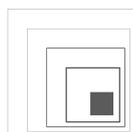


# Indice

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. BIBLIOGRAFIA UTILIZZATA ED INDAGINI ESEGUITE .....</b>	<b>3</b>
2.1 BIBLIOGRAFIA .....	3
2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
2.3 INDAGINI .....	5
<b>3. DESCRIZIONE DELL'AREA STUDIATA.....</b>	<b>7</b>
<b>4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>9</b>
<b>5. ZONE DI RISCHIO GEOLOGICO, ZONE DI TUTELA .....</b>	<b>9</b>
<b>6. STRUTTURA E COMPOSIZIONE DEL SOTTOSUOLO .....</b>	<b>10</b>
6.1 INDAGINI PREGRESSE ITALFERR .....	10
6.2 SONDAGGI .....	11
6.2.1 L01- nel settore della vecchia area militare .....	11
6.2.2 Sondaggio L02 .....	12
6.3 SCAVO GEOGNOSTICO .....	13
6.4 ANALISI GRANULOMETRICHE.....	17
6.5 ANALISI DI LABORATORIO .....	17
6.5.1 Resistenza alla frantumazione "Los Angeles" – EN 1097-2 .....	17
6.5.2 Resistenza al gelo e disgelo – EN 1367 -1 .....	18
6.6 INDAGINI SISMICHE .....	19
6.7 GEOELETTRICA .....	21
<b>7. CARATTERISTICHE DEL MATERIALE E PRESSUPOSTI GEOTECNICI PER LA SUA ESTRAZIONE .....</b>	<b>22</b>
<b>8. CARATTERIZZAZIONE DEL POTENZIALE MATERIALE ESTRATTIVO .....</b>	<b>23</b>
<b>9. CARATTERIZZAZIONE DEL POTENZIALE MATERIALE ESTRATTIVO – VECCHIO AREALE MILITARE.....</b>	<b>24</b>
<b>10. CONCLUSIONI .....</b>	<b>25</b>



## Indice delle figure

Fig. 1 Localizzazione dell'area di progetto; dalla carta sentieristica, Tabacco, Foglio 030 <sup>o</sup> Bressanone; scala 1:25.000 .....	2
Fig. 2 Rappresentazione delle indagini eseguite su ortofoto 2011.....	6
Fig. 3 Vista in direzione nord sull'area di progetto e sulla Strada Provinciale confinante. ....	7
Fig. 4 Ortofoto (riprese del 2011) della Provincia Autonoma di Bolzano – in giallo é evidenziata l'intera area studiata.....	8
Fig. 5 Indagini pregresse condotte nel 2012 dalla „Italferr SPA“.....	10
Fig. 6 Sondaggio L01 nel settore della vecchia area militare.....	11
Fig. 7 Sondaggio L02 sulla particella catastale 633/2.....	12
Fig. 8 Localizzazione di entrambi gli scavi geognostici su ortofoto della Provincia Autonoma di Bolzano (2011)14	
Fig. 9 Materiale estratto dallo scavo geognostico 1 utilizzato per la stima granulometrica .....	15
Fig. 10 Materiale estratto dallo scavo geognostico 2 utilizzato per la stima granulometrica .....	16
Fig. 11 Andamento dei profili sismici e i sondaggi utilizzati per l'interpretazione.....	19

## Indice delle tabelle

Tab. 1 Crono-tabella dell'indagini realizzate .....	5
Tab. 2 Quadro riassuntivo dei sondaggi eseguiti.....	11
Tab. 3 Stratigrafia del sondaggio L01.....	11
Tab. 4 Stratigrafia del sondaggio L02.....	12
Tab. 5 Stratigrafia dello scavo 1 .....	13
Tab. 6 Stratigrafia dello scavo 2.....	13
Tab. 7 Stima granulometrica di elementi con diametro superiore a 15 cm.....	15
Tab. 8 Stima granulometrica di elementi con diametro superiore a 15 cm.....	16
Tab. 9 Quadro riassuntivo dei risultati ottenuti dalla prova gelo/disgelo.....	18
Tab. 10 Classificazione geotecnica delle classi di terreno .....	22

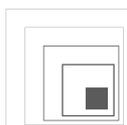
## ALLEGATI

**Allegato 1:** Stratigrafia dei sondaggi

**Allegato 2:** Scavi geognostici

**Allegato 3:** Analisi granulometriche e di laboratorio

**Allegato 4:** Indagini sismiche e geoelettriche



## 1. PREMESSA

Il nostro studio é stato incarico di dare una valutazione geologica del potenziale materiale estrattivo presente in un areale situato a est della zona industriale di Varna, nei pressi della zona Forch. Le indagini geologiche ha avuto lo scopo di fornire la valutazione qualitativa del materiale sciolto e la stima dei volumi estraibili. Nell'ambito dei lavori di perforazione del tunnel del Brennero si attendono grandi quantità di materiale da scavo. Tale materiale denota a tratti scarse proprietà geomeccaniche e di conseguenza non può essere utilizzato nell'edilizia, motivo per il quale dovrà essere depositato in una zona prestabilita. In seguito all'estrazione del materiale sopra citato, in tale zona si potrebbe depositare il materiale da scavo del tunnel del Brennero. La gestione del materiale sopra citato viene regolata dall'articolo 184 e 186 del D.Lgs 152/06 e successive modifiche del 25/01/2012.

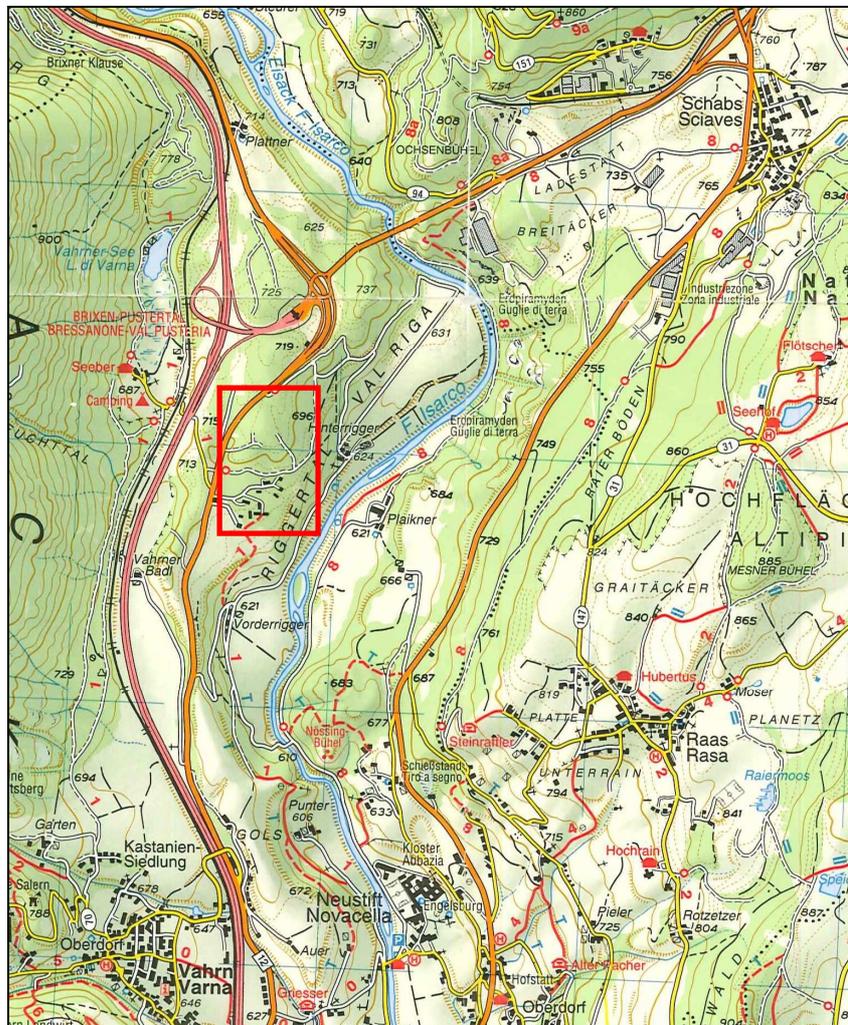
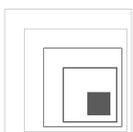


Fig. 1 Localizzazione dell'area di progetto; dalla carta sentieristica, Tabacco, Foglio 030" Bressanone; scala 1:25.000



## 2. BIBLIOGRAFIA UTILIZZATA ED INDAGINI ESEGUITE

### 2.1 BIBLIOGRAFIA

Per questo progetto sono stati in primo luogo raccolti ed analizzati i dati esistenti. La documentazione seguente é stata utilizzata con il consenso della committenza, delle autorità e dei tecnici responsabili.

#### 1. Indagini geofisiche (sismica e geoelettrica)

Ditta Pöryry- Salisburgo- Austria

#### 2. Indagini del sottosuolo:

2 Scavi geognostici: ditta. Beton Eisack

2 Sondaggi geognostici: Provincia Autonoma di Bolzano – Ufficio di Geologia e Prove materiali e ditta Georicerche

#### 3. Analisi granulometriche

Realizzate dal laboratorio dell'Ufficio di Geologia e Prove materiali

#### 4. Tesi di laurea: „Sedimentologie und quartäre Landschaftsgeschichte des Brixner Beckens“

Aufderklamm F. & Sordo C. (2010)

#### 5. ITALFER- Indagini geognostiche ( sondaggi, sismica, analisi granulometriche)

Di seguito viene elencata la bibliografia utilizzata:

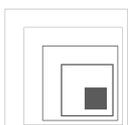
#### 6. Estratto della cartografia digitale della Provincia Autonoma di Bolzano

La documentazione digitale é richiamabile dal Browser della Provincia sotto Carta del pericolo , ortofoto, carte tecniche.

#### 7. Carta sentieristica, Tabacco, Foglio 030 „Bressanone“; scala 1:25.000

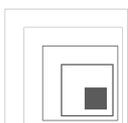
8. W. Richwies, K. Lesny (2007): **Bodenmechanisches Praktikum**, 12. Auflage, VGE Verlag GmbH 217 Seiten;

9. Vollenschaar, D. (2007): **Wendehorst- Bautechnische Zahlentafel**, 32. Auflage, Kap. 16.1027-1136;



## 2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

<b>D.M. 14.01.2008</b>	Nuove norme tecniche per la costruzione- (Technische Vorschriften für Bauwerke)
<b>C.S.LL.PP Cir. 617/2009 (14. März 2009)</b>	Linee guida per l'applicazione di "Norme tecniche per la costruzione "
<b>D.M. 11.03.1988</b>	Norme tecniche riguardanti indagini su terreni e rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
<b>Circ. Min. LL.PP. 24.09.1988 n. 30483</b>	Legge 2 febbraio 1974, n.64, Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica.
<b>DIN 4021</b>	Scavi e indagini e prelievo campioni, norma 10/1990
<b>DIN 18196</b>	Fondamenti per la classificazione delle terre interessate da opere di costruzione, norma 06/2006
<b>UNI CEN ISO/TS 17892-4 e UNI EN 933-1</b>	Determinazione della distribuzione granulometrica
<b>UNI EN 1097-2</b>	Analisi di laboratorio per la determinazione della resistenza a frantumazione su di un campione (LOS ANGELES)
<b>UNI EN 1367-1</b>	Determinazione della resistenza a cicli di gelo-disgelo



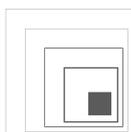
## 2.3 INDAGINI

Con lo scopo di ottenere dati precisi relativi al sottosuolo in questione e di conseguenza rendere possibile una corretta progettazione dei lavori previsti, sono state condotte le seguenti analisi:

- Rilievi geologici e geomorfologici
- Sondaggi geognostici (2)
- Scavi geognostici (2)
- Analisi di laboratorio (analisi granulometriche, Los Angeles, gelo/disgelo)
- Rilievo dei picchetti, come punti fissi della sismica
- Indagini sismiche

Intervallo di tempo	Indagini eseguite
<b>settembre 2011- marzo 2012</b>	Rilievi geomorfologici/geologici
<b>19-25 settembre 2012</b>	Sondaggi geognostici (Ufficio di Geologia e Prove materiali – profondità 10 m dal p.c. – L02)
<b>09.-18 gennaio 2013</b>	Sondaggio geognostico (Ditta Georicerche – profondità 30 m dal p.c. – L02)
<b>18 febbraio 2013</b>	Scavo geognostico realizzato dalla Ditta Beton Eisack
<b>04-09 febbraio 2013</b>	Indagini sismiche (di campagna)
<b>08 marzo 2013</b>	Analisi di laboratorio, Ufficio di Geologia e Prove materiali (Los Angeles, analisi granulometriche)
<b>04 marzo 2013</b>	Rilievo dei picchetti come punti fissi della sismica
<b>13. marzo 2013</b>	Relazione parziale sulla sismica
<b>18-19 marzo 2013</b>	Geoelettrica relazione parziale 2 aprile
<b>08 aprile 2013</b>	Analisi di laboratorio, ufficio di Geologia e Prove materiali (gelo/disgelo)

Tab. 1 Crono-tabella dell'indagini realizzate



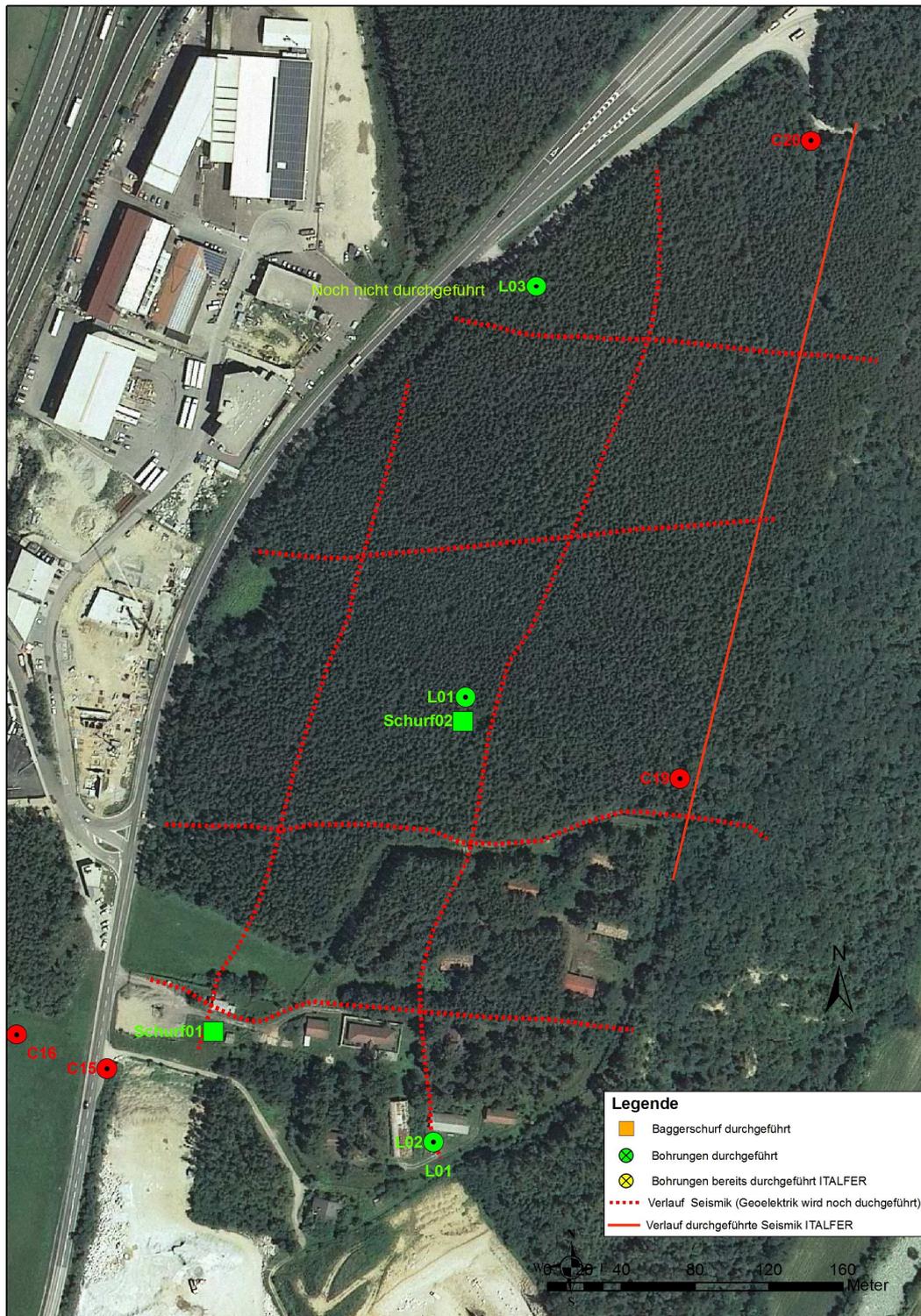
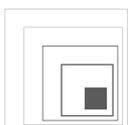


Fig. 2 Rappresentazione delle indagini eseguite su ortofoto 2011.



### 3. DESCRIZIONE DELL'AREA STUDIATA

L'area studiata, conosciuta anche come zona „Forch“ si colloca all'interno del Comune di Varna, a nord dell'uscita autostradale di Bressanone, in destra orografica della Strada Provinciale Fortezza – Varna, a livello della nuova zona industriale.



Fig. 3 Vista in direzione nord sull'area di progetto e sulla Strada Provinciale confinante.

L'area in questione può essere suddivisa in due settori; in una prima fase è stata indagata l'area militare, appartenente alla Provincia Autonoma di Bolzano, mentre nella seconda il rilievo geologico è stato esteso anche alla zona nord, appartenente a diversi proprietari. In figura 3 è osservabile l'ingresso dell'area militare e l'annesso settore nord con vista in direzione nord.

**L'intera area si estende per 0,13 km<sup>2</sup> , di cui 0,023 km<sup>2</sup> costituenti la vecchia area militare.**



#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

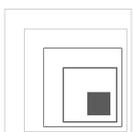
La variazione di resistenza meccanica dal granito di Bressanone alla fillade quarzifera di Bressanone si riscontra nel settore dell'accesso autostradale di Bressanone nord. In questo settore, durante l'ultima era glaciale, confluivano il ghiacciaio della Rienza e dell'Isarco. La fillade quarzifera, a causa delle proprie scarse proprietà meccaniche, è stata erosa fino a notevoli profondità al di sotto dell'attuale piano vallivo.

L'avanzamento del ghiacciaio, in passato, causò la formazione di un grande lago situato nell'attuale "Riggertal", all'interno del quale la Rienza e l'Isarco depositarono il sedimento trasportato. All'interno della "Riggertal" sono ancora osservabili affioramenti che mettono a nudo diverse strutture stratigrafiche (Topset, Foreset e Bottomsets). I materiali fini, sabbia e silt (Bottomset), situati alla base dell'area interessata dall'estrazione fanno parte di tale sistema deposizionale.

I sedimenti a granulometria grossolana nella parte superiore dell'area interessata dall'estrazione sono associati ad eventi deposizionali di notevole energia; essi sono costituiti da blocchi granitici ben arrotondati che raggiungono volumi fino a 5 m<sup>3</sup> collocate all'interno di una matrice costituita da sabbia, ghiaia e ciottoli ben arrotondati.

#### 5. ZONE DI RISCHIO GEOLOGICO, ZONE DI TUTELA

L'analisi dei dati degli Uffici provinciali a mezzo di GIS-Browsers (zonazione del pericolo idrogeologico, catasto frane IFFI, catasto dei pericoli naturali e piano dei pericoli naturali) dimostra l'assenza di superfici esposte a pericolo idrogeologico nell'area di progetto. Nell'area d'interesse non è riportata alcuna zona di tutela per l'acqua potabile.



## 6. STRUTTURA E COMPOSIZIONE DEL SOTTOSUOLO

Per la caratterizzazione del sottosuolo in relazione alla valutazione qualitativa del materiale estrattivo sono stati raccolti e analizzati tutti dati presenti, sono state inoltre condotte nuove indagini di campagna e di laboratorio.

### 6.1 INDAGINI PREGRESSE ITALFERR

Nel periodo compreso tra il 05.06.2012 e il 14.07.2012 la ditta "Landservice" di Bolzano, sotto la committenza della "Italferr SPA", ha realizzato 7 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo nelle vicinanze dell'area di interesse, spinti fino ad una profondità massima di 60 m dal p.c. accompagnati da prove di permeabilità di tipo Le Franc e analisi pressiometriche. I sondaggi C 15, C19 e C20 risultano essere i più importanti per il nostro studio, in quanto situati nelle immediate vicinanze della potenziale area estrattiva. Nei sondaggi sono state inoltre condotte analisi di permeabilità di tipo Le Franc.

Sono state inoltre condotte delle analisi granulometriche (ASTM D422/63 - Class. AGI 1977) da parte della "GEOstudi s.r.l." di Pomezia (Rm) in data 03/08/2012 su campioni rimaneggiati estratti dal sondaggio C20 a profondità di 5,0 – 15,50 – 18,0 – 21,0 – 27,0 – 30,0 – 32,4 – 36,0 – 38,0 – 39,0 – 43,0 – 43,5 – 45,0 – 48,0 – 51,0 – 53,5 m dal p.c.

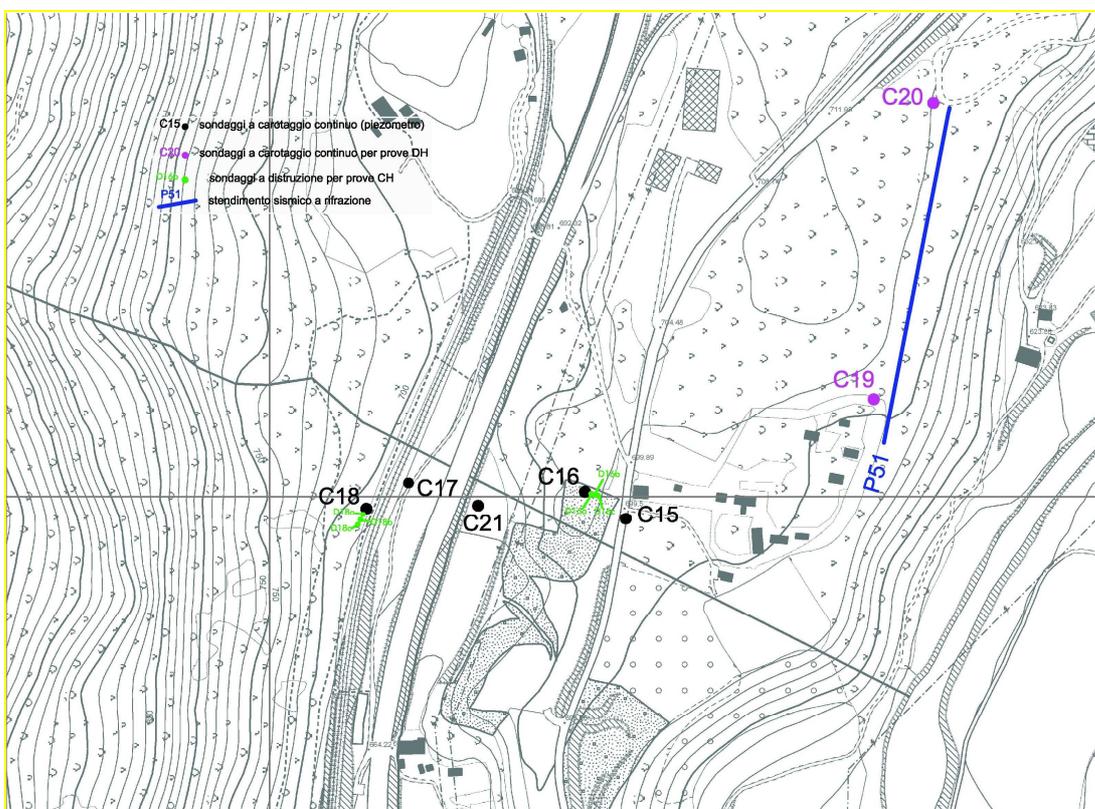
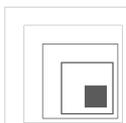


Fig. 5 Indagini pregresse condotte nel 2012 dalla „Italferr SPA“.



## 6.2 SONDAGGI

Nel corso delle nostre indagini sono stati effettuati 2 sondaggi (localizzazione in figura 3)

Sondaggio n°	Profondità [m] dal p.c.	Data	Ditta di perforazione
L02	10	<b>19-25. Settembre 2012</b>	Ufficio di Geologia e Prove materiali
L01	30	<b>09.-18. Gennaio 2013</b>	Georicerche

Tab. 2 Quadro riassuntivo dei sondaggi eseguiti

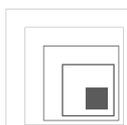
### 6.2.1 L01- nel settore della vecchia area militare

Profondità [m] (da- a)	Descrizione	Formazione geologica
0,00 – 1,2	Terreno vegetato	nessuna
1,2 - 19,5	Ghiaie sabbiose a granulometria variabile ( $\varnothing$ max 3 -6 cm) con presenza di trovanti e ciottoli da spigolosi a poco spigolosi	Eventi deposizionali alluvionali antichi
19,5 – 30,0	Sabbie siltose molto addensate	Sabbie alluvionali derivanti da modellamento glaciale

Tab. 3 Stratigrafia del sondaggio L01



Fig. 6 Sondaggio L01 nel settore della vecchia area militare.



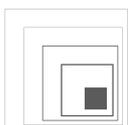
### 6.2.2 Sondaggio L02

Profondità [m] (da-a)	Descrizione	Formazione geologica
0,00 – 0,2	Terreno vegetato	Nessuna
0,2 – 2,4	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa con trovanti (blocchi)	Eventi deposizionali alluvionali antichi
2,4- 4,6	Sabbia fine-media, raramente ghiaie di origine granitica arrotondate	Sabbie alluvionali
4,6-10,0	Ghiaie e sabbie con ciottoli e trovanti (blocchi)	Antichi depositi alluvionali

Tab. 4 Stratigrafia del sondaggio L02



Fig. 7 Sondaggio L02 sulla particella catastale 633/2.



### 6.3 SCAVO GEOGNOSTICO

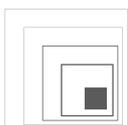
Il prelievo di campioni utilizzati per l'analisi di laboratorio tra cui prove Los Angeles, gelo/disgelo e analisi granulometriche, è stato realizzato in 2 distinti scavi geognostici. Tali indagini hanno permesso di osservare le caratteristiche dei depositi più superficiali. In allegato 2 è rappresentata la stratigrafia di entrambi gli scavi.

Profondità [m] (da-a)	Descrizione	Formazione geologica
0,00 – 0,3	Terreno vegetato	nessuna
0,3 – 1,5	ghiaia (2-6 cm) e blocchi (10-20 cm); sabbiosi, leggermente limosi;	Antichi depositi alluvionali
1,5- 6,0	Ghiaia con grossi blocchi (20-40-60 cm) in matrice sabbiosa con locali blocchi di sabbia fine-media, molto raramente sono presenti ghiaie di origine granitiche > 1m	Antichi depositi alluvionali

Tab. 5 Stratigrafia dello scavo 1

Profondità [m] (da-a)	Descrizione	Formazione geologica
0,00 – 0,5	Terreno vegetato	nessuna
0,5 – 2,0	Silt (sabbia fine) sabbioso con locali ciottoli	Antichi depositi alluvionali
2,0- 4,5	Sabbia a granulometria media omogenea con locali ciottoli	Antichi depositi alluvionali
4,5-6,0	Ghiaie e ciottoli con sabbia grossolana	Antichi depositi alluvionali

Tab. 6 Stratigrafia dello scavo 2



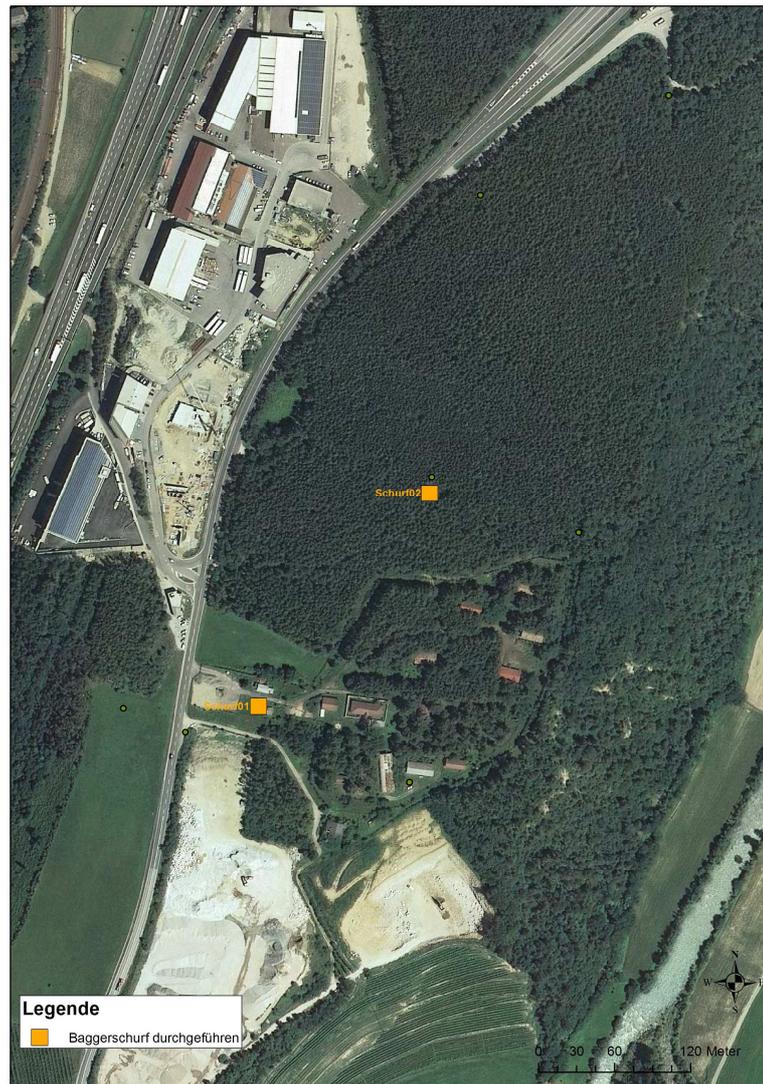


Fig. 8 Localizzazione di entrambi gli scavi geognostici su ortofoto della Provincia Autonoma di Bolzano (2011)

In entrambi gli scavi geognostici si é tentato di fare una stima della composizione granulometria su di un volume totale di estrazione di  $4\text{m}^3$ , in modo tale da definire la quantità di blocchi e ciottoli ed integrare l'analisi granulometrica di laboratorio.

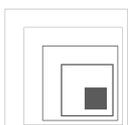




Fig. 9 Materiale estratto dallo scavo geognostico 1 utilizzato per la stima granulometrica

Granulometria	Quantità in % stimata di tutti i 4m <sup>3</sup>	Quantità in elementi
15 - 25 cm	20	30
25 - 40 cm	10	20
40 - 60 cm	7	12
60-100 cm	2	3

Tab. 7 Stima granulometrica di elementi con diametro superiore a 15 cm.

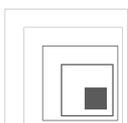
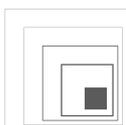




Fig. 10 Materiale estratto dallo scavo geognostico 2 utilizzato per la stima granulometrica

Granulometria	Quantità in % stimata di tutti i 4m <sup>3</sup>	Quantità in elementi
15 - 25 cm	25	35
25 - 40 cm	10	15
40 - 60 cm	5	10
60-100 cm	1	1

Tab. 8 Stima granulometrica di elementi con diametro superiore a 15 cm.



## 6.4 ANALISI GRANULOMETRICHE

Su 2 campioni prelevati sono state condotte analisi granulometriche per via secca e per via umida dal laboratorio della Provincia Autonoma di Bolzano – Ufficio di geologia e Prove materiali. Le analisi granulometriche sono presenti in allegato 3.

### Risultato

Il materiale può essere descritto come **ghiaia e sabbia, debolmente limosa**. Le curve granulometriche delle 2 prove sono molto simili, a conferma di ciò vi è il collocamento dei suddetti campioni all'interno della stessa classe granulometrica secondo UNI E ISO 14688-1.

## 6.5 ANALISI DI LABORATORIO

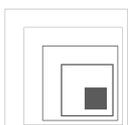
Sui 2 distinti campioni prelevati dai relativi scavi geogostici sono state realizzate diverse prove di laboratorio. Le prove di laboratorio sono state condotte dal laboratorio della Provincia Autonoma di Bolzano – Ufficio di Geologia e Prove materiali:

### 6.5.1 Resistenza alla frantumazione “Los Angeles” – EN 1097-2

La **prova Los-Angeles** è un metodo utilizzato per determinare la resistenza dei grani alla frantumazione (così viene indicata la sollecitazione d'urto). Con l'ausilio di questa prova si riesce a determinare il **coefficiente di Los-Angeles**; in un cilindro rotante viene fatto rotolare un campione di aggregato insieme alle sfere di acciaio. Completata la rotazione, viene determinata la quantità di materiale trattenuta da uno staccio con luce di maglia di 1,6 mm

### Risultati dell'analisi:

Entrambi i campioni hanno raggiunto un valore di  $U=37,8$  (scavo 1) e  $U=36,2$  (scavo 2)



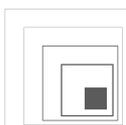
### 6.5.2 Resistenza al gelo e disgelo – EN 1367 -1

Le frazioni di prova degli aggregati a granulometria omogenea, immersi in acqua a pressione atmosferica, sono soggetti a 10 cicli di gelo-disgelo. Ciò comporta un raffreddamento fino a -17,5 °C sott'acqua e un successivo scongelamento in bagno d'acqua a circa 20 °C. Terminati i cicli di gelo-disgelo, gli aggregati vengono esaminati per riscontrare eventuali cambiamenti (formazione di cricche, perdita di massa e, se appropriato, cambiamento di resistenza alla frammentazione – Los Angeles). Il metodo di prova consiste nell'immersione a pressione atmosferica, conservazione in acqua per un completo assorbimento d'acqua ed esposizione all'azione del gelo sott'acqua.

#### Risultati dell'analisi:

Diametro minimo / massimo [mm]	Massima perdita di massa del campione in percentuale dopo 10 cicli gelo/disgelo [%]
Materiale 4/8	F=3,3
Materiale 8/16	F=4,0
Materiale 16/32	F=4,5
Materiale 32/63	F=4,3

**Tab. 9** Quadro riassuntivo dei risultati ottenuti dalla prova gelo/disgelo.



## 6.6 INDAGINI SISMICHE

Nel corso delle indagini nella zona Forch é stata condotta anche un'indagine sismica del sottosuolo. Sono stati indagati 2 profili longitudinali e 4 trasversali. La planimetria nella figura seguente mostra l'andamento dei singoli profili. Per l'interpretazione dei risultati i profili sismici sono stati messi a confronto con i sondaggi effettuati dalla ITALFER e con quelli realizzati per questo progetto. La figura seguente illustra l'andamento dei profile sismici e la localizzazione dei sondaggi eseguiti

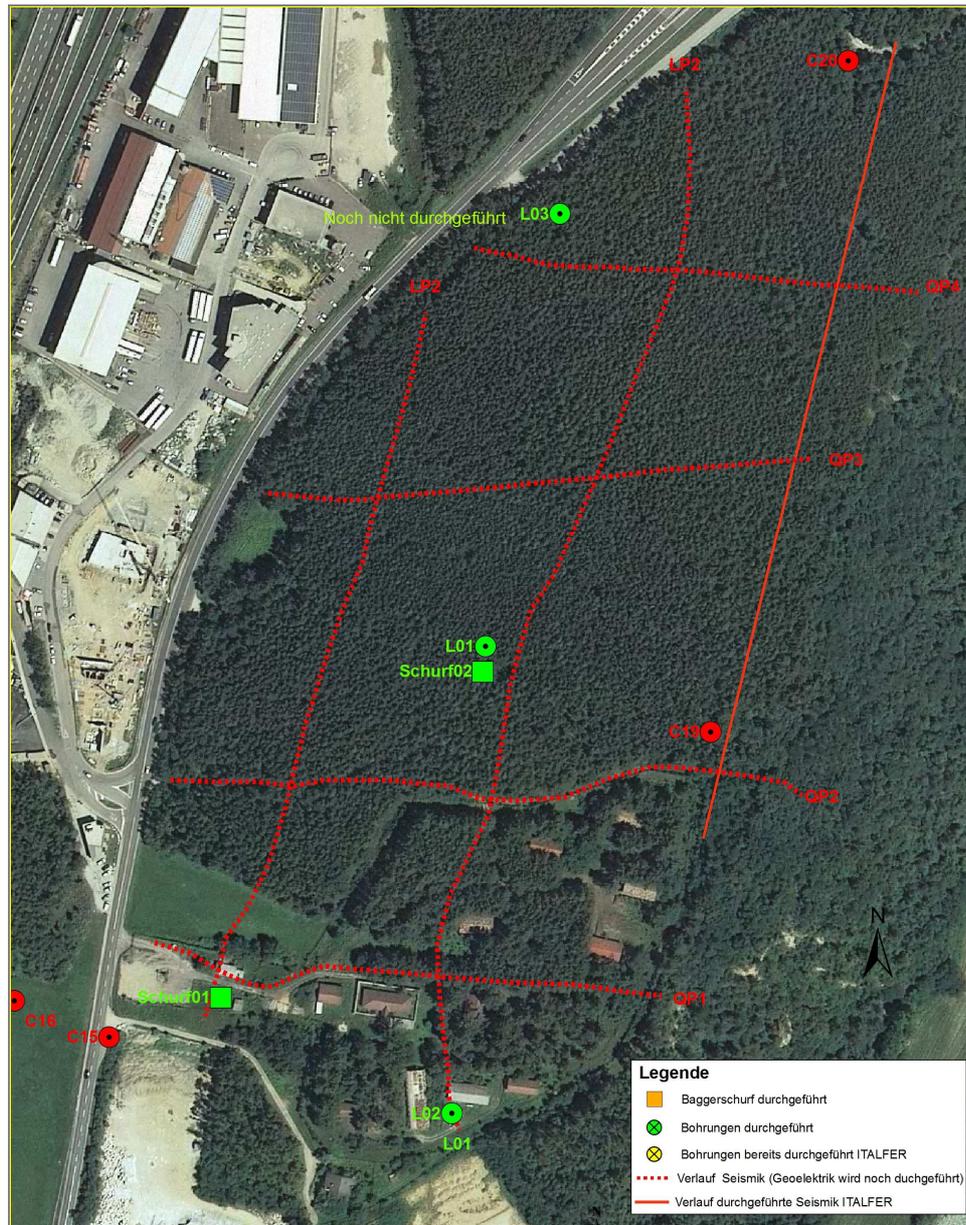
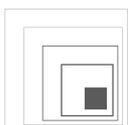


Fig. 11 Andamento dei profili sismici e i sondaggi utilizzati per l'interpretazione.



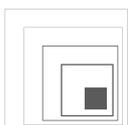
Le informazioni relative all'assetto stratigrafico dei depositi sedimentari nel sottosuolo sono state rappresentate nei profili longitudinali e trasversali. L'interpretazione di questi risultati emerge dalla combinazione della sismica a rifrazione e a riflessione. Il rifrattore, che rappresenta l'orizzonte di passaggio dalle ghiaie debolmente limose e sabbie con ciottoli a sabbie addensate, è stato individuato in merito alla diminuzione di velocità delle onde di taglio. La riflessione negativa dell'ampiezza.

La riflessione negativa dell'ampiezza, all'interno dei profili rappresentanti le indagini sismiche realizzate dalla ditta Pöyry, è colorata in blu. L'andamento della linea gialla rappresenta solo una proiezione tarata sui sondaggi eseguiti

#### Risultati:

Il passaggio alle ghiaie limose e sabbia con ciottoli, a seconda dell'andamento del piano campagna, è situato ad una profondità compresa tra 17-22 m dal p.c. In alcuni settori tale limite raggiunge anche i 30 m di profondità dal p.c. L'orizzonte di passaggio di entrambe le formazioni è ondulato e segue l'antica morfologia del terreno, modellata un tempo dall'azione dei ghiacciai. Nel modello tridimensionale rappresentante i profili sismici si osserva la presenza di uno strato superficiale, ben delimitato, che costituisce il suolo.

Dallo sviluppo tridimensionale dei profili sismici analizzati si può osservare uno strato superficiale, pedogenizzato, composto principalmente da terreno fine con qualche locale ciottolo e blocco con diametro variabile da 1 a 3-4 m. Il passaggio dallo strato superficiale a quello sottostante è definito dal riflettore z1 che determina una variazione di litologia a livello delle isolinee di velocità sismica di ca. 400 m/s; si denota un passaggio a granulometrie maggiori, attribuibili a depositi ghiaiosi a diverse percentuali di matrice sabbiosa. Al di sotto di questo deposito si può osservare la presenza di un altro riflettore, a ca. 800-900 m/s (z2), questa volta meno marcato, per il quale si ipotizza un passaggio a depositi simili ai precedenti ma con grado di addensamento maggiore e, localmente a granulometria maggiore. Tale riflettore, può essere definito come secondario. I depositi definiti da questi due riflettori presentano eterogeneità di potenza, con valori compresi fra ca. 13 e 32 metri per i depositi ghiaiosi di interesse. Il settore nord-ovest è considerato il più sviluppato con valori di spessore elevati, tra 27 e 32 metri, mentre quello orientale presenta valori marcatamente inferiori (13 m). Nel complesso si denota concordanza fra l'inclinazione dei limiti deposizionali e la morfologia superficiale con tendenza ad immergere di pochi metri verso est. La base del deposito ghiaioso è definito da un altro riflettore che li divide dai depositi sabbiosi inferiori. Tale riflettore si presenta talvolta ondulato, motivo per il quale si può pensare alla formazione di un limite erosivo formatosi alla base delle ghiaie, le quali a livello delle superfici concave presentano grado di addensamento maggior o più probabilmente dimensioni dei blocchi più grosse.



## 6.7 GEOELETRICA

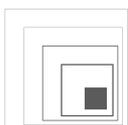
L'indagine geoelettrica é stata condotta in seguito alla valutazione delle onde sismiche di taglio, in un intervallo di tempo compreso tra il 18 e il 19 marzo. La realizzazione di questa indagine é stata possibile solo in alcune aree, in quanto per individuare il limite inferiore delle ghiaie é necessaria una distanza tra gli elettrodi AB/2 di 150 m (e di conseguenza una lunghezza di stendimento maggiore di 300 m); per tale motivo l'indagine é stata realizzata nelle posizioni descritte in Allegato 4.

I dati di misura sono in parte condizionati da intense irregolarità, in prevalenza da ricondursi ad un piano molto eterogeneo.

### Risultati:

A causa dell'intense irregolarità bisogna constatare che l'indagine geoelettrica non ha dato un grande contributo alla definizione dell'andamento del limite inferiore delle ghiaie. I risultati ottenuti confermano le geometrie degli strati di ghiaia in precedenza individuate.

La valutazione dettagliata é presente in Allegato 4.



## 7. CARATTERISTICHE DEL MATERIALE E PRESSUPOSTI GEOTECNICI PER LA SUA ESTRAZIONE

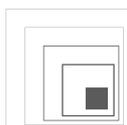
La descrizione delle proprietà caratteristiche del materiale sciolto costituente il sottosuolo è stata realizzata basandosi sulle analisi granulometriche, sulle prove di laboratorio, prove in sito (sondaggi, scavi geognostici) e sulle indagini geofisiche (sismica, geoelettrica).

In merito a le analisi sovra citate la struttura del sottosuolo può essere caratterizzata fino a profondità di – 60 m dal p.c.

	Profondità dal p.c.	Classificazione del suolo	Bodengruppe nach DIN 18196	$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	C' [t/m <sup>2</sup> ]	$\phi$ (°)
1.	1-3 /4	Terreno vegetato	nessuna			
2.	3/ 4 fino a 13/32	Ghiaia debolmente limosa e sabbia con locali blocchi di granito e trovanti ( $\varnothing_{\max}$ 1 m)	GU			
3.	13/32 fino a 45/50	Sabbie fini limose con locali inclusi ghiaiosi	GÜ, GT			

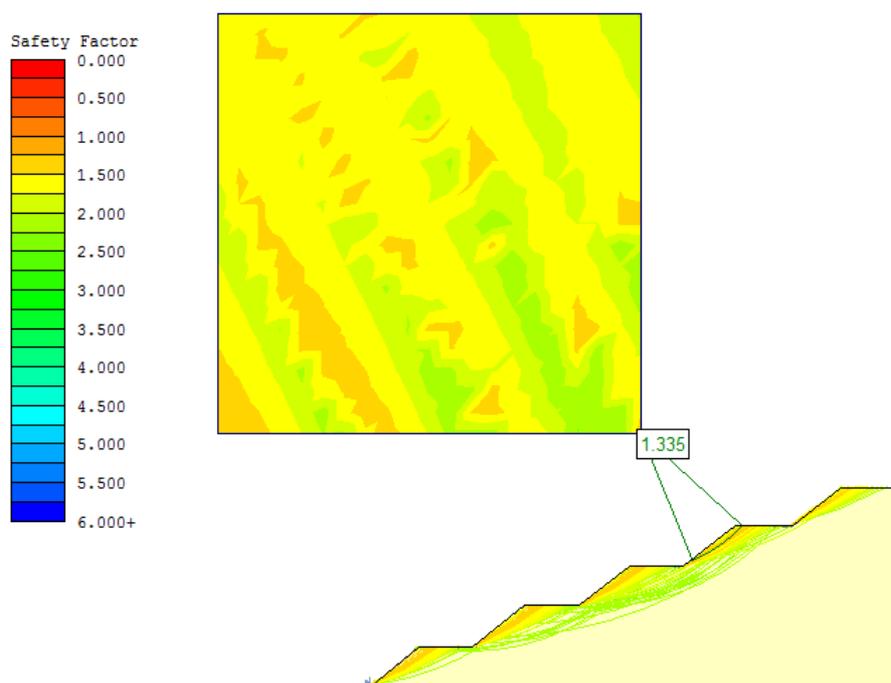
**Tab. 10** Classificazione geotecnica delle classi di terreno

L'andamento di tale transizione stratigrafica può essere considerate omogenea in relazione ai sondaggi eseguiti (sondaggi Landeservice con committenza ITALFER e sondaggi Georicerche con committenza Provincia Autonoma di Bolzano).



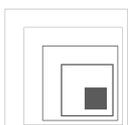
## 8. CARATTERIZZAZIONE DEL POTENZIALE MATERIALE ESTRATTIVO

Il confine dell'area interessata dalla cava è situato ad una quota che varia tra ca. 700 e 712 m s.l.m. sul lato nord – occidentale e tra 691 e 698 m s.l.m. sul lato sud – orientale. Il limite inferiore di estrazione proposto è situato alla profondità di 674 m s.l.m, in modo tale da inglobare l'intero orizzonte caratterizzato dalla presenza di ghiaia e blocchi; per effettuare un calcolo dell'effettivo volume di terra potenzialmente estraibile dalla cava bisogna tenere conto del terreno non asportabile costituente le pareti di scavo a gradoni, che verrà sottratto dal volume totale estraibile. Considerando uno scavo di profondità media pari a - 25 m, per preservare la stabilità delle pareti che delimitano l'area di estrazione dovrà essere realizzata una gradonatura costituita da 5 gradini di larghezza 7 m e inclinazione 40° (lunghezza totale della base 65,3 m). Quest'analisi è solo una stima preliminare degli angoli di scarpa da mantenere, non considera il sovraccarico di macchinari. Di seguito è illustrata l'analisi di stabilità condotta e, come si può osservare, la superficie di scivolamento con coefficiente di sicurezza minimo è pari a 1.335.



Nella tabella di seguito sono esposti i volumi estraibili dalla potenziale cava di ghiaia con superficie di ca. 0,13 km<sup>2</sup> :

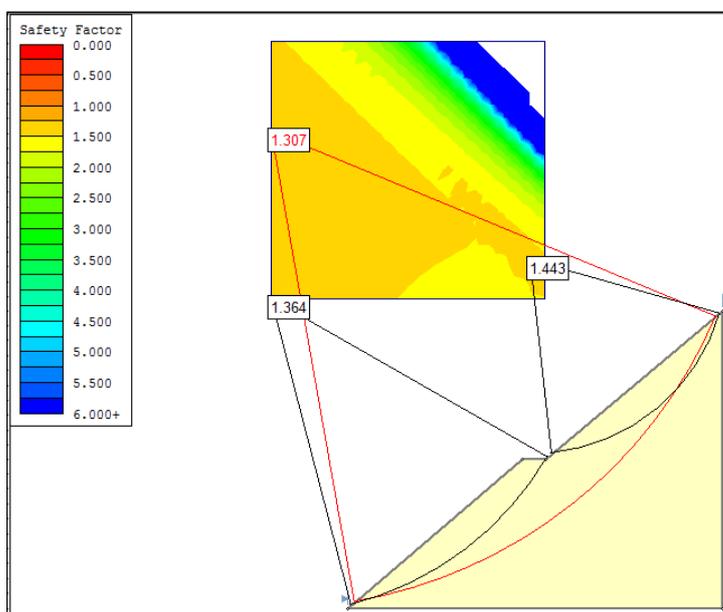
Volume totale estraibile	3.648.432 m <sup>3</sup>
Volume del terreno di scarpata	919.993 m <sup>3</sup>
Volume effettivamente estraibile	<b>2.728.439 m<sup>3</sup></b>



## 9. CARATTERIZZAZIONE DEL POTENZIALE MATERIALE ESTRATTIVO – VECCHIO AREALE MILITARE

Il piano campagna al margine esterno delle p.f. 622, .615/3, .615/2 e 799 oscilla tra un minimo di 691 m s.l.m. nella zona sud-est fino ad un massimo di 702 m s.l.m., nella zona direttamente adiacente alla sede della Strada Provinciale. Vista l'esigua larghezza della superficie interessata **dalla p.f. .622** (adiacente alla strada), l'estrazione del materiale sarà molto difficile (vedasi l'ortofoto con l'evidenziazione della particella interessata Allegato 1). Per questi terreni non potranno essere mantenuti gli angoli di scarpa e le gradonature richieste necessaria per la sicurezza dei versanti. Per questo motivo viene proposto di utilizzare questo settore come parcheggio, postazione per il setacciatore etc... I fronti di scavo potranno comunque essere di 70°-80°, ma dovranno essere attrezzati con opere di sostegno.

Il limite inferiore dello strato di ghiaia estraibile, è situato a ca. 20-25 m sotto il p.c. ed esattamente a 673 m.s.l.m. Il volume delle restanti particelle (.615/3 .615/2 e 799), può essere estratto utilizzando degli angoli di scarpa da 40°, dividendo il versante con una berma larga 1,5 m in due fronti di scavo di altezza pari a 10 m. Assumendo tale geometria la scarpata raggiunge la stabilità ottenendo un **coefficiente di sicurezza minimo di 1,3** (vedasi la figura seguente)



Superficie complessiva = 0,023 km<sup>2</sup>

Volume complessivo = 497.678 m<sup>3</sup>

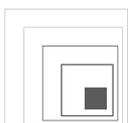
Superficie della particella .622 = 2.117 m<sup>2</sup>

Volume della particella .622 = 55.569 m<sup>3</sup>

Gesamtvolumen = 497.678 m<sup>3</sup>

Volume della gradonatura = 126.960 m<sup>3</sup>

**Volume estraibile effettivo = 370.718 m<sup>3</sup>**



## 10. CONCLUSIONI

Per la valutazione del potenziale materiale estrattivo nella zona Forch sono state realizzate diverse indagini in sito e di laboratorio.

Il sottosuolo può essere suddiviso in 3 distinti orizzonti.

A livello superficiale il terreno vegetato si sviluppa in profondità per un massimo di 4 m (lo spessore può talvolta ridursi fino a 1 m di profondità).

Al di sotto del terreno vegetato sono presenti i depositi sedimentari costituiti da ghiaie e sabbie debolmente limose, che raggiungono profondità comprese tra 13 e 32 m al di sotto del p.c. Al di sotto di questi depositi sono presenti le sabbie addensate.

Il passaggio dalle ghiaie e sabbie con ciottoli debolmente limose alle sabbie addensate sottostanti è ondulato e segue l'antico profilo del piano campagna, modellato dall'azione fluvio-glaciale.

Al Capitolo 6 viene descritta la struttura del sottosuolo in relazione alle diverse prove in sito e di laboratorio, il Capitolo 7 descrive i parametri geotecnici.

Le prove di laboratorio, (Los Angeles e cicli gelo/disgelo), che hanno portato ai risultati presenti in questo studio sono state realizzate secondo le norme UNI EN ( Los Angeles : UNI EN 1097-2 und cicli gelo disgelo: UNI EN 1367-1). Per le analisi di laboratorio sui campioni è stato considerato l'intero spettro granulometrico, evitando lo scarto di talune classi e la frammentazione dei componenti.

31 Maggio 2013

Dr. geol. Ursula Sulzenbacher

