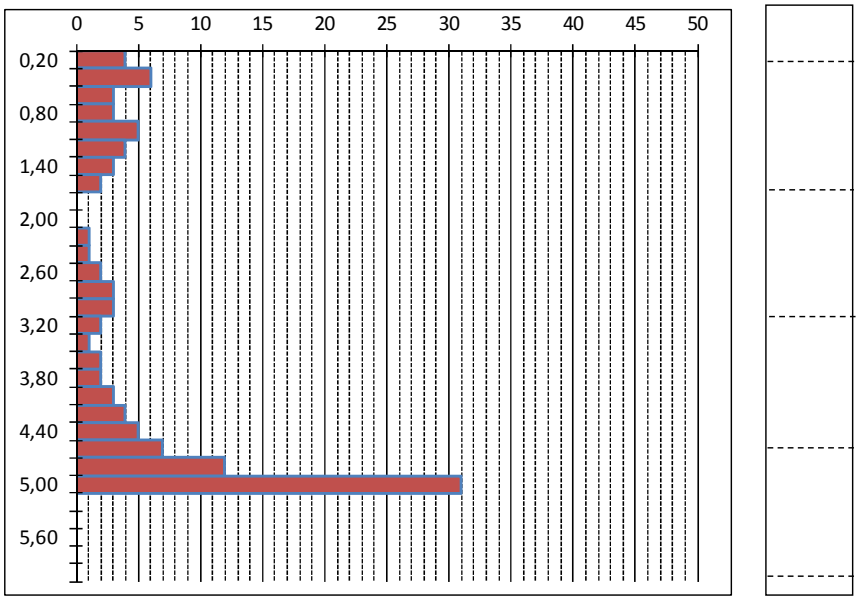
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	4	6
0,40	6	9
0,60	3	5
0,80	3	5
1,00	5	8
1,20	4	6
1,40	3	5
1,60	2	3
1,80	0	0
2,00	0	0
2,20	1	2
2,40	1	2
2,60	2	3
2,80	3	5
3,00	3	5
3,20	2	3
3,40	1	2
3,60	2	3
3,80	2	3
4,00	3	5
4,20	4	6
4,40	5	8
4,60	7	11
4,80	12	18
5,00	31	47
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P21

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 14/12/2018

Quota falda da p.c.: -3,00 metri



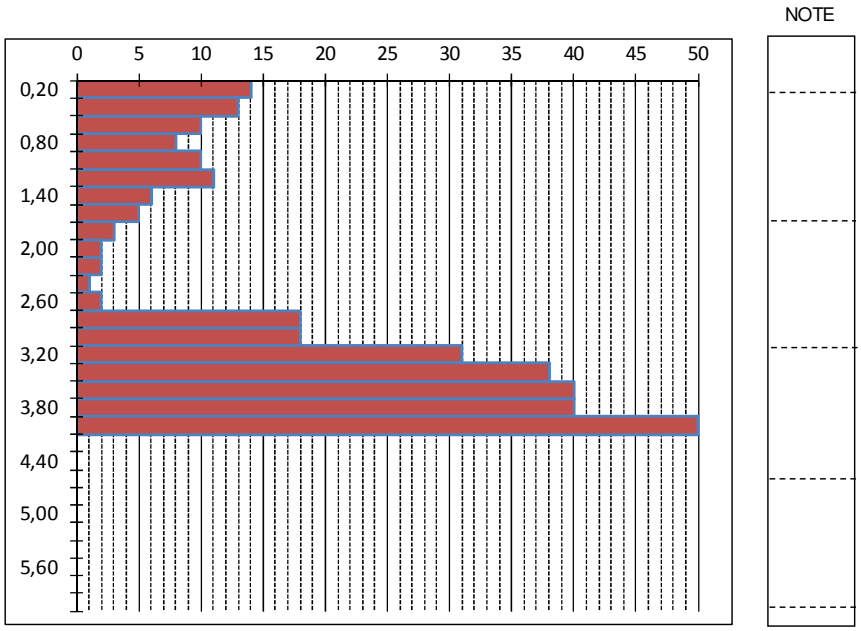
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	14	21
0,40	13	20
0,60	10	15
0,80	8	12
1,00	10	15
1,20	11	17
1,40	6	9
1,60	5	8
1,80	3	5
2,00	2	3
2,20	2	3
2,40	1	2
2,60	2	3
2,80	18	27
3,00	18	27
3,20	31	47
3,40	38	57
3,60	40	60
3,80	40	60
4,00	50	75
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P22

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 14/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



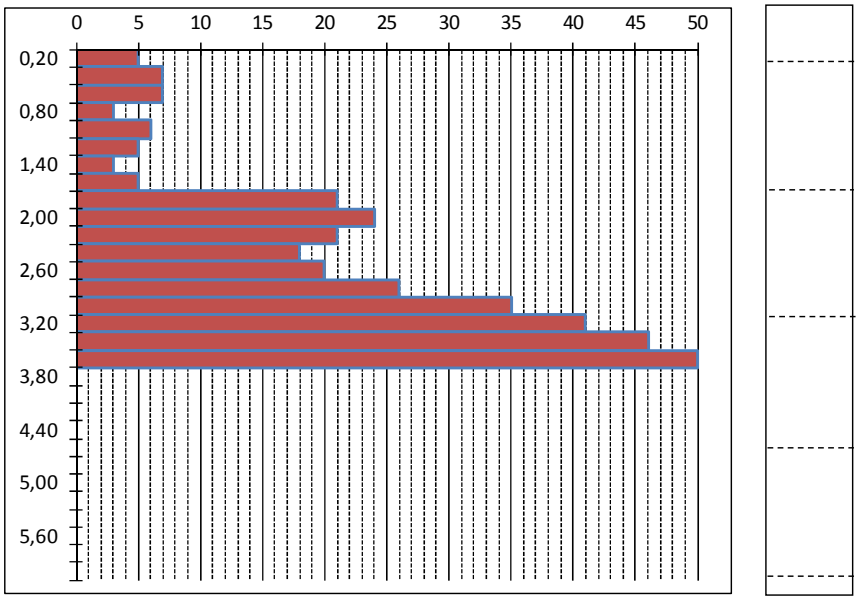
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	5	8
0,40	7	11
0,60	7	11
0,80	3	5
1,00	6	9
1,20	5	8
1,40	3	5
1,60	5	8
1,80	21	32
2,00	24	36
2,20	21	32
2,40	18	27
2,60	20	30
2,80	26	39
3,00	35	53
3,20	41	62
3,40	46	69
3,60	50	75
3,80		
4,00		
4,20		
4,40		
4,60		
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P23

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 14/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata



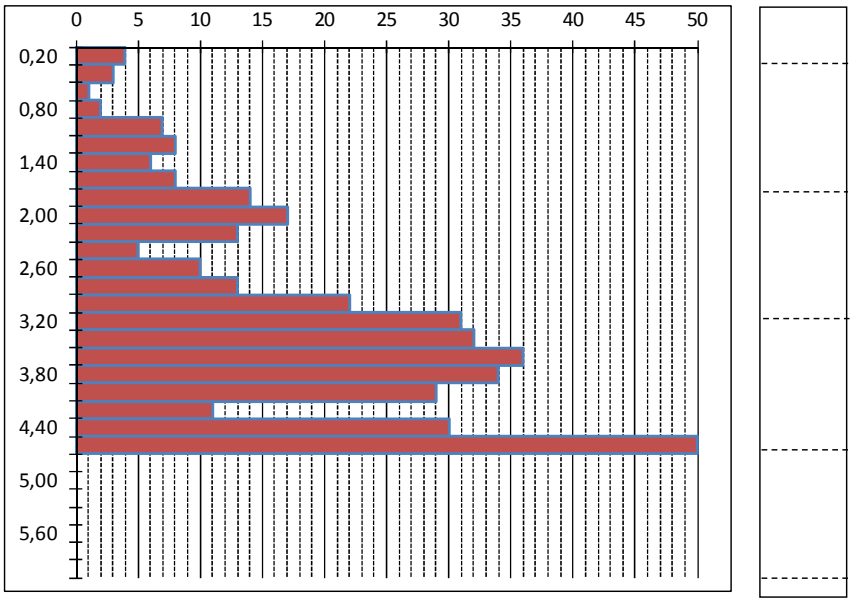
Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	4	6
0,40	3	5
0,60	1	2
0,80	2	3
1,00	7	11
1,20	8	12
1,40	6	9
1,60	8	12
1,80	14	21
2,00	17	26
2,20	13	20
2,40	5	8
2,60	10	15
2,80	13	20
3,00	22	33
3,20	31	47
3,40	32	48
3,60	36	54
3,80	34	51
4,00	29	44
4,20	11	17
4,40	30	45
4,60	50	75
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P24

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 14/12/2018

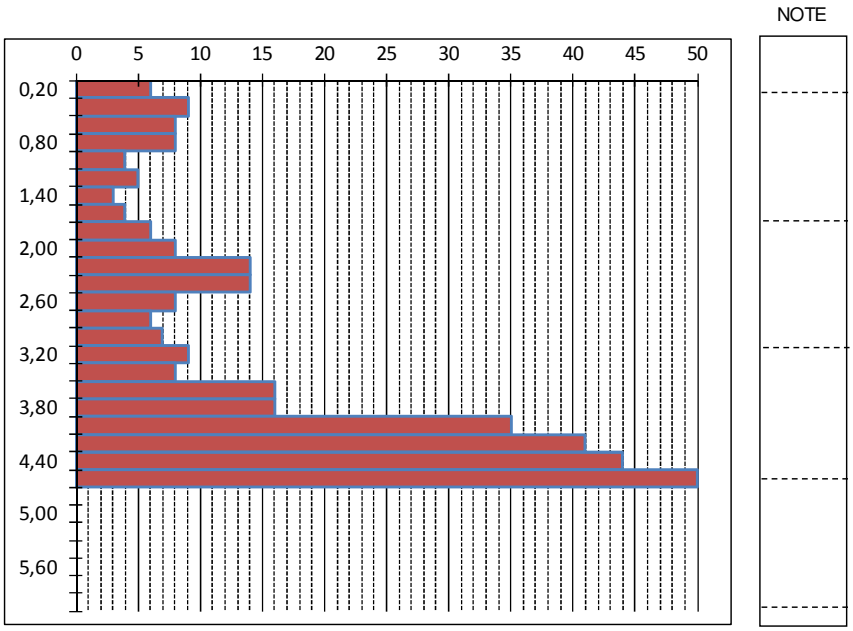
Quota falda da p.c.: non rilevata



Prof (m)	N° colpi della punta misurato	N° colpi SPT equivalenti
0,20	6	9
0,40	9	14
0,60	8	12
0,80	8	12
1,00	4	6
1,20	5	8
1,40	3	5
1,60	4	6
1,80	6	9
2,00	8	12
2,20	14	21
2,40	14	21
2,60	8	12
2,80	6	9
3,00	7	11
3,20	9	14
3,40	8	12
3,60	16	24
3,80	16	24
4,00	35	53
4,20	41	62
4,40	44	66
4,60	50	75
4,80		
5,00		
5,20		
5,40		
5,60		
5,80		
6,00		

Prova Penetrometrica dinamica DPSH PROVA P25

Ubicazione: Naturno-Plaus (BZ) **Cantiere:** condotta idrica Frigele Naturno-Plaus

Committente: Comune di Merano (BZ) **Data:** 14/12/2018

Quota falda da p.c.: non rilevata