

Dr. Geol. Maria-Luise Gögl  
Dr. Geol. Giovanni Ronzani  
Via Lancia Straße 8/a  
39100 Bolzano / Bozen  
Tel + Fax 0471 238049  
e-mail: studio@geo3bz.191.it



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

**GEMEINDE SAND IN TAUFERS  
COMUNE DI CAMPO TURES**

**BAU DES  
WASSERSPEICHERS  
„TOBL“ in Sand in Taufers**

**REALIZZAZIONE DEL  
SERBATOIO  
„TOBL“ a Campo Tures**

**GEOTECHNISCHER BERICHT**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

**Auftraggeber:**

Gemeinde Sand in Taufers  
Rathausstr. 8

39032 Sand in Taufers

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

**GEMEINDE SAND IN TAUFERS  
COMUNE DI CAMPO TURES**

**BAU DES  
WASSERSPEICHERS  
„TOBL“ in Sand in Taufers**

**GEOTECHNISCHER BERICHT**

**INHALTSVERZEICHNIS**

**REALIZZAZIONE DEL  
SERBATOIO  
„TOBL“ a Campo Tures**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

**SOMMARIO**

1	VORWORT .....	2
1	PREMESSA.....	2
2	GEOGNOSTISCHE UNTERSUCHUNGEN .....	2
2	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	2
2.1	Dynamische Penetrometerversuche .....	2
2.1	Prove penetrometriche dinamiche.....	2
3	GEOTECHNISCHE DARSTELLUNG DES UNTERGRUNDES.....	4
3	SCHEMATIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO .....	4
4	GEOTECHNISCHE BEURTEILUNG.....	6
4	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	6
4.1	Tragfähigkeitsberechnungen .....	7
4.1	calcolo della capacità portante.....	7
4.2	Setzungen.....	8
4.2	cedimenti .....	8
4.3	Steifemodul (nach Winkler) .....	9
4.3	Modulo di Winkler .....	9
4.4	Kurzfristige Stabilität der Aushubböschungen .....	10
4.4	Stabilità a breve termine dei fronti di scavo .....	10

**ANLAGEN / ALLEGATI:**

- 1 – CHOROGRAPHIE / COROGRAFIA
- 2 – GEOLOGISCHE KARTE MIT LOKALISIERUNG DER UNTERSUCHUNGEN  
CARTA GEOLOGICA CON LOCALIZZAZIONE DELLE INDAGINI
- 3 – DETAILLAGEPLAN / PLANIMETRIA DI DETTAGLIO
- 4 – GEOGNOSTISCHE BAGGERSCHÜRFE / SCAVI GEOGNOSTICI
- 5 – DYNAMISCHE RAMMSONDIERUNGEN DPH / PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPH
- 6 – GEOLOGISCH-GEOTECHNISCHE PROFILSCHNITTE  
SEZIONI GEOLOGICHE GEOTECNICHE
- 7 – SCHNITT AUS DEM PROJEKT MIT BODENAUSTAUSCH  
SEZIONE DA PROGETTO CON BONIFICA
- 8 – TABELLEN DER SETZUNGSBERECHNUNGEN / TABULATI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI
- 9 – BILDDOKUMENTATION / DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

## **BAU DES WASSERSPEICHERS „TOBL“ in Sand in Taufers**

### **GEOTECHNISCHER BERICHT**

#### **1 VORWORT**

Im Untersuchungsgebiet, in der Lokalität „tobl“ (Gemeinde Sand in Taufers) ist der Bau des Wasserspeichers „Tobl“ geplant.

Das vorliegende Gutachten, wie mit dem Ingenieurbüro Sulzenbacher und der Gemeinde Sand in Taufers abgesprochen, vervollständigt in Folge der in situ-Versuche das vorläufige Gutachten vom 28/06/2007 im Hinblick auf die geotechnischen Angaben. Was die geologische und geomechanische Situation anbelangt, gelten die Angaben und Prüfergebnisse aus dem entsprechenden, oben genannten Vorgutachten.

Auf der Grundkarte im Maßstab 1:5.000 der Autonomen Provinz Bozen liegt das Untersuchungsgebiet im Blatt 08082 und auf der topografischen Karte im Maßstab 1:25.000 im Blatt 4B-IV-SW und 4B-IV-NW.

#### **2 GEOGNOSTISCHE UNTERSUCHUNGEN**

Um aussagekräftige Kennwerte über den Untergrund des Untersuchungsgebietes zu erhalten, wurden 2 Rammsondierungen vom Typ DPH (abgeteuft bis in eine Tiefe von 9,8 und 9,3 m unter derzeitiger GOK) und 2 geognostische Baggerschürfe (abgeteuft bis in eine Tiefe von 3,5 und 3,0 m unter derzeitiger GOK) durchgeführt. Die Lage der Untersuchungsbereiche sind in der Anlage 2 und in der Anlage 3 wiedergegeben.

##### **2.1 DYNAMISCHE PENETROMETERVERSUCHE**

Zur Durchführung der Rammsondierungen DPH wurde eine dynamische Rammsonde DeepDrill mit einem Fallgewicht von 50 Kg aus einer

## **REALIZZAZIONE DEL SERBATOIO „TOBL“ a Campo Tures**

### **RELAZIONE GEOTECNICA**

#### **1 PREMESSA**

Nell'area in esame, in località Tobl (Comune di Campo Tures), è prevista la realizzazione del serbatoio d'acqua "Tobl".

La presente relazione, come da accordi con lo Studio di Ingegneria Sulzenbacher e con il Comune di Campo Tures, a seguito dell'esecuzione delle previste indagini in sito, va ad integrare la precedente relazione di data 28/06/2007 per quanto riguarda la parte geotecnica. Per quanto riguarda la situazione geologica e geomeccanica con le relative verifiche deve essere considerato quanto esposto nella precedente relazione.

Nella Carta Tecnica Provinciale di scala 1:5.000 della Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige l'area si trova nel Foglio 08082 e nella carta topografica di scala 1:25.000 nel Foglio 4B-IV-SW e 4B-IV-NW.

#### **2 INDAGINI GEOGNOSTICHE**

A fine di ottenere dati significativi circa le caratteristiche del sottosuolo dell'area in esame sono state eseguite 2 prove penetrometriche dinamiche tipo DPH (spinte sino ad una profondità di 9,8 e 9,3 metri dal piano campagna attuale) e si sono fatti eseguire 2 scavi geognostici (spinti sino ad una profondità di 3,5 e 3,0 metri dal p.c. attuale). La localizzazione delle indagini è riportata in Allegato 2 e in Allegato 3.

##### **2.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**

Per l'esecuzione delle prove penetrometriche DPH si è utilizzato il penetrometro dinamico DeepDrill, con maglio da 50 Kg ed altezza di

Höhe von 50 cm verwendet, welche der Klasse DPH (schwere Rammsonde) nach der DIN 4094 (D) entspricht. Dieselbe Klasse ergibt sich dafür auch nach der ISSMFE-Klassifikation (I) und dem EUROCODE 7 (EU).

Der Versuch besteht darin eine genormte Spitze mittels einem Schlagsystem (Gewicht) über ein Gestänge in den Boden einzurammen.

Der Widerstand des Untergrundes wird im Feld mittels der Schlagzahl ermittelt, die notwendig ist, die Spitze 10 cm in den Boden einzurammen ( $N_{10}$ ). Die Messungen erfolgen durchgehend bis in die betreffende Untersuchungstiefe oder bis zum Versagen ( $N_{10} > 50$  Schläge).

#### 2.1.1 Interpretation der Daten

Die Interpretation der Ergebnisse, in Folge einer vorläufigen Korrelation der  $N_{10}$ -Werte mit  $N_{SPT}$ -Werten erlaubt, mittels empirischer Korrelationen nach verschiedenen Autoren eine Auswertung der Stratigraphie und der geotechnischen Parameter des Untergrundes.

##### Körnige Böden:

##### a) *Bezüglich der Charakteristiken der Dichte des Untergrundes*

Die relative Dichte der Schichten ( $D_R\%$ ) wird auf Basis der von Terzaghi und Peck (1948, 1967) vorgeschlagenen Theorie ermittelt.

##### b) *In Bezug auf die Parameter der Scherfestigkeit*

Der Scherwiderstand wird entsprechend der von Peck e Hanson (1953, 1974) vorgeschlagenen Gleichung angegeben.

##### c) *In Bezug auf die Parameter der Zusammendrückbarkeit*

Der Verformungsmodul im dränierten Zustand des untersuchten Untergrundes wird mittels der Korrelationen nach D'Apollonia (1970) und einer darauffolgenden Gleichung nach Schmertmann (für Feinsand  $B=4$  Mittelsand  $B=6$ ) ermittelt.

$$E(kg/cmq) = 2BN_{spt}$$

caduta di 50 centimetri, e corrispondente alla classe DPH (pesante) secondo le norme DIN 4094 (D). Alla medesima classe risulta anche secondo la classificazione ISSMFE (I) e l'EUROCODICE 7 (CE).

La prova consiste nell'infiggere nel terreno una punta normata collegata al sistema di battuta (maglio) attraverso una batteria di aste.

La resistenza del terreno viene misurata in campagna tramite il numero di colpi necessario ad infiggere la punta per 10 centimetri ( $N_{10}$ ). Le misure vengono effettuate in continuo sino alle profondità di interesse o sino a rifiuto ( $N_{10} > 50$  colpi).

#### 2.1.1 Interpretazione dei dati

L'interpretazione dei risultati, a seguito di preliminare correlazione dei valori di  $N_{10}$  con valori di  $N_{SPT}$ , permette di ottenere, attraverso correlazioni empiriche proposte da diversi Autori, una valutazione della stratigrafia e dei parametri geotecnici del sottosuolo.

##### Terreni granulari:

##### a) *Relativamente alle caratteristiche di addensamento dei terreni*

La densità relativa dei terreni ( $D_R\%$ ) viene valutata sulla base delle correlazioni proposte da Terzaghi e Peck (1948, 1967).

##### b) *Relativamente ai parametri di resistenza al taglio*

La resistenza al taglio viene valutata per mezzo delle relazioni proposte da Peck e Hanson (1953, 1974).

##### c) *Relativamente ai parametri di compressibilità*

Il modulo di deformazione drenato dei terreni in esame è stato valutato utilizzando le correlazioni proposte da D'Apollonia (1970) e la seguente correlazione proposta da Schmertmann (per sabbie fini  $B=4$ ; sabbie medie  $B=6$ )

$$E(kg/cmq) = 2BN_{spt}$$

### Kohäsive Böden:

a) *Im Bezug auf den Widerstand des Bodens*  
Die undrained Kohäsion wird mittels der Gleichungen nach Terzaghi und Peck (1948, 1967) bestimmt.

b) *Bezüglich des Indexes der Zusammendrückbarkeit*

Trotz der Ungenauigkeit einer Abschätzung des Elastizitätsmoduls für kohäsive Böden erfolgt dieselbe jedenfalls basierend auf der Gleichung nach Stroud und Butler für Tone mit einer geringen Plastizität:

$$E_d (kg / cmq) = 6N_{spt}$$

In Anlage 5 sind die Tabellen zur Interpretation der Daten aus den Penetrometerversuchen dargestellt.

## **3 GEOTECHNISCHE DARSTELLUNG DES UNTERGRUNDES**

Im Anschluss an die durchgeführten Untersuchungen ergab sich für das Untersuchungsgebiet eine heterogene und variable stratigraphische Abfolge.

- \* Im bergseitigen Bereich gibt es eine weitflächige Blockhalde, welche sowohl oberflächlich als auch im Schurf S1 bis in eine Tiefe von 3 m kartiert werden konnte. Die Blöcke erreichen Volumina bis zu etwa 1 m<sup>3</sup>. Sie sind in eine sandig-schluffige Matrix eingebettet. Diesen Ablagerungen können sicherheitshalber folgende geotechnische Parameter zugeteilt werden:

Densità naturale del terreno ( $\gamma_n$ ) Natürliche Dichte des Untergrundes ( $\gamma_n$ )	2,00 t/m <sup>3</sup>	20,0 KN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito ( $\phi$ ) / Reibungswinkel ( $\phi$ )	45°	45°
Coesione (Cu) / Kohäsion (Cu)	0 Kg/cm <sup>2</sup>	0 KPa
Modulo Elastico (E) / Elastizitätsmodul (E)	600 Kg/cm <sup>2</sup>	60 MPa

Was den talseitigen Bereich, ausgehend von der Zufahrtsstraße betrifft, treten alluviale Ablagerungen mit hauptsächlich schluffiger Zusammensetzung auf. Die stratigraphische Abfolge ist im Baggerschurf 2 und in den

### Terreni coesivi:

a) *Relativamente ai parametri di resistenza*  
La coesione non drenata viene valutata per mezzo delle relazioni proposte da Terzaghi e Peck (1948, 1967).

b) *Relativamente ai parametri di compressibilità*

Considerando l'incertezza della stima del modulo edometrico per terreni coesivi si fornisce in ogni caso una stima sulla base della seguente relazione proposta da Stroud e Butler per argille di bassa plasticità:

$$E_d (kg / cmq) = 6N_{spt}$$

In Allegato 5 sono riportati i tabulati di interpretazione dei dati relativi alle prove penetrometriche eseguite.

## **3 SCHEMATIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO**

A seguito delle indagini eseguite è risultata una stratigrafia dell'area decisamente variabile ed eterogenea.

- \* Nella parte verso monte è presente un esteso accumulo di blocchi, rilevabile in superficie e rilevato anche nello scavo S1 per tutti i 3 metri investigati in profondità. I blocchi e massi presentano volumi sino a circa 1 metro cubo. Questi sono immersi in una matrice di natura sabbioso limosa. A questi depositi è possibile assegnare i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

Per quanto riguarda la zona verso valle, approssimativamente a partire dalla stradina di servizio, sono presenti depositi alluvionali costituiti in prevalenza da limi. La successione stratigrafica ivi presente è stata

Rammsondierungen P1 und P2 erhoben worden. Sie kann wie folgt zusammengefasst werden:

- \* Ausgehend von GOK, nach einer Schicht aus Aufschüttungsmaterial von nur wenigen Dezimetern und bis in eine Tiefe von etwa 3,0 (P2) und 3,4 (P1) m finden sich hauptsächlich sandige, lokal tonreiche und wenig plastische Schluffe mit Horizonten aus Feinsand und mit organischen Anteilen. Sie weisen einen geringen Verdichtungsgrad auf. Besagten Ablagerungen können folgende durchschnittliche geotechnische Parameter zugewiesen werden:

Densità naturale del terreno ( $\gamma_n$ ) Natürliche Dichte des Untergrundes ( $\gamma_n$ )	1,80 t/m <sup>3</sup>	18,0 KN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito ( $\phi$ ) / Reibungswinkel ( $\phi$ )	27°	27°
Coesione (Cu) / Kohäsion (Cu)	0 Kg/cm <sup>2</sup>	0 KPa
Modulo Elastico (E) / Elastizitätsmodul (E)	50 Kg/cm <sup>2</sup>	5 MPa

- \* Unterhalb der vorhergehenden Schicht und bis in eine Tiefe von etwa 10 m unter GOK, ausgenommen der in Folge beschriebenen Schicht, treten hauptsächlich sandige Schluffe mit einem mäßigen Verdichtungsgrad auf. Diesen Ablagerungen können folgende durchschnittliche geotechnische Parameter zugewiesen werden:

Densità naturale del terreno ( $\gamma_n$ ) Natürliche Dichte des Untergrundes ( $\gamma_n$ )	1,90 t/m <sup>3</sup>	19,0 KN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito ( $\phi$ ) / Reibungswinkel ( $\phi$ )	30°	30°
Coesione (Cu) / Kohäsion (Cu)	0 Kg/cm <sup>2</sup>	0 KPa
Modulo Elastico (E) / Elastizitätsmodul (E)	135 Kg/cm <sup>2</sup>	13,5 MPa

- \* Innerhalb des vorhergehenden Schichtpaketes, in einer Tiefe zwischen 6,7 und 8,2 m in S1 und zwischen 6,1 und 7,5 m in S2, gibt es einen hauptsächlich sandigen und gut verdichteten Boden mit Kiesen. Ablagerungen können folgende durchschnittliche geotechnische Parameter zugewiesen werden:

Densità naturale del terreno ( $\gamma_n$ ) Natürliche Dichte des Untergrundes ( $\gamma_n$ )	1,90 t/m <sup>3</sup>	19,0 KN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito ( $\phi'$ ) / Reibungswinkel ( $\phi'$ )	33°	33°
Coesione ( $c'$ ) / Kohäsion ( $c'$ )	0 Kg/cm <sup>2</sup>	0 KPa
Modulo Elastico (E) / Elastizitätsmodul (E)	300 Kg/cm <sup>2</sup>	30 MPa

rilevata nello scavo S2 e nelle prove penetrometriche P1 e P2. Questa può essere schematizzata come segue:

- \* A partire dal piano campagna, dopo uno strato di riporto di pochi decimetri, e sino alla profondità di circa 3,0 (P2) e 3,4 (P1) metri di profondità sono presenti in prevalenza limi sabbiosi, localmente argillosi e poco plastici, con livelli di sabbie fini e livelli con materiale organico. Il grado di addensamento di questo deposito è risultato basso. A questi depositi è possibile assegnare i seguenti parametri geotecnici medi:

- \* Al di sotto dello strato precedente e sino alla profondità investigata di circa 10 metri dal p.c., a parte il livello indicato a seguire, sono presenti in prevalenza limi sabbiosi con un grado di addensamento medio. A questi depositi è possibile assegnare i seguenti parametri geotecnici medi:

- \* Entro lo strato precedente, a profondità comprese tra 6,7 e 8,2 metri in S1 e tra 6,1 e 7,5 metri in S2, sono presenti terreni prevalentemente sabbiosi e con ghiaie, e ben addensati. A questi depositi è possibile assegnare i seguenti parametri geotecnici medi:



Von großer Bedeutung ist der Grundwasserspiegel, dessen Schwankungen vom Bachlauf in unmittelbarer Nähe, talseitig der Zufahrtsstraße verläuft. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen, am 3/07/2007, entspricht der Wasserstand jenem des Bachlaufes mit einer Tiefe von etwa 1,5 m unter GOK der Zufahrtsstraße.

Die oben genannte stratigraphische Abfolge ist in den geologisch-geotechnischen Profilschnitten in der Anlage 6 graphisch dargestellt.

#### **4 GEOTECHNISCHE BEURTEILUNG**

Im Untersuchungsgebiet ist der Bau eines Speicherbeckens geplant. Im Hinblick auf die geologischen und geomechanischen Eigenschaften wird auf den betreffenden Bericht vom 28/6/2007 verwiesen.

Was die geotechnischen Problemstellungen betrifft, muss auf die mangelnde Homogenität des Untergrundes hingewiesen werden, wie sie im vorhergehenden Kapitel beschrieben und in den Profilschnitten in der Anlage 6 gemeinsam mit dem betreffenden Speicherbecken dargestellt ist.

Daraus ergibt sich, dass der Speicher zum Gutteil auf einem grobblockigen Untergrund in einer sandig-schluffigen Matrix, charakterisiert von guten geotechnischen Eigenschaften erstellt werden soll.

Der talseitige Bereich liegt auf alluvialen Ablagerungen, welche hauptsächlich aus Schluffen bestehen. Bis in eine Tiefe von etwa 3,0 - 3,4 m sind diese von schlechten geotechnischen Eigenschaften gekennzeichnet, welche sich in der Tiefe deutlich verbessern.

Unter Berücksichtigung dessen und um große differenzierte Setzungen zwischen der Berg- und der Talseite des geplanten Gebäudes zu vermeiden, soll oberflächlich, im Bereich der schlechtesten Materialien in einer Mächtigkeit von ca. 3,0 - 3,4 m eine Bodenverbesserung durchgeführt werden.

Di particolare rilevanza è la falda acquifera il cui livello è regolato dal rio che scorre nelle immediate vicinanze, a valle della strada di servizio. Alla data delle indagini, 3/7/2007, il livello è risultato il medesimo del rio, a ca. 1,5 metri di profondità dal piano campagna della stradina di servizio.

La situazione stratigrafica sopra descritta è riportata graficamente nelle sezioni geologiche geotecniche in Allegato 6.

#### **4 VERIFICHE GEOTECNICHE**

Nell'area in esame è prevista la realizzazione di un serbatoio. Per le problematiche di carattere geologico e geomeccanico si rimanda a quanto riportato nella specifica relazione del 28/6/2007.

Per quanto riguarda le problematiche geotecniche è da segnalare la disomogeneità descritta nel capitolo precedente e graficamente rappresentata nelle sezioni in Allegato 6, unitamente alla posizione del serbatoio in oggetto.

Da queste risulta che per buona parte il serbatoio si troverà su di un substrato composto da grossi blocchi e massi in matrice sabbioso limosa e dotato di buone caratteristiche geotecniche.

La parte di valle si troverà su terreni alluvionali, composti prevalentemente da limi. Sino alla profondità di circa 3,0 - 3,4 metri le caratteristiche geotecniche di questi sono scarse, in approfondimento si ha un sensibile miglioramento.

In considerazione di ciò, al fine di evitare l'insorgenza di cedimenti differenziali elevati tra la parte posteriore e la parte anteriore della struttura in progetto, risulta opportuna la bonifica della porzione superficiale più scadente, di circa 3,0 - 3,4 metri di spessore. Questa dovrà essere eseguita con la messa

Dazu muss körniges Material (AASHO-Klassifikation vom TYP A-1-a oder A-1-b) eingebaut werden, welches mittels einer Vibrationswalze in Schichten verdichtet wird.

In Folge dieser Maßnahmen können für den vorliegenden Boden folgende geotechnische Parameter  $\phi=33^\circ$ ;  $E=30\text{MPa}$  als gültig angenommen werden. In den folgenden Nachweisen wurden die oben angegebene Bodenverbesserung und diese geotechnischen Eigenschaften berücksichtigt.

Es ist schließlich angemessen, eine homogene Basisschicht im Bereich der gesamten Gründungsfläche einzurichten, welche aus einem mit einer Vibrationswalze verdichteten Kiesbett besteht. Dadurch können eventuelle Hohlräume im Bereich großdimensionaler Blöcke ausgeglichen werden.

Weiters wird der Grundwasserspiegel berücksichtigt, welcher vom Niveau des naheliegenden Baches geregelt wird und in einer Tiefe von etwa 1,5 m unter GOK im Bereich der Zufahrtsstraße gemessen worden ist.

#### 4.1 TRAGFÄHIGKEITSBERECHNUNGEN

Die Grenztragfähigkeit des Untergrundes der Gründungen wird mittels der Berechnungsmethode von BRINCH-HANSEN bestimmt:

in opera di materiale di natura granulare (classificazione AASHO tipo A-1-a o A-1-b) addensato per strati tramite rullo vibrante al fine di assicurarne la compattazione.

A seguito di tale intervento per questi terreni è possibile considerare validi i seguenti parametri geotecnici:  $\phi=33^\circ$ ;  $E=30\text{MPa}$ . Nelle verifiche a seguire si è considerata la bonifica sopra indicata e tali caratteristiche geotecniche.

Risulta poi opportuno predisporre uno strato di base omogeneo per tutto il piano fondazionale costituito da un letto di terreno granulare magro, addensato con rullo vibrante. Ciò al fine di riempire gli eventuali vuoti possibili nella zona caratterizzata dalla presenza di grossi massi.

Da considerare inoltre la presenza della falda, regolata dal livello del vicino rio, rilevata ad una profondità di 1,5 metri dal piano campagna della stradina di servizio.

#### 4.1 CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE

La capacità portante limite del terreno di fondazione viene valutata utilizzando il seguente metodo di calcolo proposto da BRINCH-HANSEN:

$$q_{\text{lim}} = D N_q s_q d_q + 0,5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma + c N_c s_c d_c$$

essendo / wobei :	$\gamma$ =	densità del terreno / Dichte des Untergrundes
	$D$ =	incastro della fondazione / Einbindung der Gründungen
	$B$ =	dimensione minore della fondazione / minimale Größe der Gründungen
	$C$ =	coesione / Kohäsion
	$N_q$ ; $N_\gamma$ ; $N_c$ =	coefficienti di portanza / Tragfähigkeitskoeffizient
	$s_q$ ; $s_\gamma$ ; $s_c$ =	coefficienti di forma / Formkoeffizient
	$d_q$ ; $d_\gamma$ ; $d_c$ =	coefficienti di approfondimento / Tiefenkoeffizient

Daher erhält man unter Annahme eines Sicherheitskoeffizienten,  $F = 3$ :

Considerando un coefficiente di sicurezza,  $F$  uguale a 3, si ottiene:

$$q_{\text{amm}} = q_{\text{lim}} / 3$$

Die Ergebnisse aus der Berechnung für Plattengründungen sind in der folgenden

I risultati dei calcoli per a platea, sono



Tabelle wiedergegeben:

riportati nella Tabella a seguito:

stratigrafia di riferimento Referenzstratigraphie	L	B	D	$Q_{lim}$	$Q_{amm}$	$Q_{amm}$
	(m)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )
Bergseitiger Bereich (grobkörniger Schutt) zona di monte (detrito grossolano)	<b>20</b>	<b>20</b>	1,5	> 1000	> 300	<b>&gt; 3,0</b>
P1, talseitiger Bereich (Schluffe, mit Bodenverbesserung) P1, zona di valle (limi, con bonifica)	<b>20</b>	<b>5</b>	1,5	603	201	<b>2,0</b>

Der Grundwasserspiegel wurde in der problematischsten Situation, nämlich nahe GOK angenommen.

#### 4.2 SETZUNGEN

Die Abschätzung der Setzungen erfolgt, um zu prüfen, dass die aufgebrachten Lasten, sicher im Hinblick auf  $Q_{lim}$ , keine, für das Bauwerk unzulässigen Bewegungen verursachen.

Die Setzungsberechnungen erfolgen unter Berücksichtigung einer Auflast im Gründungsbereich von etwa **1,2 Kg/cm<sup>2</sup>** (unter Berücksichtigung von 7 m Wasser entsprechend 0,7 Kg/cm<sup>2</sup>, plus Gebäudestruktur und zeitweilige Zusatzlasten).

Für die Berechnung der Lastenverteilung bezieht man sich auf die Gleichungen nach Boussinesq. Die Setzung ergibt sich aus der Summe der Setzungen jeder „i“-ten Schicht, in welche die Abfolge ideell unterteilt wird:

Si è considerata la falda nella posizione più penalizzante, prossima al piano campagna.

#### 4.2 CEDIMENTI

La stima dei cedimenti viene effettuata al fine di verificare che le pressioni applicate, in sicurezza rispetto alla  $Q_{lim}$ , non determinino movimenti inammissibili per le strutture in elevazione.

I calcoli dei cedimenti sono stati effettuati valutando un carico gravante sul piano di fondazione pari a ca. **1,2 Kg/cm<sup>2</sup>** (considerando 7 metri di acqua pari a 0,7 Kg/cm<sup>2</sup>, più struttura e carichi accidentali).

Per il calcolo della distribuzione dei sovraccarichi si sono utilizzate le equazioni di Boussinesq. Il cedimento è dato dalla somma dei cedimenti di ciascuno strato i-esimo 'i' in cui vengono idealmente suddivisi gli strati:

$$S = \sum_{i=1}^n m_{Vi} \Delta \sigma_{Vi} H_i$$

essendo / wobei :  $S =$

entità del cedimento / Ausmaß der Setzung

$\Delta \sigma_{Vi} =$

incremento di tensione verticale indotto nello strato i-esimo 'i' /  
Anstieg der Vertikalspannung in der „i“-ten Schicht

$m_{Vi} = 1/E =$

coefficiente di compressibilità dello strato i-esimo 'i' /  
Zusammendrückbarkeitskoeffizient der „i“-ten Schicht

$H_i =$

spessore dello strato i-esimo 'i' / Mächtigkeit der „i“-ten Schicht

Es wurden Setzungen bis in eine Tiefe von 12 Meter von der derzeitigen GOK berücksichtigt, wo die folgende Gleichung erfüllt ist.

Si sono considerati cedimenti sino alla profondità di 12 metri dal piano campagna attuale ove si raggiunge la condizione esposta sotto.

$$\Delta \sigma_{Vi} < 0,2 p_V$$

essendo / wobei :  $\Delta \sigma_{vi}$  = incremento di tensione verticale indotto nello strato iesimo  $i$   
 Anstieg der Vertikalspannung in der  $i$ -ten Schicht  
 $p_v$  = tensione litostatica efficace alla medesima quota  
 wirksamer lithostatischer Druck auf derselben Kote

Die Ergebnisse aus den Setzungsberechnungen werden in der Anlage 8 wiedergegeben und sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

I risultati di calcolo dei cedimenti sono riportati in Allegato 8 ed esposti nella tabella a seguire.

stratigrafia di riferimento Referenzstratigraphie	tipologia fondazione Gründungsart	L	B	Piano di posa Gründungs- fläche	$Q_{applicata}$ $Q_{angewandte}$	Cedimento massimo größte Setzungen
		(m)	(m)	(m)	(kPa)	(cm)
Bergseitiger Bereich (grobkörniger Schutt) zona di monte (detrito grossolano)	Platea/Platte	<b>20</b>	<b>20</b>	- 1,5	<b>120</b>	<b>1,1</b>
P1, talseitiger Bereich (Schluffe, mit Bodenverbesserung) P1, zona di valle (limi, con bonifica)	Platea/Platte	<b>20</b>	<b>5</b>	- 1,5	<b>120</b>	<b>2,4</b>

Die vorhersehbaren Setzungen für das Untersuchungsgebiet liegen unterhalb der Grenzwerte nach Bowles (1991) und gelten demnach als zulässig.

I cedimenti prevedibili per il sito in esame risultano inferiori ai valori limite indicati da Bowles (1991) e di conseguenza sono da considerare ammissibili.

Aufgrund der Steife der Gründungsstruktur in Hinblick auf die unterschiedlichen Auflagerungsmaterialien aus dem Kapitel 4.3 wird der Winkler'sche Modul wiedergegeben.

Per la rigidità da assegnare alla struttura fondazionale in rapporto alle differenti zone di appoggio nel paragrafo 4.3 si riportano i Moduli di Winkler.

Weiters wird unterstrichen, dass unter Berücksichtigung der Vergütung der oberflächlichen Schicht mit schlechten geotechnischen Eigenschaften, die Setzungen innerhalb niedriger Werte liegen.

Si sottolinea ancora che i cedimenti sono risultati contenuti entro bassi valori considerando la bonifica dello strato superficiale con scarse caratteristiche geotecniche.

### 4.3 STEIFEMODUL (NACH WINKLER)

### 4.3 MODULO DI WINKLER

In der Folge wird eine Schätzung des Steife- oder Reaktionsmoduls oder des Gründungskoeffizienten K angegeben. In der Strukturanalyse wird dieses Modul nämlich häufig angewandt, welches den angebrachten Druck direkt mit den Setzungen verbindet.

A seguito si fornisce la stima del Modulo di Winkler o modulo di reazione o coefficiente di sottofondo K. Nell'analisi strutturale si fa difatti largo uso di tale modulo che lega direttamente la pressione applicata ai cedimenti.

Es muss auf alle Fälle unterstrichen werden, dass kein linearer Zusammenhang zwischen Auflasten und Setzungen gegeben ist und dass dieser Parameter nicht eine Charakteristik des Untergrunds ist. Dieser hängt nämlich von verschiedenen Faktoren ab: neben der Stratigraphie, die von den Lasten beeinflusst wird, auch von der Geometrie der Gründung und von der Belastungsstufe. Der Zusammenhang zwischen Auflast und

Occorre ad ogni modo sottolineare che non vi è linearità tra carichi applicati e cedimenti e che tale parametro non è una caratteristica del terreno, esso dipende infatti da diversi fattori, oltre che dalla stratigrafia interessata dai carichi anche dalla geometria della fondazione e dal livello di carico. La relazione tra carico applicato e cedimenti non è difatti

Setzungen ist nicht linear.

Eine signifikante Schätzung des Gründungskoeffizienten, welche für die untersuchten Gründungsart und die festgesetzten Belastungsstufen als gültig angesehen werden, wird durch die Anwendung der Gleichung von Bowles (1988) auf Basis der im vorhergehenden Kapitel bestimmten Lasten und Setzungen durchgeführt.

lineare.

Una significativa stima del coefficiente di sottofondo, da ritenersi valida per le tipologie fondazionali verificate e per i livelli di carichi imposti, viene effettuata utilizzando la relazione proposta da Bowles (1988) sulla base dei carichi e dei cedimenti definiti nei paragrafi precedenti.

stratigrafia di riferimento Referenzstratigraphie	Fondazione Gründung	Livello di carico Belastungsstufe (Kpa)	cedimento Setzungen (cm)	Modulo di Winkler Modul von Winkler (Kg/cm <sup>3</sup> )	Modulo di winkler Modul von Winkler (KN/m <sup>3</sup> )
Bergseitiger Bereich (grobkörniger Schutt) zona di monte (detrito grossolano)	Platea / Platte	<b>120</b>	1,1	3,6	<b>36.000</b>
P1, talseitiger Bereich (Schluffe, mit Bodenverbesserung) zona di valle (limi, con bonifica)	Platea / Platte	<b>120</b>	2,4	1,5	<b>15.000</b>

#### 4.4 KURZFRISTIGE STABILITÄT DER AUSHUBBÖSCHUNGEN

Hinsichtlich der kurzfristigen Stabilität wird nachfolgend der Böschungswinkel berechnet, mit dem die Lockermaterialböschung versehen werden muss.

Für den bergseitigen Bereich, der Blockhalde kann, wie bereits im Gutachten vom 28/06/2007 angegeben, ein Böschungswinkel von etwa 45 – 50° mit einer Kontrolle der Stabilität der Einzelblöcke angenommen werden.

Im Hinblick auf den talseitigen Bereich mit den sandigen Schluffen wird in Anbetracht der kurzen Öffnung der Baugrube und der vorhandenen Feinfraktion ein Kohäsionswert von 10 KPa angegeben, dessen Gültigkeit nur kurzfristig anzusehen ist.

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

#### 4.4 STABILITA' A BREVE TERMINE DEI FRONTI DI SCAVO

Per quanto riguarda la stabilità nel breve termine si valuta a seguito l'angolo da assegnare alle pareti di scavo detritiche.

Per la zona di monte dell'accumulo di blocchi, come già indicato nella relazione del 28/6/07, si potrà assegnare un angolo di scarpa di ca. 45 - 50°, con controllo della stabilità dei singoli massi.

Per quanto riguarda la zona di valle, con limi sabbiosi, in considerazione del breve tempo di apertura e della presenza di frazione fine, si è assegnato un valore di coesione di 10 KPa, valido solo nel breve termine.

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

Profondità scavo Aushubtiefe	Peso di volume Wichte $\gamma$	angolo di attr. medio Reibungs- winkel	Coesione Kohäsion	coeff. di sicurezza Sicherheits- koeffizient				angolo di scarpa Böschungswinkel
H (m)	(KN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	c' (KPa)	F	$\text{tg}\phi/F$	$c/\gamma H \text{tg}\phi$	$c/\gamma HF$	(°)
<b>3,5</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	<b>1,3</b>	<b>0,39</b>	<b>0,295</b>	<b>0,116</b>	<b>60</b>

Für Aushubarbeiten bis in 3,5 m unter derzeitiger GOK kann ein Böschungswinkel von 60° angegeben werden. Diese Beurteilungen gelten nur im trockenen Zustand, da der Grundwasserspiegel bereits vorhergehend auf Aushubsniveau abgesenkt werden muss.

Per scavi approfonditi sino a 3,5 m. dal piano campagna attuale sarà possibile assegnare un angolo di scarpa sino a 60°. Le verifiche sono relative ad una situazione senza falda, questa infatti dovrà essere preventivamente abbassata oltre la quota di scavo.

Das vorliegende Gutachten entspricht den Forderungen des M.D.11/03/1988 und stellt damit ein geeignetes, projektbezogenes Dokument zum Erlass der Baukonzession dar.

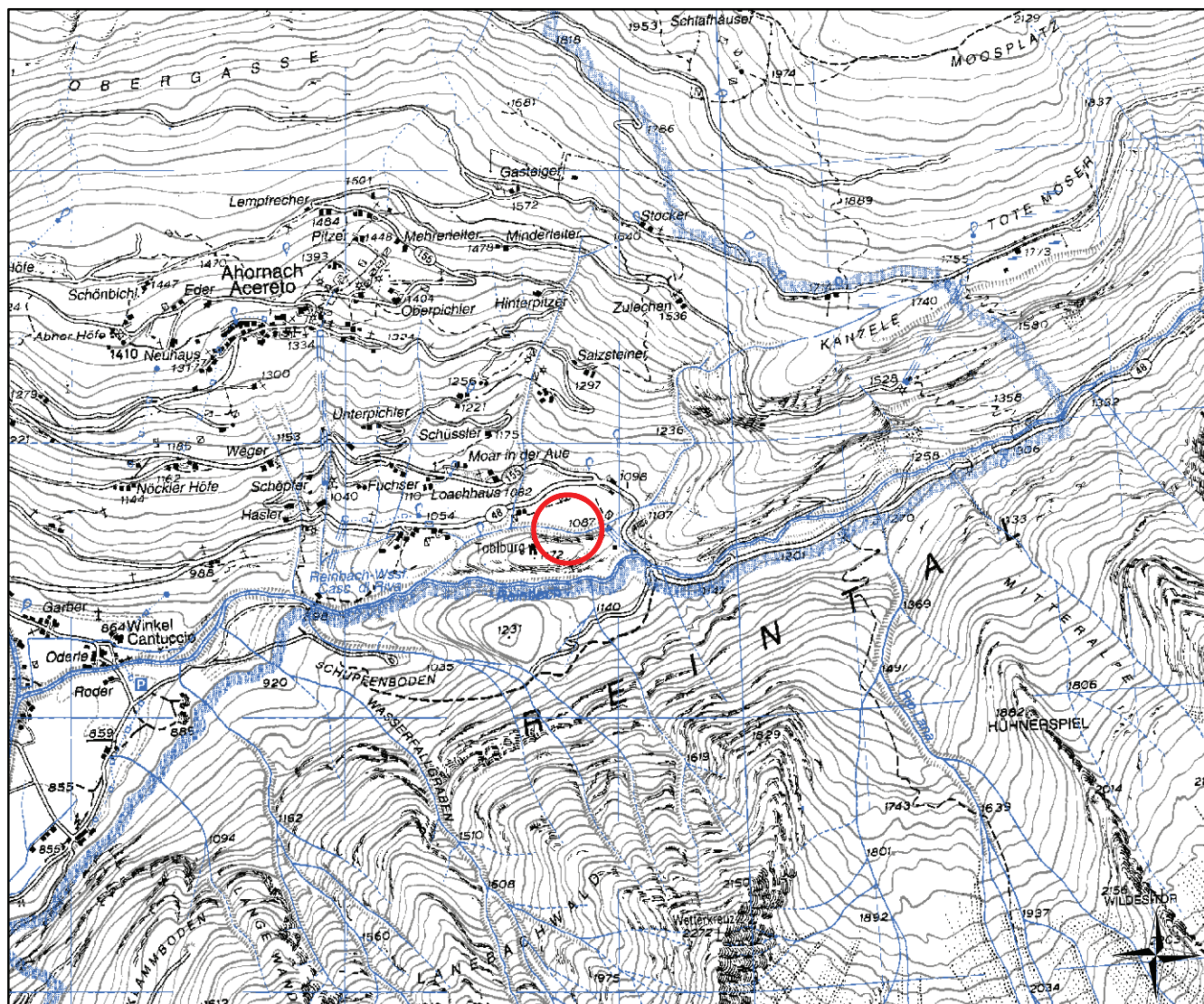
La presente relazione ottempera a quanto stabilito dal D.M.11/03/1988 e costituisce un documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.

Bozen / Bolzano

16/07/2007

# CHOROGRAPHIE COROGRAFIA

Maßstab / scala 1:25.000



Auszug aus der topographischen Grundkarte der Provinz im Maßstab 1:25.000  
Blatt 4B-IV-SW und 4B-IV-NW  
stralcio da carta topografica della provincia in scala 1:25.000  
Foglio 4B-IV-SW e 4B-IV-NW

## GEMEINDE SAND IN TAUFERS COMUNE DI CAMPO DI TURES

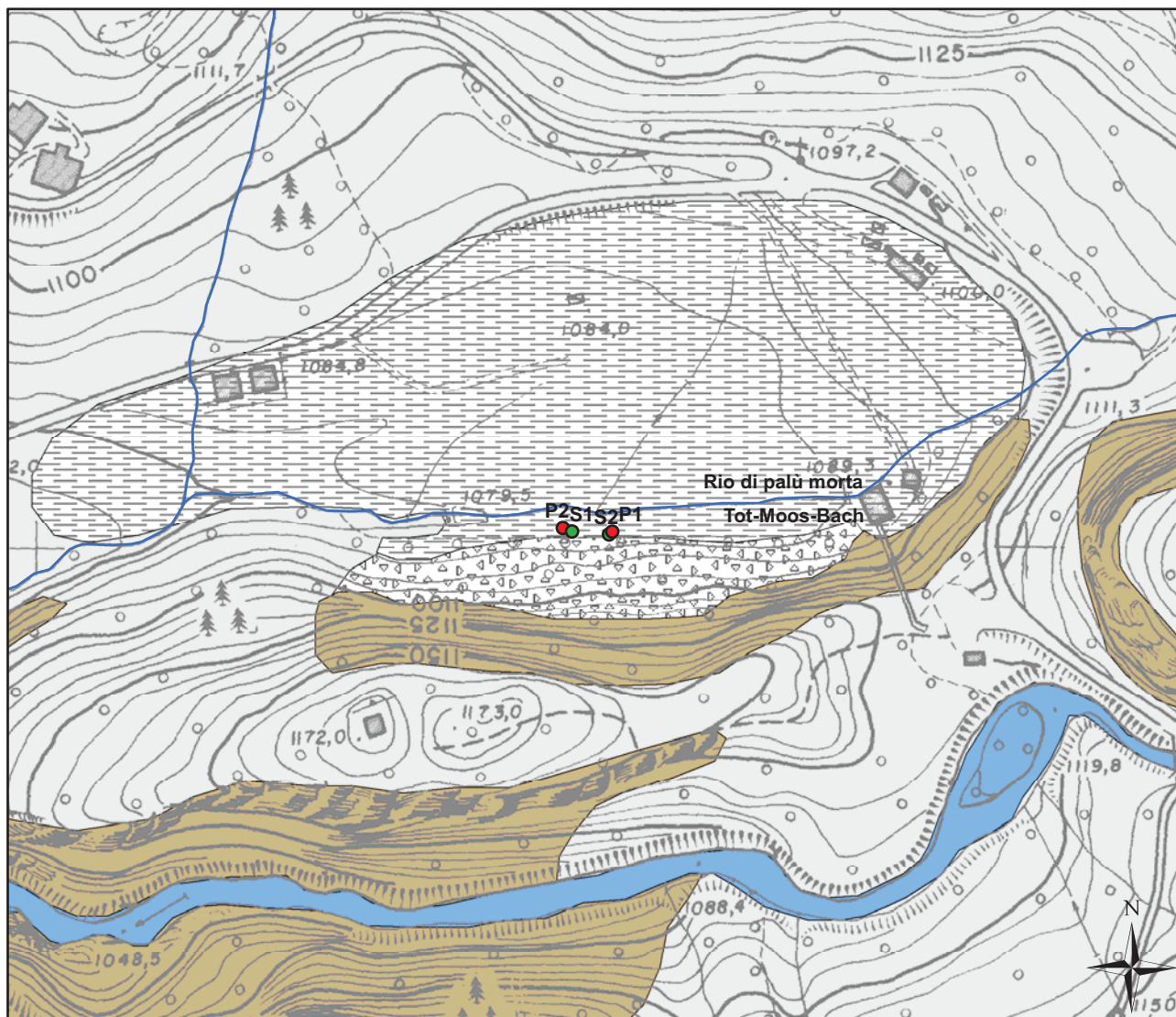


Lage des Interessensgebietes  
Ubicazione dell'area in esame



# GEOLOGISCHE KARTE CARTA GEOLOGICA

Maßstab / scala 1:5.000

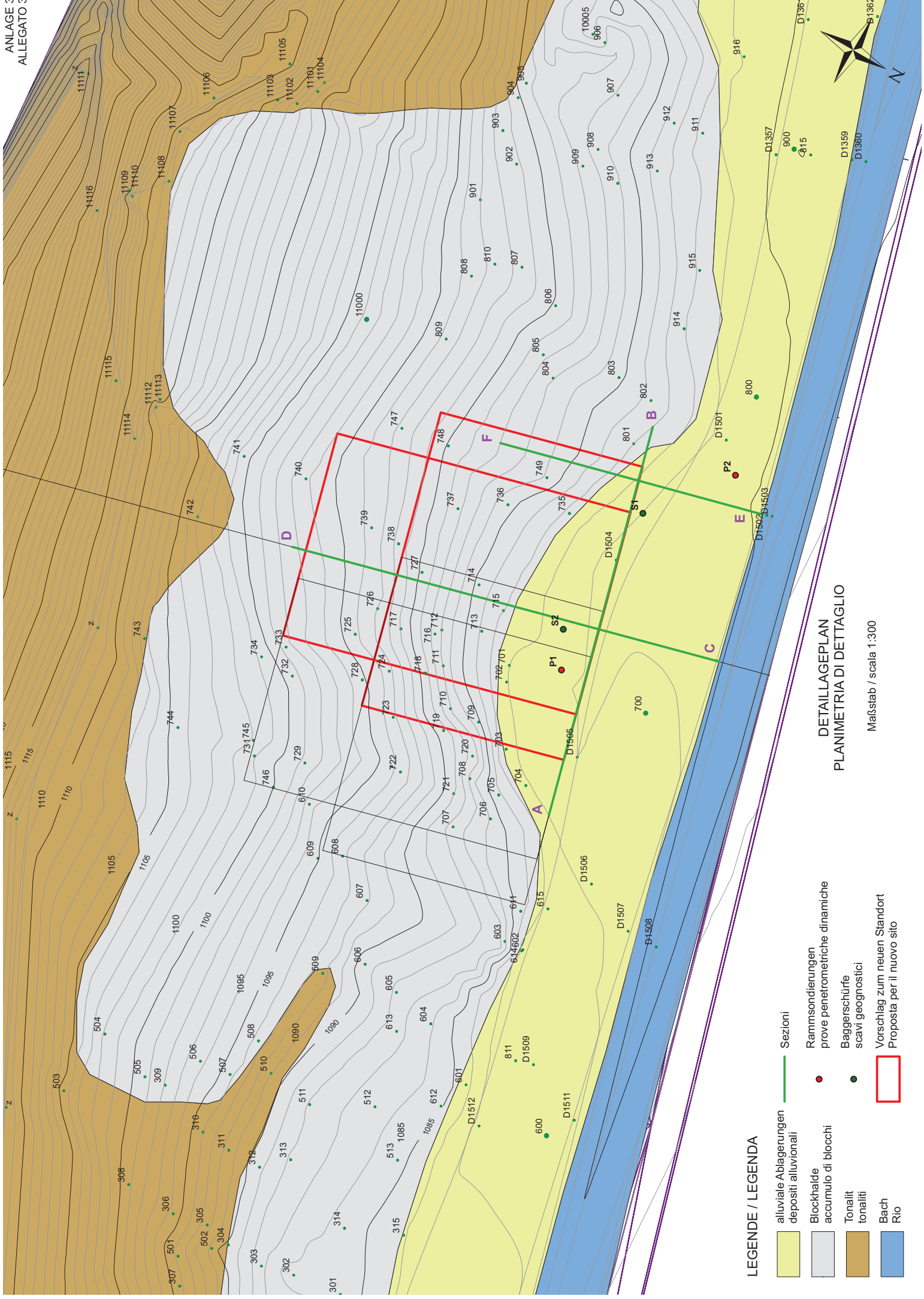


## LEGENDE / LEGENDA

- Blockhalde  
accumulo di blocchi
- Hangschuttablagerungen  
detrito di versante
- lakustrine Ablagerungen  
depositi lacustri
- Tonalite (Rieserferner Pluton)  
Tonaliti (Plutone delle vedrette di Ries)
- Gneis  
gneiss
- Reinbach  
Rio di Riva
- Rammsondierungen  
prove penetrometriche dinamiche
- Baggerschürfe  
scavi geognostici

Auszug aus der technischen Grundkarte der Provinz im Maßstab 1:5.000  
Blatt 08082  
stralcio da carta tecnica della provincia in scala 1:5.000  
Foglio 08082



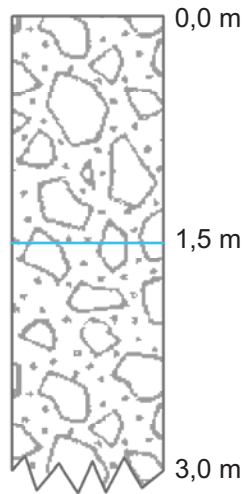


DOKUMENTATION DER BAGGERSCHÜRFE  
DOCUMENTAZIONE DEGLI SCAVI GEOGNOSTICI

**S 1**

Blöcke mit Maximal-  
durchmesser 1qm  
in sandig-schluffiger  
Matrix  
blocchi e massi  
diametro max 1 mc  
in matrice sabbiosa  
e limosa

Grundwassr  
falda



Maßstab / scala 1:50



Foto des Schurfes  
foto dello scavo



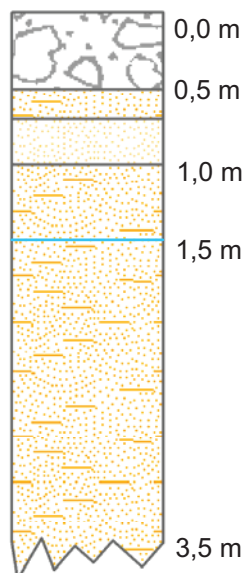
Foto des Materials  
foto del materiale

**S 2**

Gerölle mit Blöcken in  
sandig-schluffiger Matrix  
ciottoli con blocchi in  
matrice sabbiosa e limosa

sandige Schluffe, wenig plastisch  
limi sabbiosi, poco palstici  
Feinsande  
sabbie fini

Grundwassr  
falda



Maßstab / scala 1:50



Foto des Schurfes  
foto dello scavo



Foto des Materials  
foto del materiale

**DYNAMISCHE RAMMSONDIERUNGEN (DPH)**  
**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPH)**

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPH - DeepDrill**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

**CARATTERISTICHE TECNICHE : DPH - DeepDrill**

MASSA BATTENTE	M = 50,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,50 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	M <sub>s</sub> = 18,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 43,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 15,0000 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	L <sub>a</sub> = 0,90 m
MASSA ASTE PER METRO	M <sub>a</sub> = 6,30 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,70 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI

## RENDIMENTO SPECIFICO x COLPO

$$Q = (MH)/(A\delta) = 16,67 \text{ kg/cm}^2 \text{ (prova SPT : } Q_{\text{spt}} = 7,83 \text{ kg/cm}^2 \text{)}$$

$$\text{COEFF. TEORICO RENDIMENTO } \beta_t = Q/Q_{\text{spt}} = 2,129 \quad (\text{teoricamente : } N_{\text{spt}} = \beta_t N)$$

Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub> [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta [ area A]

e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = massa battente (altezza caduta H)

P = massa totale aste e sistema battuta

## UNITA' di MISURA (conversioni)

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 0.098067 \text{ MPa} \approx 0,1 \text{ MPa}$$

$$1 \text{ MPa} = 1 \text{ MN/m}^2 = 10.197 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ bar} = 1.0197 \text{ kg/cm}^2 = 0.1 \text{ MPa}$$

$$1 \text{ kN} = 0.001 \text{ MN} = 101.97 \text{ kg}$$



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente :  
 - lavoro :  
 - località : Campo Tures

- data prova : 03/07/2007  
 - quota inizio : 1  
 - prof. falda : 1,50 m da quota inizio  
 - data emiss. : 10/07/2007

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	----	----	1	4,90 - 5,00	3	24,5	6
0,10 - 0,20	----	----	1	5,00 - 5,10	4	32,7	6
0,20 - 0,30	----	----	1	5,10 - 5,20	5	40,8	6
0,30 - 0,40	----	----	1	5,20 - 5,30	6	46,4	7
0,40 - 0,50	----	----	1	5,30 - 5,40	8	61,9	7
0,50 - 0,60	----	----	1	5,40 - 5,50	6	46,4	7
0,60 - 0,70	----	----	1	5,50 - 5,60	5	38,7	7
0,70 - 0,80	----	----	2	5,60 - 5,70	4	31,0	7
0,80 - 0,90	----	----	2	5,70 - 5,80	4	31,0	7
0,90 - 1,00	----	----	2	5,80 - 5,90	4	31,0	7
1,00 - 1,10	----	----	2	5,90 - 6,00	4	31,0	7
1,10 - 1,20	1	10,5	2	6,00 - 6,10	5	38,7	7
1,20 - 1,30	----	----	2	6,10 - 6,20	5	36,8	8
1,30 - 1,40	2	21,0	2	6,20 - 6,30	6	44,1	8
1,40 - 1,50	3	31,5	2	6,30 - 6,40	5	36,8	8
1,50 - 1,60	1	10,5	2	6,40 - 6,50	5	36,8	8
1,60 - 1,70	2	19,6	3	6,50 - 6,60	6	44,1	8
1,70 - 1,80	2	19,6	3	6,60 - 6,70	5	36,8	8
1,80 - 1,90	1	9,8	3	6,70 - 6,80	9	66,2	8
1,90 - 2,00	1	9,8	3	6,80 - 6,90	9	66,2	8
2,00 - 2,10	1	9,8	3	6,90 - 7,00	10	73,5	8
2,10 - 2,20	1	9,8	3	7,00 - 7,10	9	63,0	9
2,20 - 2,30	1	9,8	3	7,10 - 7,20	11	77,0	9
2,30 - 2,40	1	9,8	3	7,20 - 7,30	11	77,0	9
2,40 - 2,50	1	9,8	3	7,30 - 7,40	12	84,0	9
2,50 - 2,60	----	----	4	7,40 - 7,50	12	84,0	9
2,60 - 2,70	2	18,4	4	7,50 - 7,60	17	119,0	9
2,70 - 2,80	1	9,2	4	7,60 - 7,70	18	126,0	9
2,80 - 2,90	2	18,4	4	7,70 - 7,80	16	112,0	9
2,90 - 3,00	3	27,6	4	7,80 - 7,90	12	84,0	9
3,00 - 3,10	2	18,4	4	7,90 - 8,00	10	66,8	10
3,10 - 3,20	1	9,2	4	8,00 - 8,10	7	46,8	10
3,20 - 3,30	1	9,2	4	8,10 - 8,20	5	33,4	10
3,30 - 3,40	2	18,4	4	8,20 - 8,30	6	40,1	10
3,40 - 3,50	3	25,9	5	8,30 - 8,40	6	40,1	10
3,50 - 3,60	3	25,9	5	8,40 - 8,50	7	46,8	10
3,60 - 3,70	4	34,6	5	8,50 - 8,60	8	53,5	10
3,70 - 3,80	6	51,9	5	8,60 - 8,70	7	46,8	10
3,80 - 3,90	4	34,6	5	8,70 - 8,80	8	53,5	10
3,90 - 4,00	3	25,9	5	8,80 - 8,90	8	51,1	11
4,00 - 4,10	4	34,6	5	8,90 - 9,00	11	70,3	11
4,10 - 4,20	4	34,6	5	9,00 - 9,10	9	57,5	11
4,20 - 4,30	3	25,9	5	9,10 - 9,20	7	44,7	11
4,30 - 4,40	4	32,7	6	9,20 - 9,30	8	51,1	11
4,40 - 4,50	5	40,8	6	9,30 - 9,40	9	57,5	11
4,50 - 4,60	4	32,7	6	9,40 - 9,50	7	44,7	11
4,60 - 4,70	6	49,0	6	9,50 - 9,60	10	63,9	11
4,70 - 4,80	5	40,8	6	9,60 - 9,70	10	63,9	11
4,80 - 4,90	4	32,7	6	9,70 - 9,80	8	49,0	12

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPH - DeepDrill**- M (massa battente)= **50,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,50 m** - A (area punta)= **15,0000 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **43,70 mm**- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [  $\delta$  = 10 cm ]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- committente :

- lavoro :

- località : Campo Tures

- data prova : 03/07/2007

- quota inizio : 0.4

- prof. falda : 1,50 m da quota inizio

- data emiss. : 10/07/2007

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,10	----	----	1	4,70 - 4,80	4	32,7	6
0,10 - 0,20	----	----	1	4,80 - 4,90	5	40,8	6
0,20 - 0,30	----	----	1	4,90 - 5,00	4	32,7	6
0,30 - 0,40	----	----	1	5,00 - 5,10	4	32,7	6
0,40 - 0,50	----	----	1	5,10 - 5,20	5	40,8	6
0,50 - 0,60	1	11,3	1	5,20 - 5,30	6	46,4	7
0,60 - 0,70	2	22,6	1	5,30 - 5,40	7	54,2	7
0,70 - 0,80	2	21,0	2	5,40 - 5,50	7	54,2	7
0,80 - 0,90	1	10,5	2	5,50 - 5,60	7	54,2	7
0,90 - 1,00	2	21,0	2	5,60 - 5,70	7	54,2	7
1,00 - 1,10	1	10,5	2	5,70 - 5,80	6	46,4	7
1,10 - 1,20	1	10,5	2	5,80 - 5,90	5	38,7	7
1,20 - 1,30	2	21,0	2	5,90 - 6,00	5	38,7	7
1,30 - 1,40	1	10,5	2	6,00 - 6,10	7	54,2	7
1,40 - 1,50	1	10,5	2	6,10 - 6,20	13	95,6	8
1,50 - 1,60	2	21,0	2	6,20 - 6,30	14	102,9	8
1,60 - 1,70	2	19,6	3	6,30 - 6,40	22	161,7	8
1,70 - 1,80	2	19,6	3	6,40 - 6,50	33	242,6	8
1,80 - 1,90	1	9,8	3	6,50 - 6,60	14	102,9	8
1,90 - 2,00	----	----	3	6,60 - 6,70	22	161,7	8
2,00 - 2,10	1	9,8	3	6,70 - 6,80	25	183,8	8
2,10 - 2,20	2	19,6	3	6,80 - 6,90	15	110,3	8
2,20 - 2,30	4	39,2	3	6,90 - 7,00	16	117,6	8
2,30 - 2,40	13	127,4	3	7,00 - 7,10	17	119,0	9
2,40 - 2,50	3	29,4	3	7,10 - 7,20	16	112,0	9
2,50 - 2,60	3	27,6	4	7,20 - 7,30	15	105,0	9
2,60 - 2,70	3	27,6	4	7,30 - 7,40	13	91,0	9
2,70 - 2,80	1	9,2	4	7,40 - 7,50	9	63,0	9
2,80 - 2,90	2	18,4	4	7,50 - 7,60	7	49,0	9
2,90 - 3,00	2	18,4	4	7,60 - 7,70	7	49,0	9
3,00 - 3,10	3	27,6	4	7,70 - 7,80	8	56,0	9
3,10 - 3,20	2	18,4	4	7,80 - 7,90	9	63,0	9
3,20 - 3,30	3	27,6	4	7,90 - 8,00	9	60,1	10
3,30 - 3,40	3	27,6	4	8,00 - 8,10	11	73,5	10
3,40 - 3,50	4	34,6	5	8,10 - 8,20	9	60,1	10
3,50 - 3,60	3	25,9	5	8,20 - 8,30	9	60,1	10
3,60 - 3,70	5	43,2	5	8,30 - 8,40	9	60,1	10
3,70 - 3,80	4	34,6	5	8,40 - 8,50	10	66,8	10
3,80 - 3,90	4	34,6	5	8,50 - 8,60	9	60,1	10
3,90 - 4,00	4	34,6	5	8,60 - 8,70	8	53,5	10
4,00 - 4,10	4	34,6	5	8,70 - 8,80	9	60,1	10
4,10 - 4,20	5	43,2	5	8,80 - 8,90	13	83,1	11
4,20 - 4,30	5	43,2	5	8,90 - 9,00	12	76,7	11
4,30 - 4,40	4	32,7	6	9,00 - 9,10	9	57,5	11
4,40 - 4,50	4	32,7	6	9,10 - 9,20	9	57,5	11
4,50 - 4,60	4	32,7	6	9,20 - 9,30	8	51,1	11
4,60 - 4,70	3	24,5	6				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPH - DeepDrill**- M (massa battente)= **50,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,50 m** - A (area punta)= **15,0000 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **43,70 mm**- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [ $\delta = 10 \text{ cm}$ ]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

## DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

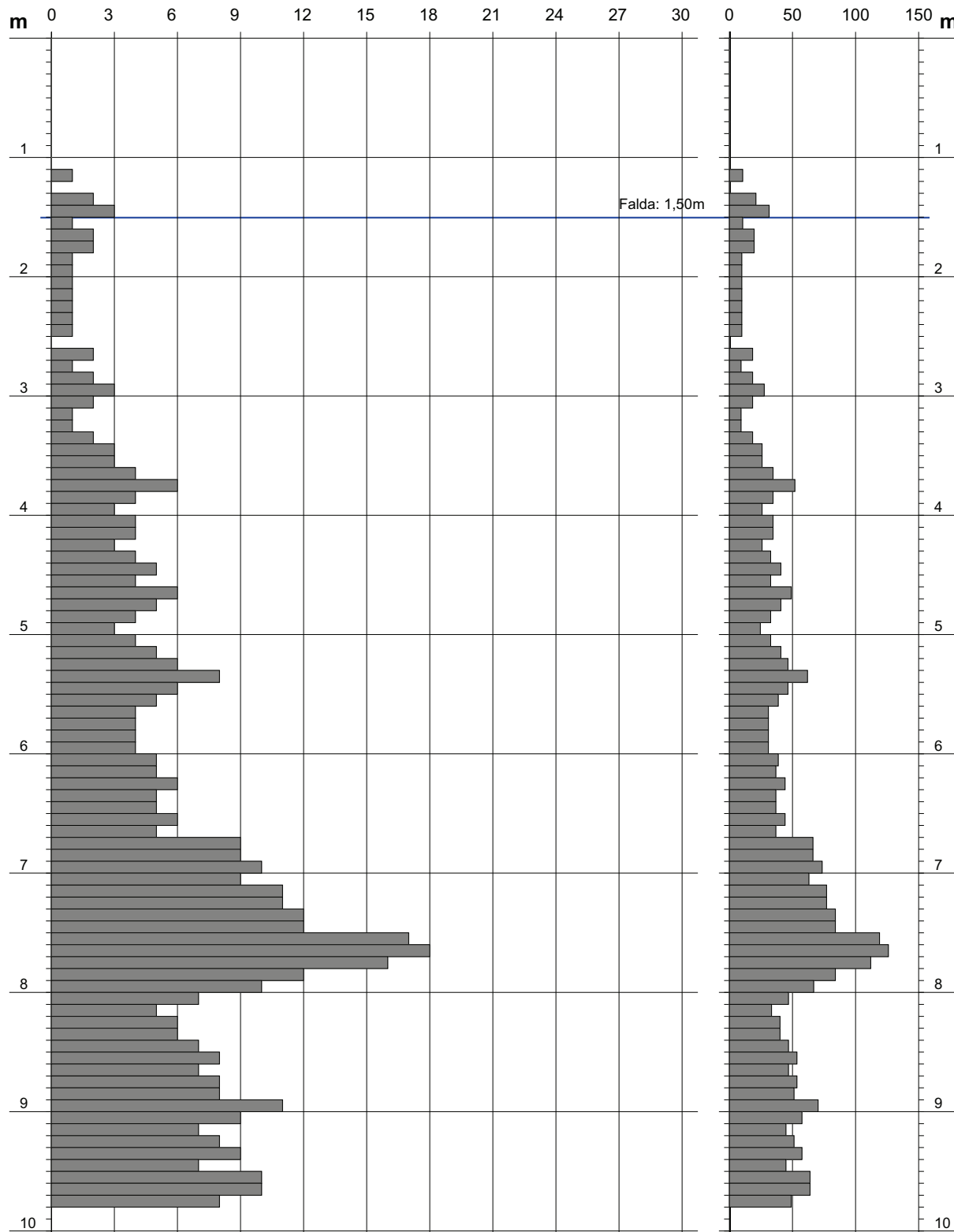
DIN 1

Scala 1: 50

- committente :  
- lavoro :  
- località : Campo Tures

- data prova : 03/07/2007  
- quota inizio : 1  
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio  
- data emiss. : 10/07/2007

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10,00$  cmRpd (kg/cm<sup>2</sup>)

# **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA** **DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

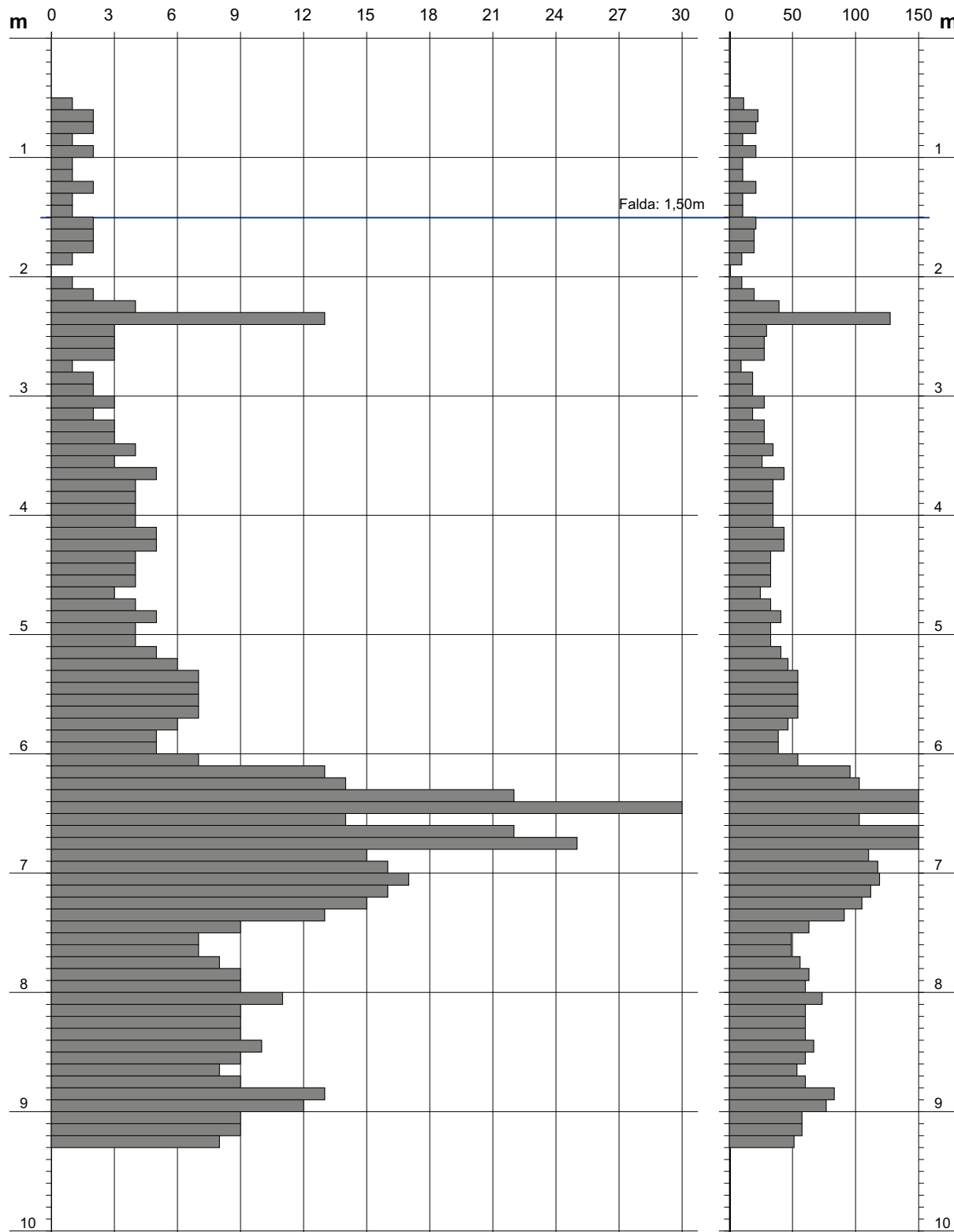
**DIN 2**

Scala 1: 50

- committente :  
 - lavoro :  
 - località : Campo Tures

- data prova : 03/07/2007  
 - quota inizio : 0.4  
 - prof. falda : 1,50 m da quota inizio  
 - data emiss. : 10/07/2007

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 10,00$  cmRpd (kg/cm<sup>2</sup>)

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente :  
- lavoro :  
- località : Campo Tures

- data prova : 03/07/2007  
- quota inizio : 1  
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio  
- data emiss. : 13/07/2007

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,10	N	0,0	0	0	0,0	----	----	----	0	2,13	0
		Rpd	0,0	0	0	0,0	----	----	----	0		
2	1,10 3,50	N	1,5	0	3	0,7	----	----	2,3	2	2,13	4
		Rpd	14,0	0	32	7,0	7,9	6,1	21,9	19		
3	3,50 6,70	N	4,7	3	8	3,8	1,1	3,5	5,8	5	2,13	11
		Rpd	37,1	25	62	30,8	8,2	28,9	45,3	40		
4	6,70 8,20	N	11,2	5	18	8,1	3,6	7,6	14,8	11	2,13	23
		Rpd	78,6	33	126	56,0	25,2	53,4	103,8	77		
5	8,20 9,80	N	8,1	6	11	7,0	1,4	6,6	9,5	8	2,13	17
		Rpd	52,2	40	70	46,1	8,7	43,5	60,9	52		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm ) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 2,13$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm )

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

						NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					
n°	H		Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e	Q	Litologia
1	0,00	1,10	----	----	----	----	26	----	1,83	1,33	----	1,60	67,9	1,833	----	
2	1,10	3,50	4	----	37	15	27	----	1,87	1,39	0,25	1,80	41,7	1,125	----	
3	3,50	6,70	11	----	78	36	30	----	1,94	1,51	0,69	1,91	32,1	0,867	----	
4	6,70	8,20	23	----	134	54	33	----	2,01	1,62	1,44	2,06	22,6	0,610	----	
5	8,20	9,80	17	----	107	45	32	----	1,97	1,56	1,06	1,98	27,0	0,729	----	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm )

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- committente :  
- lavoro :  
- località : Campo Tures

- data prova : 03/07/2007  
- quota inizio : 0.4  
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio  
- data emiss. : 13/07/2007

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,50	N	0,0	0	0	0,0	----	----	----	0	2,13	0
		Rpd	0,0	0	0	0,0	----	----	----	0		
2	0,50 3,00	N	2,2	0	13	1,1	2,2	----	4,4	2	2,13	4
		Rpd	21,8	0	127	10,9	21,8	----	43,7	20		
3	3,00 6,10	N	4,6	2	7	3,3	1,4	3,2	6,0	5	2,13	11
		Rpd	37,8	18	54	28,1	9,7	28,2	47,5	41		
4	6,10 7,50	N	17,4	9	33	13,2	6,1	11,3	23,6	17	2,13	36
		Rpd	126,4	63	243	94,7	46,1	80,2	172,5	124		
5	7,50 9,30	N	9,2	7	13	8,1	1,5	7,6	10,7	9	2,13	19
		Rpd	61,0	49	83	55,0	9,2	51,8	70,1	60		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 10$  cm ) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 2,13$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm )

## Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

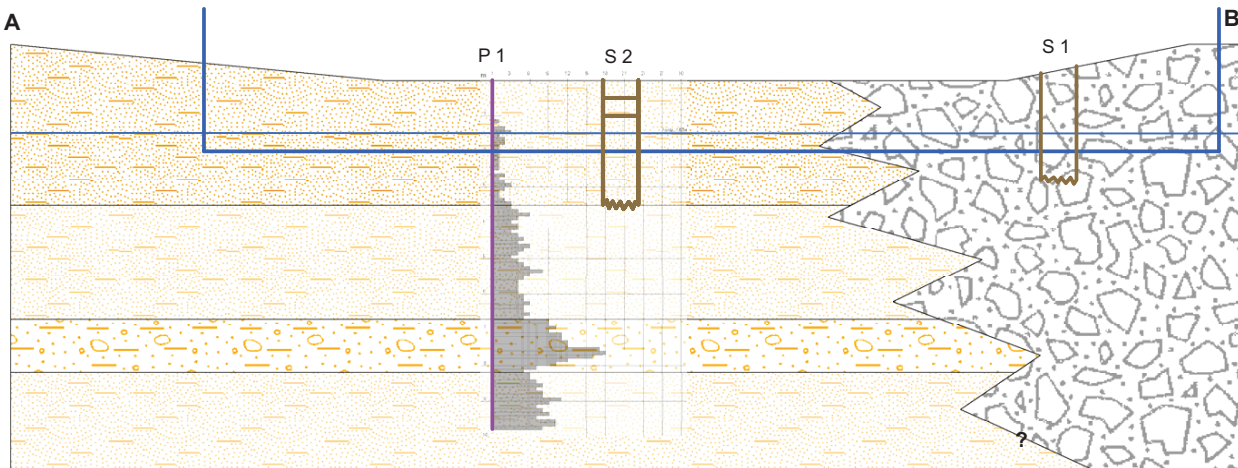
DIN 2

						NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					
n°	H		Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e	Q	Litologia
1	0,00	0,50	----	----	----	----	26	----	1,83	1,33	----	1,60	67,9	1,833	----	
2	0,50	3,00	4	----	37	15	27	----	1,87	1,39	0,25	1,80	41,7	1,125	----	
3	3,00	6,10	11	----	78	36	30	----	1,94	1,51	0,69	1,91	32,1	0,867	----	
4	6,10	7,50	36	----	187	71	37	----	2,08	1,74	2,25	2,21	14,8	0,401	----	
5	7,50	9,30	19	----	117	48	32	----	1,98	1,58	1,19	2,01	25,5	0,687	----	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm )

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

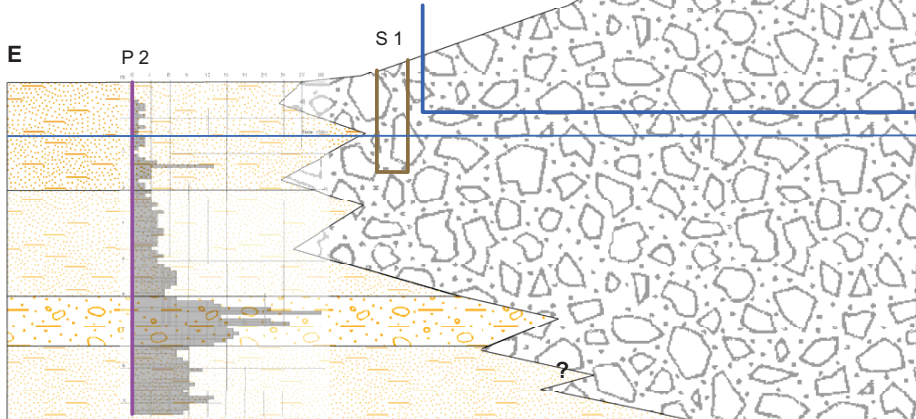
GEOLOGISCH - GEOTECNICHE PROFILSCHNITTE  
SEZIONI GEOLOGICHE - GEOTECNICHE AB, EF e CD



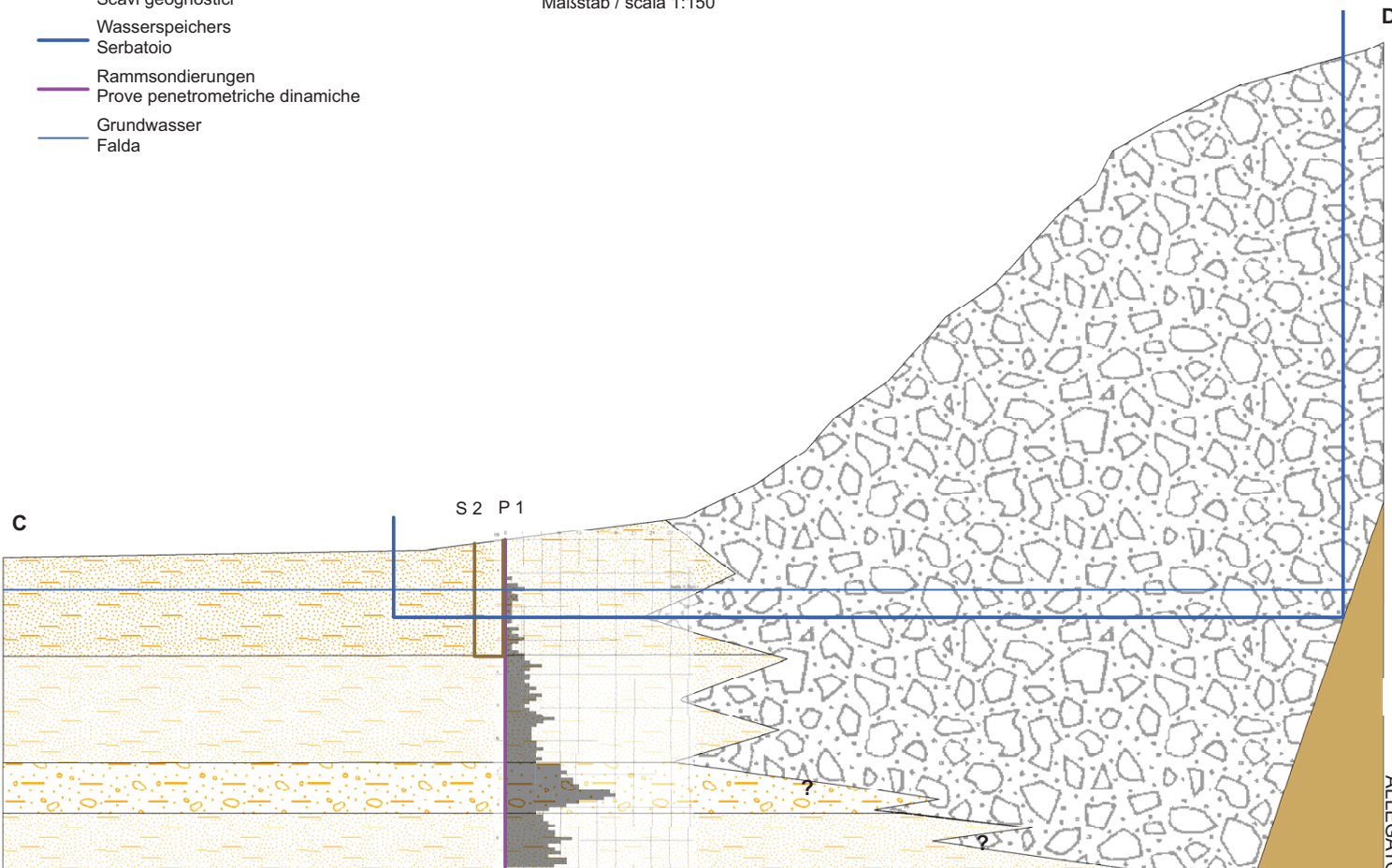
Maßstab / scala 1:150

## LEGENDE / LEGENDA

-  Tonalit  
Tonaliti
-  Blockhalde  
Accumulo di blocchi
-  wenig verdichtete Bodenverbesserung  
Limi poco addensati
-  mäßig verdichtete Schluffe  
Limi mediamente addensati
-  Sande mit Kieses  
Sabbie con ghiaie
-  Baggerschürfe  
Scavi geognostici
-  Wasserspeichers  
Serbatoio
-  Rammsondierungen  
Prove penetrometriche dinamiche
-  Grundwasser  
Falda



Maßstab / scala 1:150



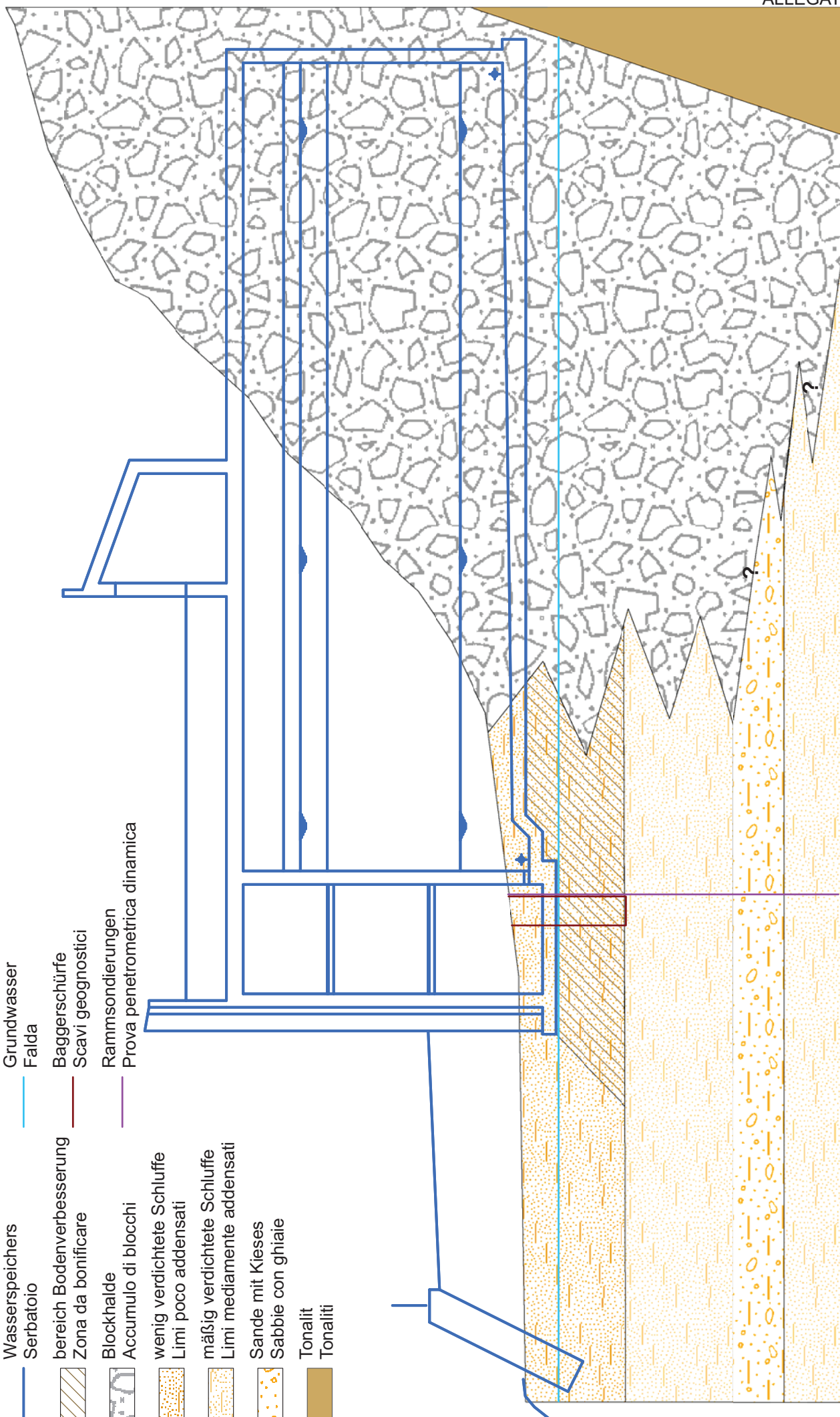
Maßstab / scala 1:150



PROJEKTSCHNITT MIT BODENVERBESSERUNG  
SEZIONE DA PROGETTO CON BONIFICA

LEGENDE / LEGENDA

- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| Wasserspeichers            | Grundwasser                   |
| Serbatoio                  | Falda                         |
| bereich Bodenverbesserung  | Baggerschürfe                 |
| Zona da bonificare         | Scavi geognostici             |
| Blockhalde                 | Rammsondierungen              |
| Accumulo di blocchi        | Prova penetrometrica dinamica |
| wenig verdichtete Schluffe |                               |
| Limi poco addensati        |                               |
| mäßig verdichtete Schluffe |                               |
| Limi mediamente addensati  |                               |
| Sande mit Kieses           |                               |
| Sabbie con ghiaie          |                               |
| Tonalit                    |                               |
| Tonaliti                   |                               |





**TABELLEN ZU DEN SETZUNGSBERECHNUNGEN**  
**TABULATI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI**

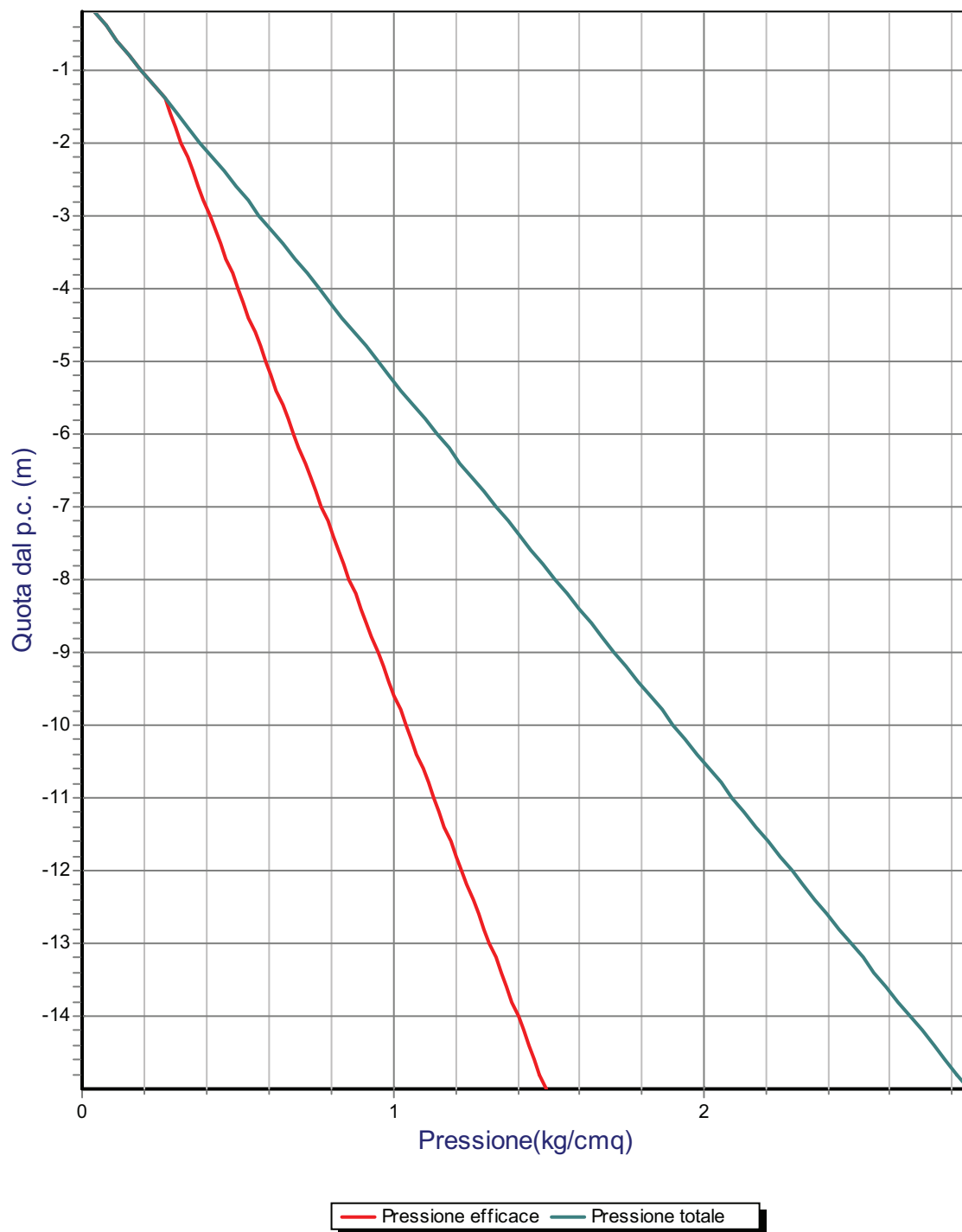
Committente:

Località:

Data:

Riferimenti:

## Grafico della pressione efficace e totale del terreno



Profondità di calcolo dal p.c.(m): 15,0

Coordinata X di calcolo (m): 1,0

Passo di calcolo (m): 0,2

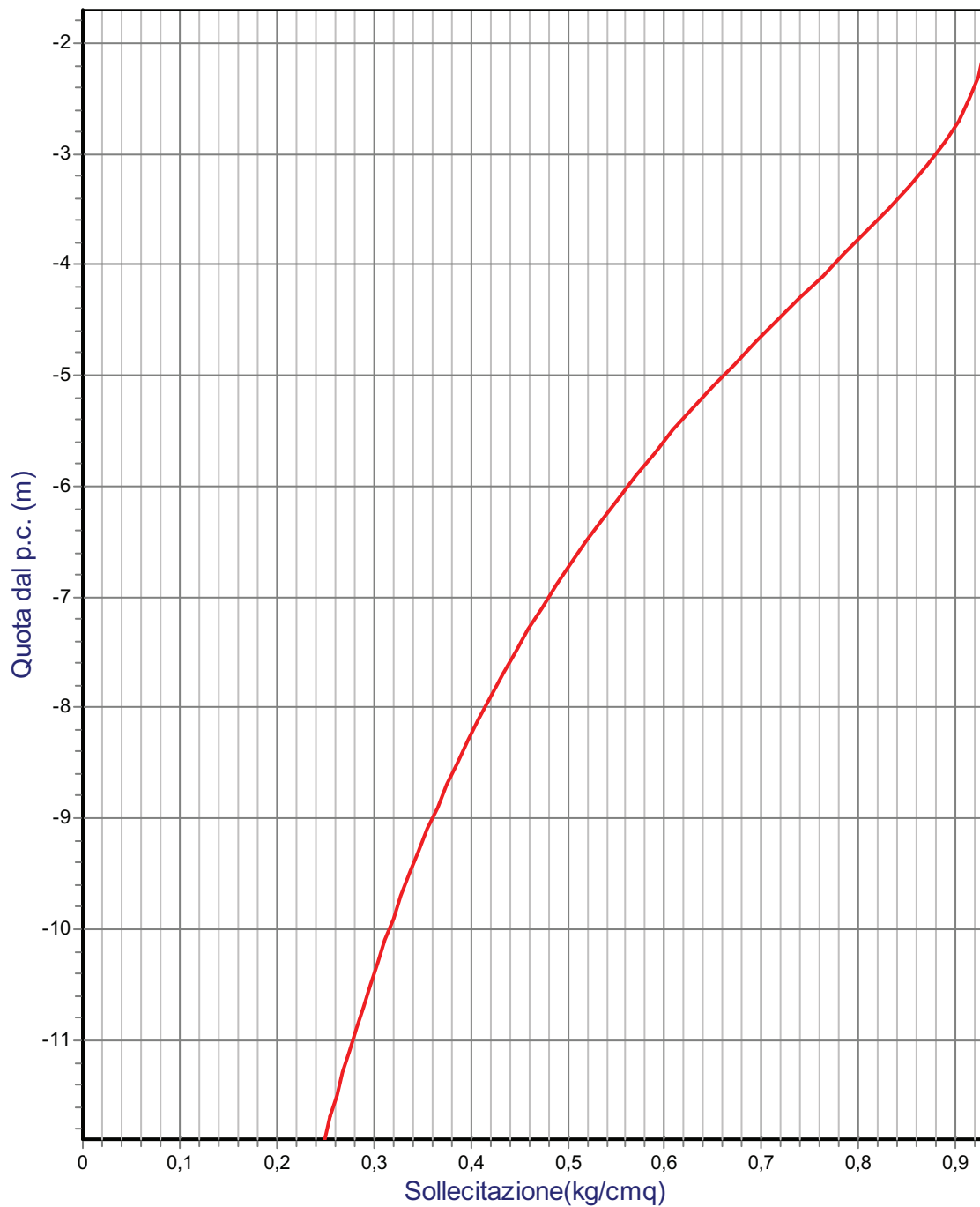
Committente:

Località:

Data:

Riferimenti:

## Grafico della sollecitazione indotta nel terreno



Profondità di calcolo dal p.c.(m): 12,0

Coordinata X di calcolo (m): 12,5

Passo di calcolo (m): 0,2

Metodo di calcolo: Boussinesq

Sezione di calcolo: Sezione centrale

Coordinata Y di calcolo (m): 10,0

Committente:

Località:

Data:

Riferimenti:

## Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n. ....

Larghezza della fondazione (m):

Lunghezza della fondazione (m):

Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq):

### Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:

Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):

Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):

Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="25,2"/>	<input type="text" value="0"/>
Cedimento secondario (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Somma ced. incoerenti (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="25,2"/>	<input type="text" value="0"/>

### Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:

Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Cedimento secondario (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Somma ced. coesivi (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

### Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="25,2"/>	<input type="text" value="0"/>
Max cedim. differenziale(mm):	<input type="text" value="0"/>		
Massima distorsione (%):	<input type="text" value="0"/>		
Fondazione rigida o flessibile:		<input type="text" value="Fondazione rigida"/>	

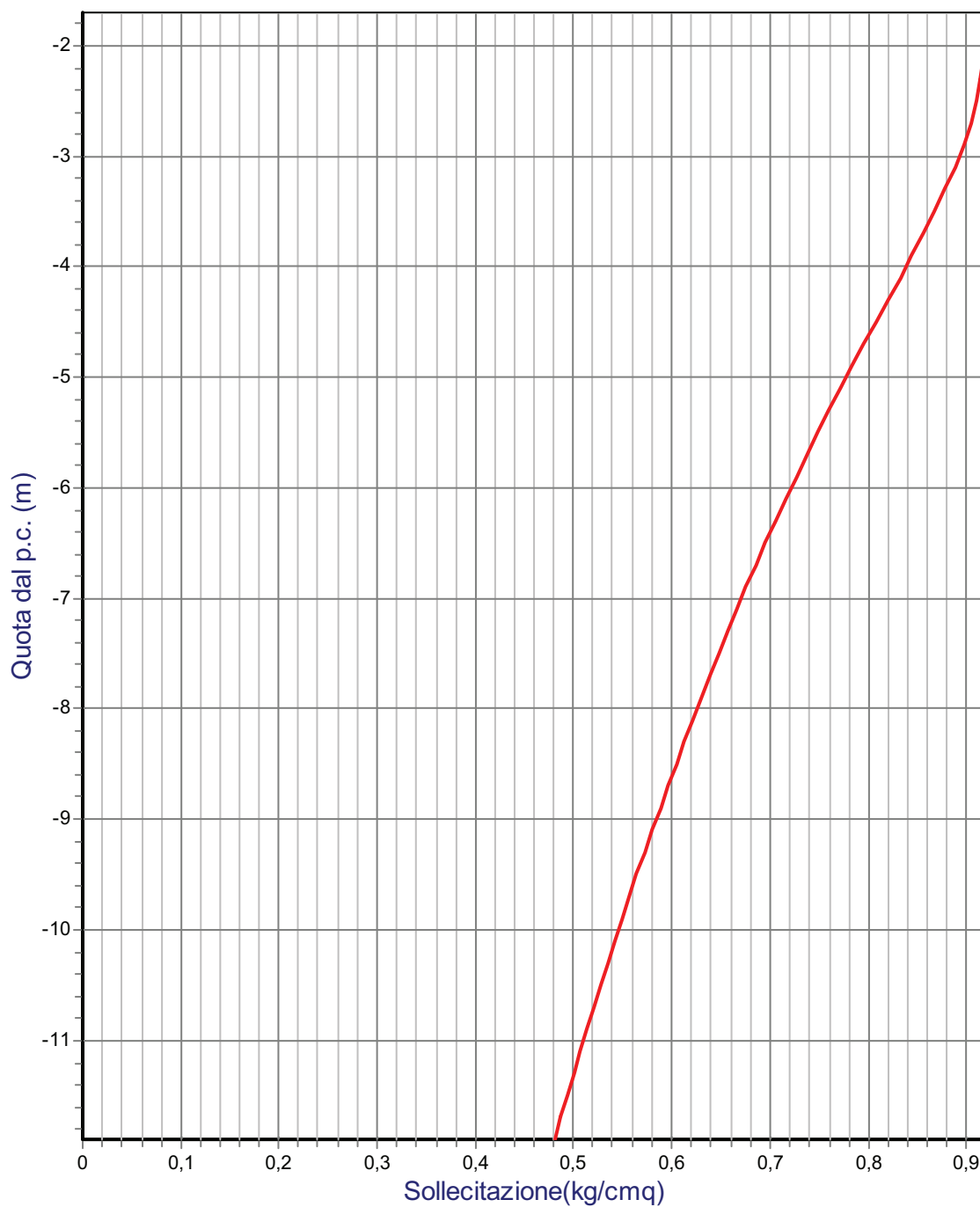
Committente:

Località:

Data:

Riferimenti:

## Grafico della sollecitazione indotta nel terreno



Profondità di calcolo dal p.c.(m): 12,0

Coordinata X di calcolo (m): 12,5

Passo di calcolo (m): 0,2

Metodo di calcolo: Boussinesq

Sezione di calcolo: Sezione centrale

Coordinata Y di calcolo (m): 10,0

Committente:

Località:

Data:

Riferimenti:

## Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n. ....

Larghezza della fondazione (m):

Lunghezza della fondazione (m):

Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq):

### Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:

Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):

Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):

Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="11,1"/>	<input type="text" value="0"/>
Cedimento secondario (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Somma ced. incoerenti (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="11,1"/>	<input type="text" value="0"/>

### Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:

Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Cedimento secondario (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Somma ced. coesivi (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

### Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="11,1"/>	<input type="text" value="0"/>
Max cedim. differenziale(mm):	<input type="text" value="0"/>		
Massima distorsione (%):	<input type="text" value="0"/>		
Fondazione rigida o flessibile:		<input type="text" value="Fondazione rigida"/>	



BILDDOKUMENTATION  
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1: Esecuzione scavo geognostico S2  
Durchführung des Baggerschurfes S2



Foto 2: Esecuzione prova  
penetrometrica P2  
Durchführung der  
Rammsondierung P2



Foto 3, 4: Il livello di falda nell'area in  
esame è regolato dal livello del vicino rio  
Der Grundwasserspiegel im  
Untersuchungsgebiet wird vom  
Wasserstand des nahegelegenen  
Bachlaufes bestimmt.