

Bau der neuen Feuerwehrkaserne

Costurzione della nuova caserma dei Vigili del Fuoco

K.G. Marling / C.C. Marlengo

**CIG: 4447652E86
CUP: D89H12000290004**

GEOLOGISCHER BERICHT

Über die geologischen Untersuchungen, Charakterisierung und Modellierung des Standortes

(Enthält den Bericht über die seismische Modellierung)

RELAZIONE GEOLOGICA

Sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito
(Contiene la relazione sulla modellazione sismica)

Auftraggeber / Committente:

Gemeinde Marling
Kirchplatz Nr. 1
39020 Marling (BZ)

Comune di Marlengo
P.zza Chiesa n. 1
39020 Marlengo (BZ)

Der Bürgermeister:
Il Sindaco:

Datum: Juli 2012
Data: Luglio 2012



Dr. geol. Konrad MESSNER

I-39022 ALGUND / FORST
Untergandlweg 2

Tel. + Fax 0473/222347 Autotel. 0335/8311805
E-Mail: messner.geol@rolmail.net



Geologischer Bericht

1. Vorwort		2
2. Normen		2
3. Durchgeführte Untersuchungen		2
4. Geologischer Bericht.....		3
4.1. Geologisches Modell der Zone		3
4.2. Stratigraphische Situation		3
4.3. Seismisches Modell der Zone.....		3
4.4. Hydrogeologische Situation		4
4.5. Bodenmechanische Kennzeichen der Böden		5
5. Geotechnischer Bericht.....		8
5.1. Geotechnisches Modell des Baubereichs.....		8
5.2. Bestimmung der zulässigen Bodenpressung:.....		8
5.3. Stabilität des Aushubes und Hinweise zur Baugrubensicherung		9
6. Schlussfolgerungen		9

Anlagen

Anlage 1	Übersichtsplan	1 : 25.000
Anlage 2	Geologisch- geomorphologische Karte	1 : 10.000
Anlage 3a	Lageplan	1 : 250
Anlage 3b	Lageplan, vorgeschlagene Maßnahmen	1 : 250
Anlage 4a	Geotechnischer Profilschnitt A – A'	1 : 200
Anlage 4b	Geotechnischer Profilschnitt B – B'	1 : 200
Anlage 5	Bohrdokumentation	
Anlage 6	Seismische Untersuchung zur Bestimmung der Transversalwellen VS30	

1. Vorwort

Im Auftrag der Gemeinde Marling, wurde für das Projekt „Feuerwehrrhalle Marling – K.G. Marling“ die geologische Situation für den geplanten Bau im Hinblick auf Bodenaufbau, Grundwasser, Tragfähigkeit des Bodens und der Böschungsstabilität durchgeführt. Das vorliegende Gutachten wurde in Übereinstimmung mit dem D.M.14.1.2008 „Technische Normen für Bauten“ erstellt und ist gültige Projektunterlage zur Ausstellung der Baugenehmigung.

2. Normen

Auf folgende Normen wird Bezug genommen:

- Ministerialdekret 14.01.2008;
- Einheitstext- technische Normen für Bauten –NTC;
- Anweisungen zur Anwendung der NTC –D.M.14.01.2008 –Rundschreiben 2.2.2009;
- Verordnung des Präsidenten des Ministerrates vom 20.3.2003 Nr.3274;
- Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale-Allegato al voto n.36 de. 27.07.2007;
- Bestimmungen hinsichtlich der Erdbebeneinwirkungen – Beschluss der LR vom 6.11.2006, Nr. 4047.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Beurteilung der geologischen Situation wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- a) Auswertung vorhandener Daten;
- b) Feldgeologische Erhebungen;
- c) Durchführung von 2 Kernbohrungen (jeweils 10m);
- d) SPT-Versuche (6);
- e) 2 Peilrohre;
- d) Seismische Untersuchung zur Bestimmung der Transversalwellen – VS30.

4. Geologischer Bericht

4.1. Geologisches Modell der Zone

Das Bauareal liegt innerhalb des Ortskerns der Gemeinde Marling, orogr. rechts der Etsch, an der LS5, auf einer Kote von ca.375m ü.d.M..

Aus geomorphologischer Sicht befindet sich das Bauareal, auf einem flach, mit ca. 2° gegen süd-west geneigten Gelände, inmitten von Moränenablagerungen und oberflächlichen künstlichen Aufschüttungen.

Aus regionalgeologischer Sicht wird das Untersuchungsgebiet dem Ostalpin zugeordnet.

4.2. Stratigraphische Situation

Wie aus den durchgeführten Kernbohrungen ersichtlich ist, besteht der Boden oberflächennah aus einem gemischtkörnigen Aufschüttmaterial, gefolgt von Sand – Feinsand (kiesig, schluffig – Bodentyp I- Ia), der bis in eine Tiefe von ca. – 3,6m anzutreffen ist. Liegend davon befindet sich eine geringmächtige Schicht aus Torf (ca. – 3,6m bis – 4,5m, Bodentyp Ib), die ausschließlich in der Bohrung S1 auftritt, gefolgt von einem „sandigen Schluff, kiesig“ (ca. – 4,5m bis – 7,2m, Bodentyp II), der schließlich in „Kies, mit sandiger, schluffiger Matrix“ (Bodentyp III) übergeht.

4.3. Seismisches Modell der Zone

Laut Verordnung des Präsidenten des Ministerrates vom 20.3.2003 Nr.3274 liegt die Gemeinde Marling in der Erdbebenzone 4.

Aufbauend auf die geologischen Allgemeinkenntnisse der Zone, fällt das Bauareal nach den obigen gesetzlichen Bestimmungen in die Bodenkatgorie „E“ (Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali con valori di V_{S30} simili a quelli di tipi C o D) fallen. Für diesen Bodentyp gilt $S= 1,25$.

In der Gemeinde Marling gilt ein a_g von 0,05g, so dass folgender max. Beschleunigungswert angegeben werden kann:

$$a_{\max} = a_g \times S$$
$$0.05 \times 1,25 = 0.0625g$$

4.4. Hydrogeologische Situation

Aufgrund der Grundwassermessungen, die im Rahmen der durchgeführten Kernbohrungen durchgeführt wurden, sind die aktuellen Grundwasserstände im Baubereich bekannt (Bohrung S1 bei - 4,13m u.GOK und bei der Bohrung S2 bei - 4,55m u.GOK). Die Wasserzufuhr wird vom Osten (Hang) her vermutet, was auch durch allgemeine Erfahrungswerte in dieser Zone belegt werden kann. So wird z.B. berichtet, dass es beim Bau der Raika in unmittelbarer Nähe große Probleme mit Wassereintritten in die Baugrube gegeben hat und in der Baugrube „ein See“ entstanden ist. In der Tat lässt der stratigraphische Aufbau und die festgestellte Torfschicht einen ehemaligen fluvioglazialen kleinen See vermuten, der sich Richtung N erstreckt hat und der dann verlandet ist. Es ist somit kein Zufall, dass die Wasserstände auch heute noch mit diesen Schichten korrelieren. Aus der durchgeführten Seismik, aber auch aus anderen baugelogischen Untersuchungen im Dorfbereich von Marling ist auch in nicht allzu großer Tiefe (<20 m) anstehender Fels zu erwarten, der mit der hangenden Grundmoräne einen Stauer bildet, sodass in der Folge praktisch das ganze Hangwasser relativ oberflächennah zufließt.

Aufgrund dieser Kenntnisse, wird vorgeschlagen im nord-westlichen Bereich das Grundwasser, bzw. Bergwasser mittels einer künstlichen Abdichtung z.B. durch das Düsenstrahlverfahren oder z.B. „Jet Grouting“ von der Baugrube fernzuhalten. Gleichzeitig kann dadurch im NW das Wasser gezielt durch Drainagen im Übergangsbereich zur Pfahlwand (die aus Platzgründen errichtet werden muss) gesammelt und abgeleitet werden (Anlage 3b und 4b).

Durchlässigkeit

Der Durchlässigkeitsbeiwert der baurelevanten Bodentypen kann, in Abhängigkeit von der Kornzusammensetzung und dem Verdichtungsgrad, wie folgt angenommen werden (nach DIN 18130 TI 1):

Boden	Durchlässigkeit	K _r -Wert geschätzt
Bodentyp I	Durchlässig	10 ⁻⁴ -<10 ⁻⁶ m/s
Bodentyp Ia	Durchlässig-schwach durchlässig	10 ⁻⁵ -<10 ⁻⁷ m/s
Bodentyp Ib	durchlässig	10 ⁻⁴ -<10 ⁻⁶ m/s
Bodentyp II	Durchlässig-schwach durchlässig	10 ⁻⁴ -<10 ⁻⁸ m/s
Bodentyp III	Schwach durchlässig	10 ⁻⁶ -<10 ⁻⁸ m/s

4.5. Bodenmechanische Kennzeichen der Böden

Unter Berücksichtigung der vor Ort durchgeführten Feldversuche, der Auswertung der SPT Versuche nach Liao and Whitmann (1986) and Wolff (1989) und unter Einbeziehung von Erfahrungswerten, können folgende Bodenkennwerte angegeben werden:

Aufschüttung – Gemischtkörniger Boden „Sand-Kiesgemisch,“:
Dieser Boden wird überall entfernt

Bodentyp I und Ia: Feinsand-kiesig-Feinsand Schluffig

Korngröße	Sand - Kies
Größtkorndurchmesser	Kies Sand
Farbe	Braun
Verhalten (geotechnisch)	Bindig- leicht bindig
Vorkommen in :	Bohrung S1 und S2
Bodenwichte, erdfeucht	$\gamma = 18-19 \text{ KN/m}^3$
Bodenauftriebswichte	$\gamma' = 8-9 \text{ KN/m}^3$
Innerer Reibungswinkel	$\varphi = 30^\circ-32^\circ$
Kohäsion, dräniert	$c' = 3-5 \text{ KN/m}^2$
Kohäsion undräniert	$c_u = 3-8 \text{ KN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 30-40 \text{ MN/m}^{2**}$

**Erfahrungswert und nach Einsicht in DIN 1055 Teil 2

Charakteristische Bodenkennwerte V_k

Wichte	$\gamma_k = 18.5 \text{ KN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 31^\circ$
Kohäsion c'	$c'_k = 4 \text{ KN/m}^2$
Kohäsion c_u	$c_{uk} = 5 \text{ KN/m}^2$
Steifemodul E_s	$E_s = 35 \text{ MN/m}^2$

Bodentyp Ib: Torf

Korngröße	Torf
Größtkorndurchmesser	Torf
Farbe	Schwarz
Verhalten (geotechnisch)	bindig
Vorkommen in :	Bohrung S1
Bodenwichte, erdfeucht	$\gamma = 11-13 \text{ KN/m}^3$
Bodenauftriebswichte	$\gamma' = 1-3 \text{ KN/m}^3$
Innerer Reibungswinkel	$\varphi = 15^\circ$
Kohäsion, dräniert	$c' = 2-5 \text{ KN/m}^2$
Kohäsion undräniert	$c_u = 5-20 \text{ KN/m}^2$
Streifenmodul	$E_s = 1.5 \text{ MN/m}^2$ **

**Erfahrungswert und nach Einsicht in DIN 1055 Teil 2

Charakteristische Bodenkenwerte V_k

Wichte :	$\gamma_k = 12 \text{ KN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 15^\circ$
Kohäsion c'	$c'_k = 3 \text{ KN/m}^2$
Kohäsion c_u	$c_{uk} = 10 \text{ KN/m}^2$
Stiefemodul E_s	$E_s = 1.5 \text{ MN/m}^2$

Bodentyp II: Gemischtkörniger Boden - sandiger Schluff, kiesig

Korngröße	Schluff - Sand
Größtkorndurchmesser	Kies
Farbe	Grau
Verhalten (geotechnisch)	bindig
Vorkommen in :	Bohrung S1 und S2
Bodenwichte, erdfeucht	$\gamma = 19-21 \text{ KN/m}^3$
Bodenauftriebswichte	$\gamma' = 9-11 \text{ KN/m}^3$
Innerer Reibungswinkel	$\varphi = 30^\circ-32^\circ$
Kohäsion, dräniert	$c' = 2-3 \text{ KN/m}^2$
Kohäsion undräniert	$c_u = 3-8 \text{ KN/m}^2$
Streifenmodul	$E_s = 20-50 \text{ MN/m}^2$ **

**Erfahrungswert und nach Einsicht in DIN 1055 Teil 2

Charakteristische Bodenkennwerte V_k

Wichte :	$\gamma_k = 19,5 \text{ KN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 31^\circ$
Kohäsion c'	$c'_k = 3 \text{ KN/m}^2$
Kohäsion c_u	$c_{uk} = 4 \text{ KN/m}^2$
Steifemodul E_s	$E_s = 40 \text{ MN/m}^2$

Bodentyp III: Gemischtkörniger Boden - Kies, mit sandiger, schluffiger Matrix

Korngröße	Kies - Sand
Größtkorndurchmesser	Kies
Farbe	Grau
Verhalten (geotechnisch)	bindig
Vorkommen in :	Bohrung S1 und S2
Bodenwichte, erdfeucht	$\gamma = 20-21 \text{ KN/m}^3$
Bodenauftriebswichte	$\gamma' = 10-11 \text{ KN/m}^3$
Innerer Reibungswinkel	$\varphi = 33^\circ-35^\circ$
Kohäsion, dräniert	$c' = 1-5 \text{ KN/m}^2$
Kohäsion undräniert	$c_u = 3-10 \text{ KN/m}^2$
Streifenmodul	$E_s = 70-90 \text{ MN/m}^{2**}$

**Erfahrungswert und nach Einsicht in DIN 1055 Teil 2

Charakteristische Bodenkennwerte V_k

Wichte :	$\gamma_k = 20,5 \text{ KN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 34^\circ$
Kohäsion c'	$c'_k = 2 \text{ KN/m}^2$
Kohäsion c_u	$c_{uk} = 5 \text{ KN/m}^2$
Steifemodul E_s	$E_s = 85 \text{ MN/m}^2$

5. Geotechnischer Bericht

5.1. Geotechnisches Modell des Baubereichs

Wie aus den Profilschnitten ersichtlich ist, liegt der geplante Gründungsbereich teilweise im Bodentyp II und teilweise im Bodentyp III (s. Anlage 4b). Aufgrund der bodenmechanisch sehr unterschiedlichen Bodentypen, ist ein Bodenaustausch erforderlich (s. Anlage 4a und 4b), um akzeptable homogene Gründungsverhältnisse zu erreichen. Um die genaue Höhe des Bodenaustausches festzulegen, wird vorgeschlagen, auf Gründungsebene entsprechende Kontrollschürfe durchzuführen, um dann die def. Höhe des Austausches (geschätzt max. 1.5m), der Situation angepasst, festzulegen.

Der Austauschboden soll auch dazu dienen, den Baugrund langfristig entsprechend zu entwässern, aber vor allem während der Bauphase trocken zu halten. Durch den geplanten bergseitigen Dichtschirm und durch die bereits realisierte Verbauung im S (Vereinshaus), bleibt der zu erwartende Wasserzufluss auf den NW-Bereich konzentriert.

Der Dichtschirm selbst muss überall ausreichend in den Bodentyp III eingebunden sein (s. Anlage 4b), um auch die entsprechende bergseitige Wasserzufuhr massiv reduzieren zu können. Der gesamte Wasseranfall wird mit 5-10l/s, nach längeren Regenperioden, geschätzt.

5.2. Bestimmung der zulässigen Bodenpressung:

Aufgrund der hydrogeologisch-stratigraphischen Situation wird empfohlen, den gesamten Baukörper auf einer Platte zu gründen und als wasserdichte Wanne auszubilden.

Nach erfolgtem Aushub ist die Gründungsfläche von der BL zu kontrollieren.

Nach Durchführung des vorgeschlagenen Bodenaustausches, sind entsprechende Lastplattenversuche durchzuführen, um den fachgerechten Einbau zu gewährleisten.

Es wird **empfohlen die zulässige Bodenpressung von 200kN/m² nicht zu überschreiten.**

5.3. Stabilität des Aushubes und Hinweise zur Baugrubensicherung (Anlage 3b,4a,4b)

Aufgrund der Platzverfügbarkeit können nicht überall offene Aushubböschungen angelegt werden. Bereiche, bei denen aus Platzgründen kein offener Aushub möglich ist, sind mit Kleinbohrpfählen abzusichern (s. Anlage 3b). Ein solcher Bereich befindet sich im Norden des Bauareals, wobei die gesamte nördliche Aushubfront mit Kleinbohrpfählen abzusichern ist. Dabei ist jedoch zu beachten, dass lokal mit anströmendem Wasser zu rechnen ist, was zu Nachbruch zwischen den Pfählen führen kann, sodass zusätzlich die Anbringung von Spritzbeton vorgesehen werden muss und Drainagebohrungen, zur kontrollierten Ableitung des Wassers.

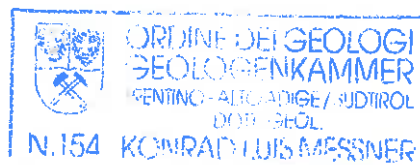
Die westliche und östliche Aushubfront, also der Bereich, wo der Dichtschirm geplant ist, kann mittels offenen Aushubböschungen realisiert werden, wobei die Böschung der westlichen Aushubfront mit 50°-60° und die östliche mit 45° angegeben werden kann (ohne Wasserzufuhr). Diese Winkel sind vor Ort von der BL zu verifizieren und die Sicherheit nachzuweisen.

6. Schlussfolgerungen

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen, ist die Baufläche aus geologisch-hydrogeologischer und geotechnischer Sicht geeignet, das vorgesehene Projekt zu realisieren.

Der Geologe:

Dr. geol. K. Messner



Algund, am 27.07.2012

Relazione geologica

1. Premessa		2
2. Norme		2
3. Indagini eseguite		2
4. Relazione geologica		3
4.1 Modello geologico della zona		3
4.2 Situazione stratigrafica		3
4.3 Modello sismico della zona		3
4.4 Situazione idrogeologica		3
4.5 Caratteristiche geomeccaniche dei terreni		5
5. Relazione geotecnica		8
5.1 Modello geotecnico dell'area di edificazione		8
5.2 Determinazione del carico massimo ammissibile		8
5.3 Stabilità dei fronti di scavo e indicazioni per la loro sicurezza		9
6. Conclusioni		9

Allegati

Allegato 1	Corografia	1 : 25.000
Allegato 2	Carta geologica geomorfologica	1 : 10.000
Allegato 3a	Planimetria	1 : 250
Allegato 3b	Planimetria interventi proposti	1 : 250
Allegato 4a	Profilo geotecnico A - A	1 : 200
Allegato 4b	Profilo geotecnico B - B	1 : 200
Allegato 5	Stratigrafie dei sondaggi	
Allegato 6	Indagini geosismiche per la determinazione delle onde trasversali VS30	

Premessa

Su incarico del comune di Marlengo è stata eseguita un'indagine geologico-geotecnica per il progetto "Caserma dei vigili del fuoco di Marlengo – C.C. Marlengo", avente per oggetto la definizione della situazione geologica per la costruzione in oggetto in rapporto al tipo di sottosuolo, alla falda acquifera, alla portanza del terreno e alla stabilità dei fronti di scavo.

Il parere è stato redatto in conformità al D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni" e costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione edilizia.

2. Norme

Si è tenuto conto della seguente normativa:

- Decreto Ministeriale 14.01.2008;
- Testo unico – Norme tecniche per le costruzioni – NTC
- Indicazioni per l'utilizzo della NTC – DM 14.01.2008 – Circolare 02.02.2009
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20.03.2003 n. 3274
- Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale - Allegato al voto n.36 de. 27.07.2007
- Norme per la sicurezza da eventi sismici – Delibera della Giunta Provinciale del 06.11.2006, n. 4047.

3. Indagini eseguite

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

- a) Elaborazione ed esame dei dati esistenti;
- b) Indagini di campagna
- c) Esecuzione di due sondaggi (ciascuno 10 m)
- d) Prove SPT (6)
- e) Due piezometri
- f) Indagini sismiche del sottosuolo per la determinazione delle onde trasversali - VS30.

4. Relazione geologica

4.1 Modello geologico della zona

L'area di indagine si trova nel centro abitato di Marlengo, in destra orografica del fiume Adige, al margine della S.P. 5, ad una quota di ca. 375 m s.l.m.

Dal punto di vista geomorfologico l'area si trova su un terreno con lieve pendenza di 2° verso sud-ovest, in corrispondenza di depositi morenici e superficialmente terreno di riporto.

Dal punto di vista dell'inquadramento geologico l'area fa parte delle alpi orientali.

4.2 Situazione stratigrafica

Come risulta dai sondaggi eseguiti, il terreno superficialmente è costituito da terreno misto di riporto, seguito da sabbia e sabbia fine (ghiaiosa, limosa – terreno tipo I) fino ad una profondità di ca. 3,6 m. Al di sotto è presente uno strato sottile di torba (ca. da 3,6 a 4,5 m – Terreno tipo Ib) riscontrato esclusivamente nel sondaggio S1 e quindi sabbia limosa ghiaiosa (ca. 4,5 – 7,2 m terreno tipo II) con al di sotto "ghiaia con matrice sabbiosa-limosa (terreno tipo III).

4.3 Modello sismico della zona

In base all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20.03.2003, n. 3274 il comune di Marlengo risulta ubicato nella zona sismica 4.

In considerazione delle conoscenze generali della zona, l'area di edificazione rientra in base alla normativa sopra citata in un terreno di categoria "E" (Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali con valori di V_{S30} simili a quelli dei tipi C o D ...). Per tale tipo di terreno vale $S = 1,25$.

Nel comune di Marlengo a_g è pari a 0,05 g, e pertanto può essere assunto il seguente valore massimo di accelerazione:

$$a_{\max} = a_g \times S$$
$$0,05 \times 1,25 = 0,0625 \text{ g}$$

4.4. Situazione idrogeologica

In base alle misure del livello della falda acquifera effettuate nell'ambito dell'esecuzione dei sondaggi geognostici, è noto il livello attuale della falda

acquifera in corrispondenza dell'area di edificazione (sondaggio S1 -4,13 m sotto p.c. e nel sondaggio S2 -4,55 m sotto p.c.).

L'apporto idrico si suppone avvenga da est (versante) e tale situazione è anche confermata dalle conoscenze della situazione in tale zona. Infatti ad es. è stato riferito, che in occasione della costruzione della Cassa rurale nelle immediate vicinanze vi siano stati grossi problemi in seguito a consistenti venute d'acqua nello scavo e che si è formato in pratica un lago.

In effetti la conformazione stratigrafica e la presenza di uno strato torboso fa supporre la presenza in passato di un piccolo lago fluvioglaciale che si estendeva in direzione nord, poi interratosi. Non è pertanto un caso che il livello della falda si correla bene con tali strati.

In base alle indagini sismiche eseguite, ma anche in base ad altre indagini geologico-geotecniche eseguite nella zona dell'abitato di Marlengo, risulta che ad una profondità non molto elevata (< 20m) è presumibile il substrato roccioso, il quale assieme alla morena di fondo rappresenta un substrato impermeabile e pertanto in pratica tutta l'acqua di versante circola in strati relativamente superficiali.

In base a tali conoscenze si propone di proteggere lo scavo dalle infiltrazioni di acqua di falda e di versante con la realizzazione di un'impermeabilizzazione artificiale ad es. con iniezioni o ad es. "Jet Grouting". Allo stesso tempo a NO l'acqua può essere raccolta e fatta defluire con appositi drenaggi realizzati in corrispondenza del passaggio alla parete palificata che deve essere comunque realizzata per mancanza di spazio (vedi allegati 3b e 4b).

Permeabilità

I coefficienti di permeabilità dei terreni rilevanti per la costruzione possono essere assunti in rapporto alla granulometria e al grado di costipazione come segue (ai sensi della DIN 18130 TI 1):

Terreno	Permeabilità	Valore Kf stimato
Terreno tipo I	Permeabile	10^{-4} -< 10^{-6} m/s
Terreno tipo Ia	Permeabile – poco permeabile	10^{-5} -< 10^{-7} m/s
Terreno tipo Ib	Permeabile	10^{-4} -< 10^{-6} m/s
Terreno tipo II	Permeabile – poco permeabile	10^{-4} -< 10^{-8} m/s
Terreno tipo III	Poco permeabile	10^{-6} -< 10^{-8} m/s

4.5 Parametri geomeccanici dei terreni

Considerando le indagini geognostiche eseguite sul posto, l'elaborazione delle prove SPT secondo Liao and Whimann (1986) and Wolff (1989) e considerando l'esperienza, è possibile assegnare i seguenti parametri geomeccanici ai terreni:

Terreno di riporto – Terreno a granulometria mista “misto di sabbia e ghiaia”
Questo tipo di terreno viene asportato ovunque.

Terreno tipo I e Ia: sabbia fine ghiaiosa – sabbia fine limosa

Granulometria	Sabbia - ghiaia
Diametro massimo	Ghiaia sabbia
Colore	bruno
Comportamento (geotecnico)	Coeso – leggermente coeso
Presenza rilevata	Sondaggio S1 e S2
Peso di volume, umido	$\gamma = 18-19 \text{ KN/m}^3$
Peso di volume terreno saturo	$\gamma' = 8-9 \text{ KN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi = 30^\circ-32^\circ$
Coesione, drenata	$c' = 3-5 \text{ KN/m}^2$
Coesione, non drenata	$c_u = 3-8 \text{ KN/m}^2$
Modulo sforzi deformazione	$E_s = 30-40 \text{ MN/m}^2$ **

** valore in base all'esperienza e vista la norma DIN 1055 parte 2

Parametri caratteristici del terreno V_k

Peso di volume	$\gamma = 18,5 \text{ KN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi'_k = 31^\circ$
Coesione c'	$c'_k = 4 \text{ KN/m}^2$
Coesione c_u	$c_{uk} = 5 \text{ KN/m}^2$
Modulo sforzi deformazioni E_s	$E_s = 35 \text{ MN/m}^2$

Terreno tipo IIb: torba

Granulometria	Torba
Diametro massimo	Torba
Colore	nero
Comportamento (geotecnico)	Coeso
Presenza rilevata	Sondaggio S1

Peso di volume, umido	$\gamma = 11-13 \text{ KN/m}^3$
Peso di volume terreno saturo	$\gamma' = 1-3 \text{ KN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi = 15^\circ$
Coesione, drenata	$c' = 2-5 \text{ KN/m}^2$
Coesione, non drenata	$c_u = 5-20 \text{ KN/m}^2$
Modulo sforzi deformazione	$E_s = 1.5 \text{ MN/m}^{2**}$

** valore in base all'esperienza e vista la norma DIN 1055 parte 2

Parametri caratteristici del terreno Vk

Peso di volume	$\gamma = 12 \text{ KN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi'_k = 15^\circ$
Coesione c'	$c'_k = 3 \text{ KN/m}^2$
Coesione c_u	$c_{uk} = 10 \text{ KN/m}^2$
Modulo sforzi deformazioni E_s	$E_s = 1,5 \text{ MN/m}^2$

Terreno tipo II: terreni misti – limo sabbioso, ghiaioso

Granulometria	Limo - sabbia
Diametro massimo	Ghiaia
Colore	grigio
Comportamento (geotecnico)	Coeso
Presenza rilevata	Sondaggio S1 e S2
Peso di volume, umido	$\gamma = 19-21 \text{ KN/m}^3$
Peso di volume terreno saturo	$\gamma' = 9-11 \text{ KN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi = 30^\circ-32^\circ$
Coesione, drenata	$c' = 2-3 \text{ KN/m}^2$
Coesione, non drenata	$c_u = 3-8 \text{ KN/m}^2$
Modulo sforzi deformazione	$E_s = 20-50 \text{ MN/m}^{2**}$

** valore in base all'esperienza e vista la norma DIN 1055 parte 2

Parametri caratteristici del terreno Vk

Peso di volume	$\gamma = 19,5 \text{ KN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi'_k = 31^\circ$
Coesione c'	$c'_k = 3 \text{ KN/m}^2$
Coesione c_u	$c_{uk} = 4 \text{ KN/m}^2$
Modulo sforzi deformazioni E_s	$E_s = 40 \text{ MN/m}^2$

Terreno tipo III: terreni misti – ghiaia in matrice sabbiosa limosa

Granulometria	Ghiaia sabbia
Diametro massimo	Ghiaia
Colore	grigio
Comportamento (geotecnico)	Coeso
Presenza rilevata	Sondaggio S1 e S2
Peso di volume, umido	$\gamma = 20-21 \text{ KN/m}^3$
Peso di volume terreno saturo	$\gamma' = 10-11 \text{ KN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi = 33^\circ-35^\circ$
Coesione, drenata	$c' = 1-5 \text{ KN/m}^2$
Coesione, non drenata	$c_u = 3-10 \text{ KN/m}^2$
Modulo sforzi deformazione	$E_s = 70-90 \text{ MN/m}^{2**}$

** valore in base all'esperienza e vista la norma DIN 1055 parte 2

Parametri caratteristici del terreno V_k

Peso di volume	$\gamma = 20,5 \text{ KN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi'_k = 34^\circ$
Coesione c'	$c'_k = 2 \text{ KN/m}^2$
Coesione c_u	$c_{uk} = 5 \text{ KN/m}^2$
Modulo sforzi deformazioni E_s	$E_s = 85 \text{ MN/m}^2$

5. Relazione geotecnica

5.1 Modello geotecnico dell'area di edificazione

Come risulta dalle sezioni stratigrafiche, il livello di posa delle fondazioni è ubicato in parte nel terreno di tipo II ed in parte nel terreno tipo III (vedi allegato 4b).

In base alle notevoli differenze geomeccaniche dei terreni è necessario eseguire una sostituzione di terreno (vedi allegati 4a e 4b) al fine di raggiungere una situazione abbastanza omogenea al piano di appoggio delle fondazioni. Al fine di definire con esattezza lo strato di terreno da sostituire, si propone di eseguire al livello delle fondazione scavi di controllo e quindi effettuare la sostituzione del terreno in base alla situazione riscontrata (max. ca. 1,5 m).

La sostituzione del terreno ha anche lo scopo di garantire a lungo termine un idoneo drenaggio dell'area edificata, ma soprattutto per mantenere asciutto lo scavo durante la fase di costruzione. Con il setto impermeabile previsto a monte e l'edificazione già presente a sud (casa della cultura) l'apporto idrico previsto sarà concentrato nella zona NO.

Il setto impermeabile deve essere impostato ovunque in modo idoneo nello strato di terreno tipo III (vedi allegato 4b) al fine di ridurre in modo massiccio l'apporto d'acqua da monte. L'apporto complessivo di acqua dopo periodi piovosi può essere valutato in 5 – 10 l/s.

5.2 Determinazione del carico massimo ammissibile

In base alla situazione idrogeologica e stratigrafica riscontrata si consiglia di poggiare l'intera costruzione su una fondazione a platea da realizzare come vasca impermeabile.

A scavo eseguito il piano delle fondazioni va esaminato e verificato dalla DL.

Completata la proposta sostituzione del terreno vanno eseguite prove di carico a piastra al fine di verificare e garantire la corretta posa del terreno di riporto.

Si consiglia di non superare un **carico massimo ammissibile di 200 kN/m²**.

5.3 Stabilità dei fronti di scavo e indicazioni per la loro sicurezza (allegati 3b, 4a, 4b)

In considerazione della disponibilità di spazio non sono possibili ovunque fronti di scavo aperti. Zone nelle quali non sono possibili fronti di scavo aperti vanno previsti consolidamenti con micropali (vedi allegato 3b). Una zona di questo tipo si trova lungo il lato nord dell'area, lato che deve essere consolidato per tutto il fronte con una palificata di micropali. Nella realizzazione di tale consolidamento si dovrà però tenere conto che localmente sono possibili venute d'acqua rilevanti che possono causare franamenti tra i pali e pertanto è necessario trattare tali zone ulteriormente con Spritzbeton e installare tubi di drenaggio per l'eduazione controllata dell'acqua.

I fronti ad ovest e est dove si prevede la realizzazione dell'impermeabilizzazione del fronte, possono essere realizzati con scavi a fronte aperto; per lo scavo ad ovest è possibile un angolo di scarpa di 50°-60° e per quello a est di 45° (senza venute d'acqua). Tali angoli di scarpa vanno verificati dalla DL sul posto al fine di verificarne la sicurezza.

6. Conclusioni

In base alle indagini eseguite l'area di edificazione risulta idonea dal punto di vista geologico, idrogeologico e geotecnico alla realizzazione del progetto.

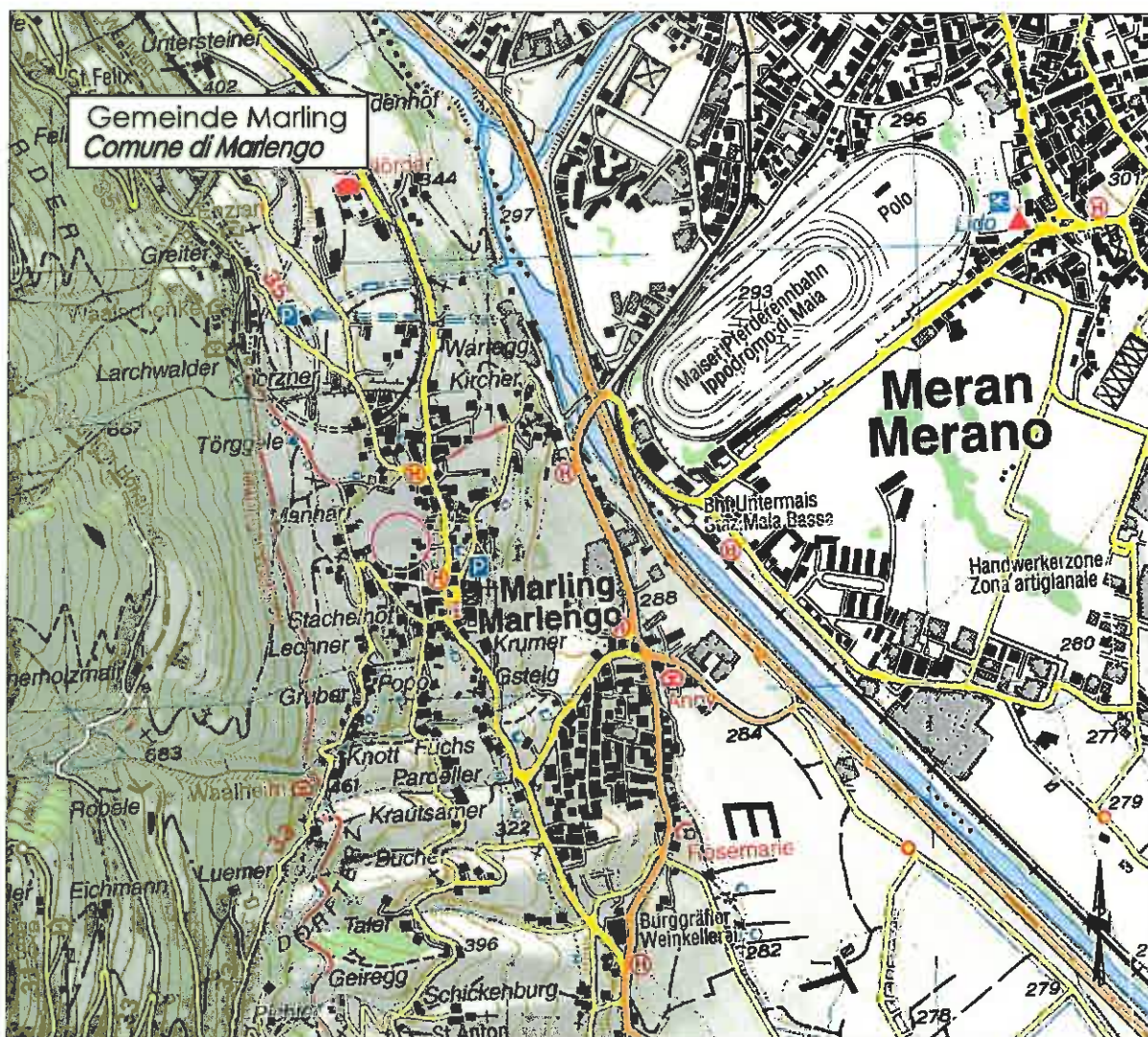
Il geologo :

Dr. geol. Konrad Messner



Lagundo, 27.07.2012

Anlagen Allegati



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



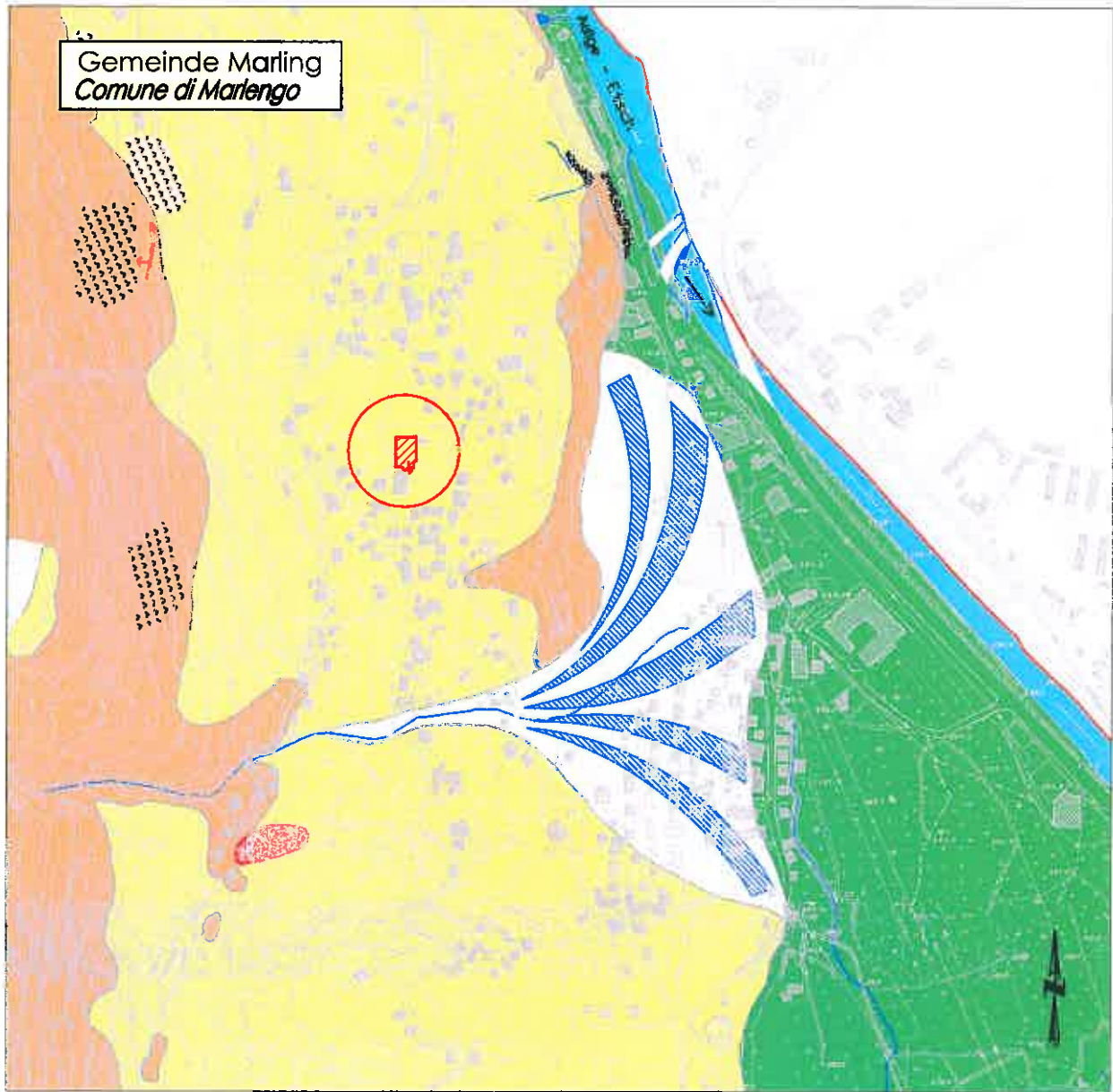
Untersuchungsgebiet
Zona di indagine

GPS UTM WGS84 (663722,39/5169132,45)

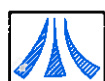
Anlage 2
Allegato

Geologische Karte

Carta geologica



Legende - Legenda



Schwemmkegel
Conoide di detritico



Talalluvionen
Alluvioni di fondovalle



Moräne
Morena



Fels
Roccia



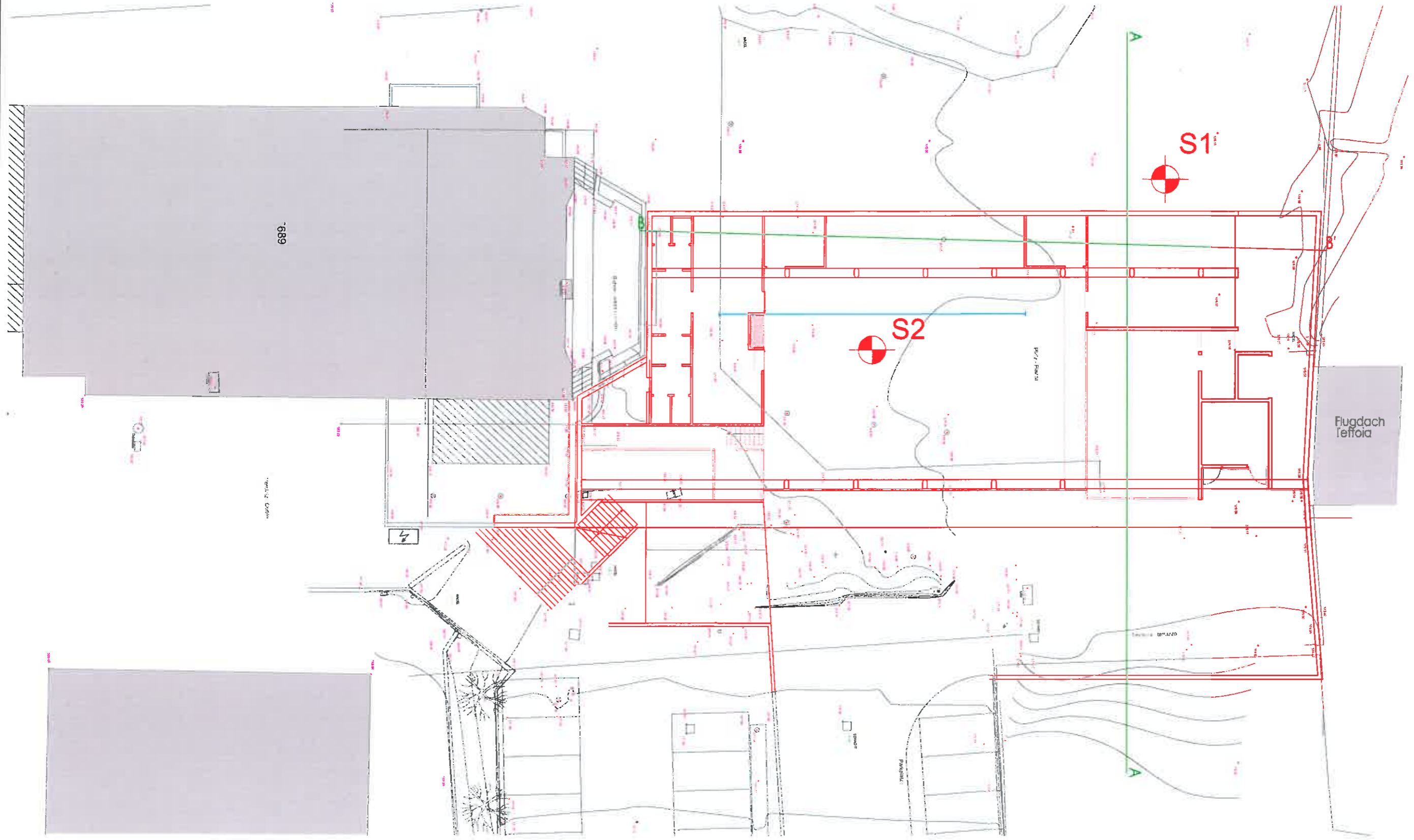
Rutschung
Frana



Oberflächengewässer
Corsi d'acqua superficiale



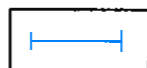
Bauareal
Area di progetto



Legende - Legenda



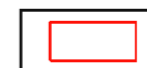
Geologischer Schnitt
Sezione geologica



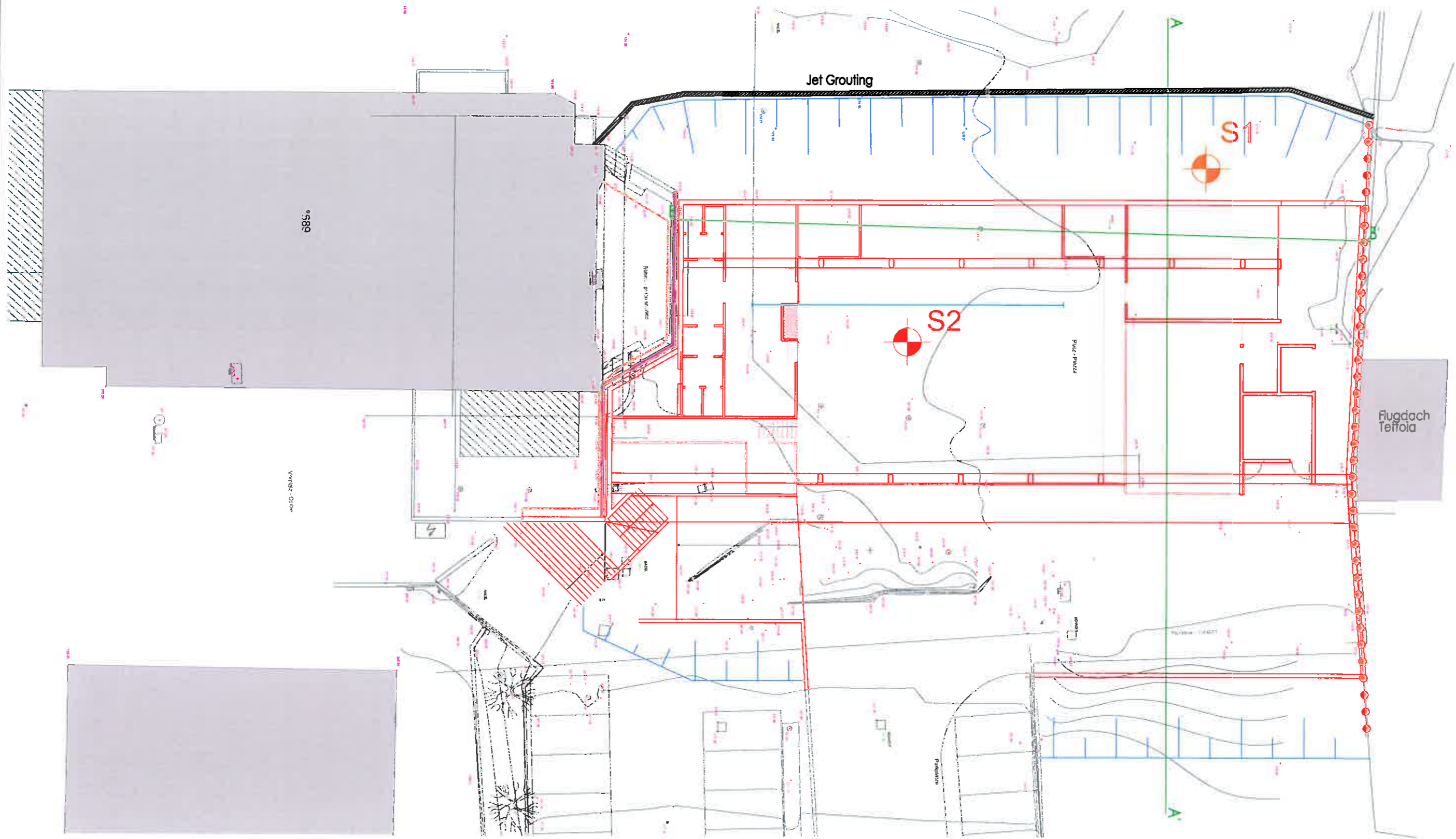
Seismik
Sismica




Kernbohrung
Sondaggio a carotaggio



Bauareal
Area di costruzione



Legende - Legenda

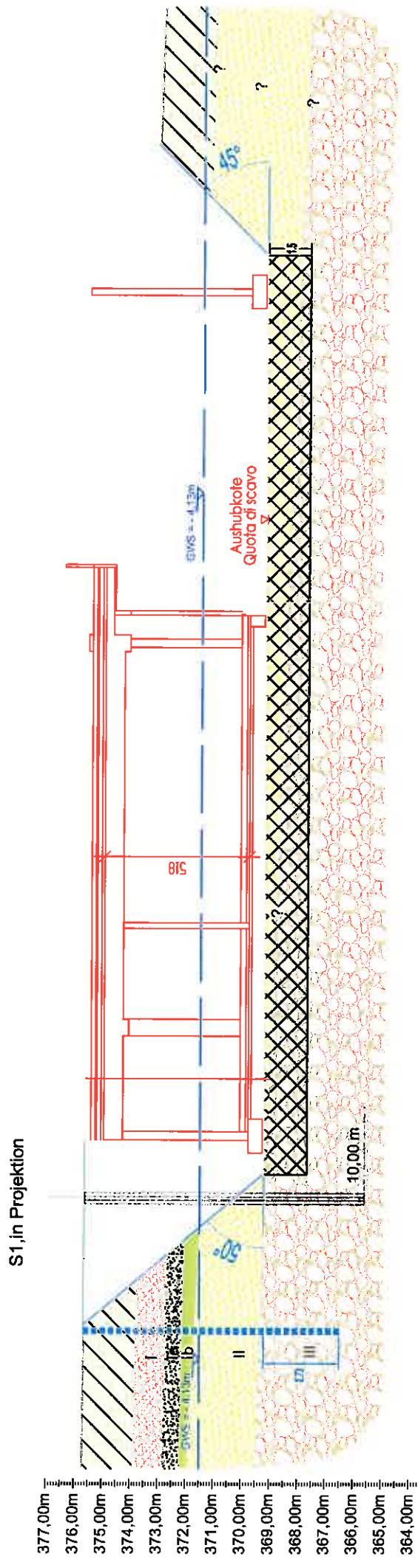
	Geologischer Schnitt Sezione geologica		Kleinbohrpfähle Micropali		Kernbohrung Sondaggio a carotaggio		Jet Grouting Jet Grouting
	Seismik Sismica		Untermauerung Sottomurazione		Böschung Scarpata		Bauareal Area di costruzione

Geologisch - geotechnischer Profilschnitt A-A'

Profilo geologico - geotecnico A-A'

1 : 200

Anlage 4a
Allegato



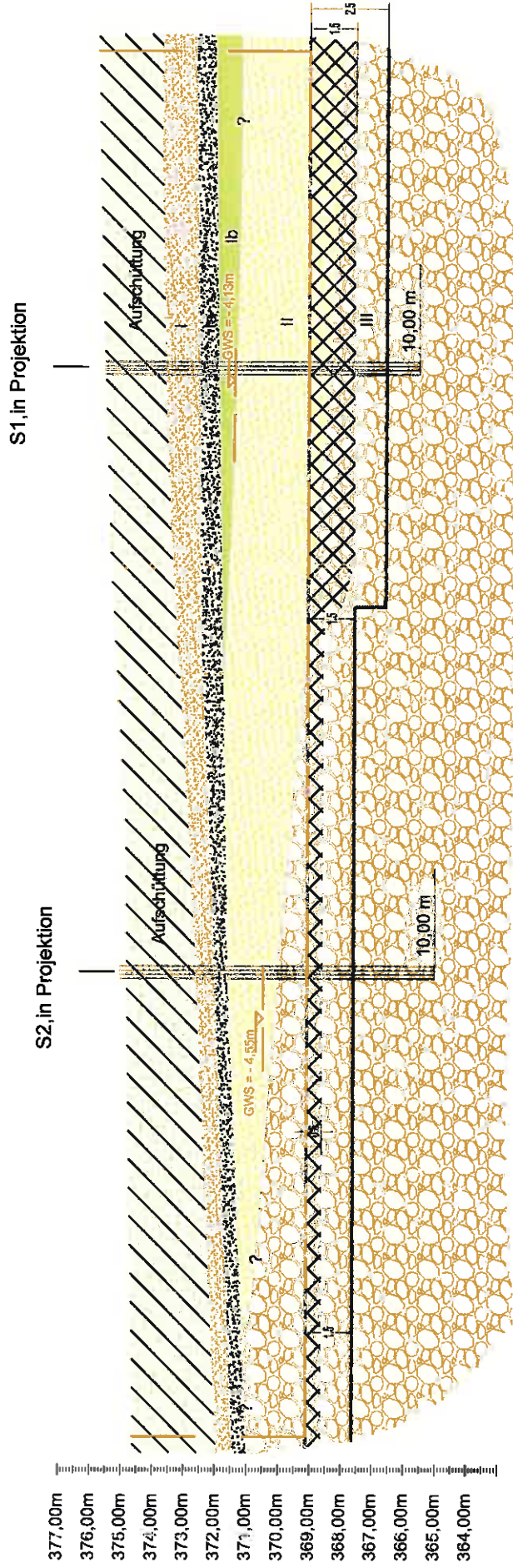
Legende / Legenda

	Aufschüttung Ripporto		Torf Torba		Bodenaustausch Sostituzione del terreno
	Feinsand, kiesig Sabbia fine, ghiaiosa		Sandiger Schluff, kiesig Limo sabbioso, ghiaioso		Neubau Costruzione nuova
	Feinsand, schluffig Sabbia fine, limosa		Kies, mit sandiger, schluffiger Matrix Ghiaia, con matrice sabbiosa, limosa		Kerbohrung, in Projektion Sondaggio a carotaggio, in proiezione
					Grundwasserstand (28 Juni 2012) Quota della falda (28 giugno 2012)
					Jet Grouting Jet Grouting

Geologisch - geotechnischer Profilschnitt B-B' Profilo geologico - geotecnico B-B'

1 : 200

Anlage 4b
 Allegato



Legende / Legenda

	Aufschüttung Ripporto		Torf Torba		Kernbohrung, in Projektion Sondaggio a carotaggio, in proiezione		Bodenaustausch Sostituzione del terreno
	Feinsand, kiesig Sabbia fine, ghiaiosa		Sandiger Schluff, kiesig Limo sabbioso, ghiaioso		Grundwasserstand (28 Juni 2012) Quota della falda (28 giugno 2012)		Neubau Costruzione nuova
	Feinsand, schluffig Sabbia fine, limosa		Kies, mit sandiger, schluffiger Matrix Ghiaia, con matrice sabbiosa, limosa		Unterkante Abdichtung (Jet Grouting) Livello base del Jet Grouting		

Anlage 5
Allegato

Bohrdokumentation

Documentazione dei sondaggi

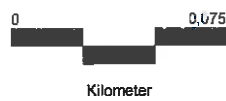


Marling (BZ) - Festplatz

UTM
32 North
WGS 1984

N

Maßstab 1:2.500



MERAN.SSF

02/07/2012

GPS Pathfinder[®]Office
 **Trimble**



Marleno (BZ) - S1 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 5.00



Marleno (BZ) - S1 - Box 2 - m 5.00 ÷ m 10.00



Marlengo (BZ) - S2 - Box 1 - m 0.00 ÷ m 5.00



Marlengo (BZ) - S2 - Box 2 - m 5.00 ÷ m 10.00

Tipo di carot. e ϕ mm	Rivestimento e ϕ mm	Spessore strato in	Profondità m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Perc. carotaggio	R.q.D. %	Campioni	PROVE IN SITU						NOTE ED OSSERVAZIONI				
									Profondità	Standard Penetration Test			N.S.P.T	Tipo di punta		Pocket Pen. MPa	Vane Test MPa	Quota falda H	Piezometro
										0-15 g	15-30 g	30-45 g							

Carotiere semplice ϕ 101 mm		ϕ 127 mm	
1	0.60	0.60	3.00
2	0.40	0.40	3.00
3	0.70	0.70	3.00
4	0.90	0.90	6.00
5			6.00
6			6.00
7			9.00
8			9.00
9			9.00
10	5.00	5.00	10.00
11			
12			
13			
14			
15			

Installato piezometro ϕ 2", con pozzetto car-rabile; cieco m 0.00 + 3.00, fessurato m 3.00 + 10.00.
 Coordinate espresse con il sistema UTM WGS 84.

4.55

Livello di falda misurato da p.c..



Anlage 6
Allegato

Seismische Untersuchung zur Bestimmung der Transversalwellen – VS30

**Indagine sismica per la definizione delle
onde sismiche di taglio – VS30**

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

**GEMEINDE MARLING
COMUNE DI MARLENGO**

**SEISMISCHE
UNTERSUCHUNG ZUR
BESTIMMUNG DER
TRANSVERSALWELLEN –
VS30**

entsprechend dem M.D. 14/01/2008 und des
Rundschreibens des C.S.LL.PP. 617/2009
„Anleitungen für die Anwendung der
Technischen Normen für Bauten gemäß M.D.
14. Januar 2008“

**INDAGINE SISMICA
PER LA DEFINIZIONE
DELLE ONDE SISMICHE DI
TAGLIO - VS30**

ai sensi del D.M. 14/01/2008 e della Circolare
del C.S.LL.PP. 617/2009 "Istruzioni per
l'applicazione delle Norme tecniche per le
costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008"



NEUBAU DER FEUERWEHRHALLE IN MARLING

COSTRUZIONE DEL MAGAZZINO DEI VIGILI DEL FUOCO

AUFTRAGGEBER:
Gemeinde Marling
Kirchplatz 1
39020 Marling



Brixen / Bressanone 13/07/2012

SEISMISCHE UNTERSUCHUNG ZUR BESTIMMUNG DER SEISMISCHEN TRANSVERASALWELLEN – VS30

entsprechend dem M.D. 14/01/2008 und dem Rundschreiben des C.S.LL.PP. 617/2009 „Anleitung für die Anwendung der Technischen Normen für Bauten gemäß M.D. 14. Januar 2008“

1 SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN – BESTIMMUNG DER VS30 UND DER VIBRATIONSPerioden – ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Im Untersuchungsgebiet wurde eine seismische Untersuchung durchgeführt, um in Übereinstimmung mit den NTC, dem M.D. 14. Januar 2008 und den dazugehörigen Anwendungsrichtlinien des C.S.LL.PP, Circ. 617/2009 (14. März 2009) die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Vs innerhalb der ersten 30m unterhalb der Gründungsfläche zu bestimmen (NTC, Absatz 3.2.2).

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

Für das Untersuchungsgebiet wird auch die Abschätzung der eventuellen Hauptschwingzeiten des Bodens wiedergegeben (hervorgerufen durch steife Schichten oder ähnlichem). Der Vergleich derselben mit der Abschätzung der Schwingzeit der geplanten Struktur erlaubt die Prüfung von eventuell möglichen Verstärkungserscheinungen, die durch Resonanzphänomene hervorgerufen werden können.

Die durchgeführten Untersuchungen sind:

INDAGINE SISMICA PER LA DEFINIZIONE DELLE ONDE SISMICHE DI TAGLIO VS30

ai sensi del D.M. 14/01/2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009
"Istruzioni per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008"

1 INDAGINE SISMICA – DEFINIZIONE DELLE VS30 E PERIODI DI VIBRAZIONE – RISULTATI DI SINTESI

Nel sito in esame è stata eseguita una indagine sismica al fine di valutare, in ottemperanza alle NTC, D.M. 14 gennaio 2008 e alle relative istruzioni del C.S.LL.PP, Circ. 617/2009 (14 marzo 2009), la velocità di propagazione delle Vs relativa ai primi trenta metri di profondità al di sotto del previsto piano fondazionale (NTC, paragrafo 3.2.2).

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

Per l'area in esame si fornisce infatti anche la stima di eventuali periodi principali di vibrazione del terreno (causati dalla presenza di substrati rigidi o assimilabili), il confronto di questi con la stima dei periodi di vibrazione della struttura in progetto consente di verificare se sono possibili fenomeni amplificativi dovuti a risonanza.

L'indagine in oggetto è consistita nell'esecuzione di:

- Nr. 1 passive seismische Untersuchung REMI (Geophonauslage mit 12 Geophonen; Länge=33 m);
- Nr. 1 aktive seismische Untersuchung MASW entlang derselben Geophonauslage;
- Nr. 2 passive seismische punktuelle Untersuchung HVSR

In der Karte im Anhang 1 ist die Lage der Untersuchungen dargestellt.

In den Kapiteln 2.1, 2.2 und 2.3 am Ende des Textes sind die Durchführungsarten sowie die technischen Eigenschaften des verwendeten Geräts beschrieben. Für dieses werden außerdem auch die theoretischen Grundlagen für die Interpretation und die entsprechenden bibliographischen Bezugsdaten wiedergegeben. Nachfolgend sind die erhaltenen Daten der Untersuchungen dargestellt:

Vs 30

Die Ausarbeitung der durchgeführten Untersuchungen sind im Detail in den Tabellen der Anlage wiedergegeben. Bezüglich der Analysen wird hervorgehoben, dass die MASW- und REMI Untersuchungen vorwiegend zur Bestimmung von Vs in den ersten Metern benutzt wurden, während die HVSR-Untersuchungen vorwiegend zur Erkundung von steifen Untergründen und in der Folge zur Ermittlung des Verlaufs von Vs im Untergrund verwendet wurden. Bei der Erstellung des Modells wurden zudem die stratigraphischen Kenntnisse des Areal sowie die regionalen stratigraphischen Kenntnisse berücksichtigt.

Die MASW- und die REMI- Untersuchung haben analoge Ergebnisse geliefert, mit einer geringmächtigen oberflächlichen Schicht, charakterisiert durch niedrige Vs- Werte von ca. 160 m/s. Darauf folgen in der Tiefe mehrere Anstiege für Vs. Dies geht auch aus den HVSR-Untersuchungen hervor. Letztere haben die Präsenz einer deutlich steiferen Schicht (in einer Tiefe von ca. 15 m unter GOK) aufgezeigt, mit Vs- Werten über 400 m/s.

Das geschätzte Modell der Vs30 ergibt

- N. 1 indagine sismica passiva tipo REMI (stendimento 12 geofoni; lunghezza 33 m);
- N. 1 indagine sismica attiva tipo MASW lungo lo stesso stendimento;
- N. 2 indagini sismiche passive a stazione singola tipo HVSR;

Le indagini sono state eseguite nell'area indicata nella planimetria in allegato 1.

Nei paragrafi a fine testo 2.1, 2.2 e 2.3 sono descritte le modalità esecutive nonché le caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata per effettuare le indagini eseguite, per queste vengono inoltre riportate le basi teoriche relative all'interpretazione ed i corrispondenti riferimenti bibliografici. Direttamente a seguire sono riportati i risultati ottenuti dalle indagini:

Vs 30

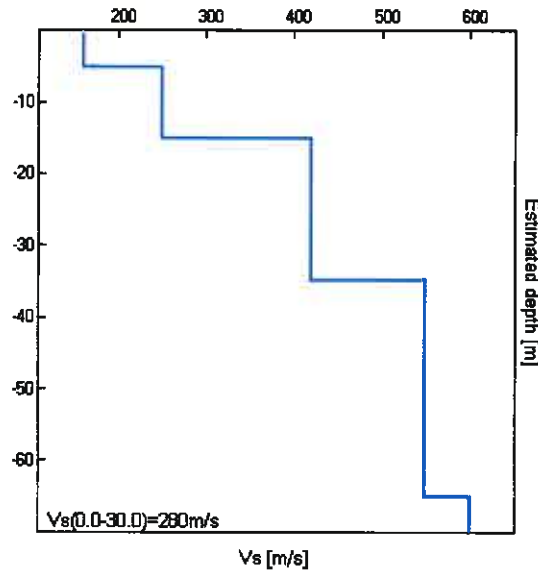
Le elaborazioni delle indagini eseguite sono dettagliatamente riportate nei tabulati in Allegato. Per quanto riguarda l'analisi si evidenzia che le indagini MASW e REMI sono state prevalentemente utilizzate per valutare le Vs nei primi metri in approfondimento mentre le indagine HVSR sono state prevalentemente utilizzate per valutare la presenza di substrati rigidi in profondità e di conseguenza l'andamento delle Vs in approfondimento. Nella definizione del modello si sono inoltre considerate le conoscenze stratigrafiche specifiche del sito e le conoscenze stratigrafiche regionali.

Le indagini MASW e REMI hanno fornito risultati analoghi, con un modesto strato superficiale, caratterizzato da basse Vs pari a ca. 160 m/s. Poi a seguire in ulteriore approfondimento alcuni incrementi delle Vs. Ciò è anche confermato dalle indagini HVSR. Queste hanno evidenziato la presenza in profondità (a circa 15 metri dal p.c.) di un significativo orizzonte più rigido con valori di Vs maggiori a 400 m/s.

Il modello di stima delle Vs30 è risultato con

folgendes Tiefenprofil:

il seguente profilo in approfondimento:



Für das Untersuchungsgebiet ergibt sich somit ein Wert für die Vs30 von ca. **280 m/sec.**

Per il sito in esame si è quindi definito un valore delle Vs30 pari a circa **280 m/sec.**

Laut der aktuellen Literatur (Castellaro, Mulargia, usw...) muss ein steifer Horizont nicht nur im Falle von $V_s > 800$ m/sec berücksichtigt werden, sondern auch wenn sich ein deutlicher Kontrast ergibt. Im vorliegenden Fall kann dies somit berücksichtigt werden.

Da considerare che da bibliografia recente (Castellaro, Mulargia, ecc...) un orizzonte rigido deve essere considerato tale non solo quando supera V_s di 800 m/sec ma anche quando genera un contrasto elevato. Il caso in oggetto può essere considerato quindi come tale.

Unter Berücksichtigung dessen und basierend auf der Tabelle 3.2.II der NTC, entfällt der untersuchte Untergrund in die **Kategorie E.**

In considerazione di ciò e sulla base della Tabella 3.2.II delle NTC la categoria di sottosuolo a cui ascrivere il terreno in oggetto risulta nella **categoria E.**

Tabella 3.2.II - *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi effioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{PT,10} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{PT,10} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{PT,10} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni del sottosuolo di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III - *Categorie aggiuntive di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

SCHWINGZEIT

Mithilfe der HVSR - Untersuchung war es außerdem möglich, die Hauptschwingfrequenzen des Bodens zu bestimmen. Um eine doppelte Resonanz zu vermeiden, die die Bebenauswirkungen verstärken könnten, ist ein Vergleich der Bodenschwingungen mit den Schwingungen der geplanten Struktur geeignet.

Für den untersuchten Untergrund ergibt sich eine Resonanzfrequenz von ca. 3 – 4 Hz.

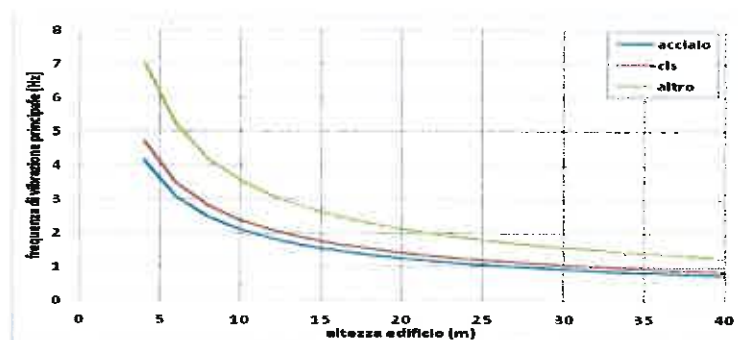
Die Schätzung basiert auf den Angaben der NTC (MD 14.01.2008), Absatz 7.3.3.2, wo es heißt "per costruzioni civili o industriali che non superino i 40 m di altezza e la cui massa sia approssimativa-mente uniformemente distribuita lungo l'altezza T1 può essere stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, utilizzando la formula seguente: $T = C \times H^{3/4}$, wobei gilt: H entspricht der Gebäudehöhe in Metern von der Gründungsfläche, C ist ein Parameter, der vom Material der Struktur abhängt.

PERIODO DI VIBRAZIONE

Tramite l'indagine HVSR è stato inoltre possibile definire le principali frequenze di vibrazione del terreno. Al fine di evitare fenomeni di doppia risonanza in grado di amplificare gli effetti del sisma è infatti opportuno confrontare le frequenze di vibrazione del terreno con quelle previste per la struttura in progetto.

Nel sottosuolo in oggetto la principale frequenza di vibrazione del terreno è risultata a ca. 3 – 4 Hz.

Si riporta a seguito nel grafico la preliminare valutazione della frequenza di vibrazione principale per edifici stimata sulla base di quanto indicato nelle NTC (DM 14.01.2008) paragrafo 7.3.3.2 ovvero, "per costruzioni civili o industriali che non superino i 40 m di altezza e la cui massa sia approssimativamente uniformemente distribuita lungo l'altezza T1 può essere stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, utilizzando la formula seguente: $T = C \times H^{3/4}$, dove: H è l'altezza della costruzione, in metri dal piano di fondazione, C parametro dipendente dal materiale della struttura.



Es handelt sich um typische Frequenzen für Gebäude und deswegen ist es auch notwendig den Untergrund als Kategorie E zu klassifizieren. Die Auswertung eines möglichen Auftreten von Resonanzphänomenen obliegt auf jeden Fall dem Projektanten.

Si tratta di frequenze tipiche anche per edifici e anche in considerazione di ciò è opportuno classificare il terreno in Categoria E. E' in ogni caso a cura della Progettazione la verifica della possibile insorgenza di fenomeni di risonanza.

2 TECHNISCHE ANGABEN UND EIGENSCHAFTEN DER GERÄTE

In der Anlage sind die detaillierten Auswertungen der Untersuchungen dargestellt.

2.1 PASSIVE SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN – HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

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

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

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

Technische Eigenschaften des verwendeten Geräts und der durchgeführten Untersuchungen:

Empfänger: Tromino Engy
Versuchsfrequenz: 128 Hz
Aufnahmezeit: 12 Minuten

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

2 NOTE TECNICHE E CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE

In allegato sono riportati i report dettagliati delle elaborazioni delle indagini.

2.1 INDAGINE SISMICA PASSIVA - HVSR (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO)

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

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

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

Caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata e dell'indagine eseguita:

Strumento acquisitore: Tromino Engy
Frequenza di campionamenti: 128 Hz
Tempo di acquisizione: 12 minuti

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

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

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

Durch diese Methode erhält man die Verteilungskurve der Oberflächenwellen. Aus dieser wird im Anschluss eine Inversion des Steifemodells des Untergrunds durchgeführt bis man die beste Übereinstimmung zwischen den Versuchs- und theoretischen Daten erhält, ebenso wird der V_{s30} für jede Schicht im Untergrund ermittelt.

Technische Eigenschaften des verwendeten Geräts und der durchgeführten Untersuchungen:

Verwendetes Gerät: Digitaler Seismograph Soilspy Rosina

Anzahl der Geophone: 12 zu 4,5 Hz

Abstand Geophone: 3,0 m

Länge der Versuchsanordnung: 33 m

Versuchsfrequenz: 1028 Hz

Aufnahmezeit: bis zu 3 sec

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

2.3 PASSIVE SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN – REMI (REFRACTION MICROTREMOR)

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

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

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

Technische Eigenschaften des verwendeten Geräts und der durchgeführten Untersuchungen:

Verwendetes Gerät: Digitaler Seismograph Soilspy Rosina

Anzahl der Geophone: 12 zu 4,5 Hz

Abstand Geophone: 3,0 m

Länge der Versuchsanordnung: 33 m

Versuchsfrequenz: 1024 Hz

Aufnahmezeit: bis zu 5 min

Fenster für die Ausarbeitung: 10 sek

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

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

Per mezzo di questo metodo si ottiene la curva di dispersione delle onde superficiali. Da questa viene poi effettuata una inversione del modello di rigidità del sottosuolo fino ad ottenere la miglior corrispondenza tra dati sperimentali e dati teorici, nonché la relativa definizione della V_{s30} per ogni singolo strato individuato nel sottosuolo.

Caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata e dell'indagine eseguita:

Strumento utilizzato: Sismografo digitale Soilspy Rosina

Geofoni: 12 da 4,5 Hz

Interdistanza geofoni: 3,0 m

Lunghezza stendimento: 33 m

Frequenza di campionamento: 1028 Hz

Durata acquisizione: sino a 3 secondi

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

2.3 INDAGINE SISMICA PASSIVA – REMI (REFRACTION MICROTREMOR)

La tecnica di analisi del sottosuolo mediante l'uso dei microtremori prende origine dagli studi e dalle sperimentazioni condotte da J.Louie presso la Nevada University. L'analisi dei microtremori consente di determinare la velocità di propagazione delle onde S anche in aree urbane ove risulterebbe difficoltosa con altre metodologie. Viene effettuata utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno con array lineare o ad elle. Al fine di ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza è da privilegiare l'uso di geofoni con bassa frequenza di risonanza (4-14 Hz raccomandati) e sono da raccomandare tempi lunghi di registrazione. L'uso di un sismografo digitale con elevata dinamica consente di dimezzare la frequenza utile campionabile rispetto a quella nominale dei geofoni impiegati. Si possono così registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range molto elevato che offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle V_s .

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

Caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata e dell'indagine eseguita:

Strumento utilizzato: Sismografo digitale Soilspy Rosina

Geofoni: 12 da 4,5 Hz

Interdistanza geofoni: 3,0 m

Lunghezza stendimento: 33 m

Frequenza di campionamento: 1024 Hz

Durata acquisizione: sino a 5 min

Finestre di elaborazione: 10 sec

Geo Analysis D.H.G. S.N.C.

Seismische, geologische, hydrogeologische und hydraulische Untersuchungen
Indagini e analisi sismiche, geologiche, idrogeologiche e idrauliche
Via Julius Dürst Straße 66 Tel: 0472 971340
39042 Brixen/Bressanone Fax: 0472 971341

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

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

Bressanone, 13/07/2012



GEMEINDE MARLING
 COMUNE DI MARLENGO

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

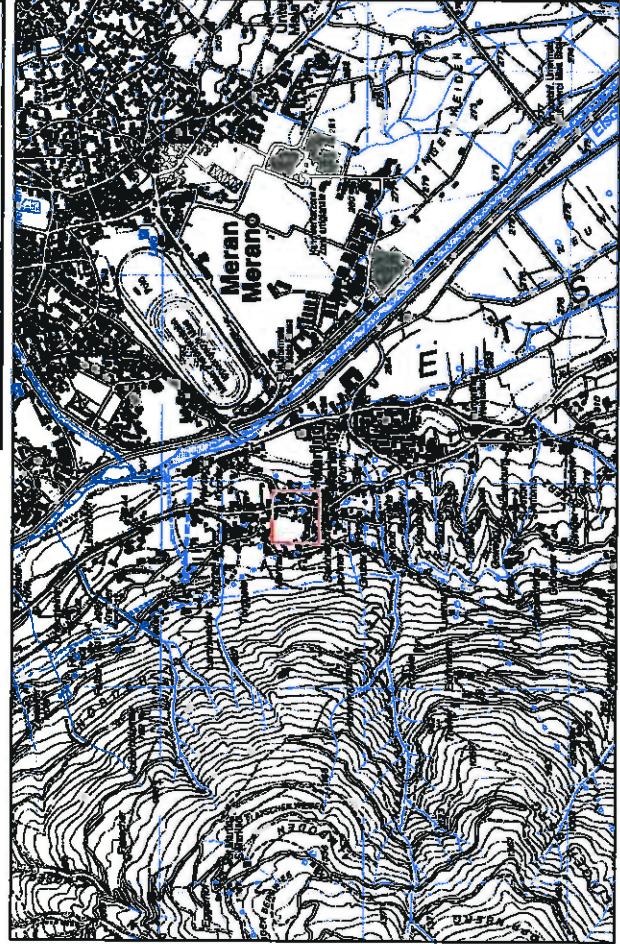
**SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN IN MARLING FÜR DEN
 NEUBAU DER FEUERWEHRHALLE**

**INDAGINI SISMICHE A MARLENGO PER LA COSTRUZIONE
 DEL MAGAZZINO DEI VIGILI DEL FUOCO**

Chorographie
 Corografia



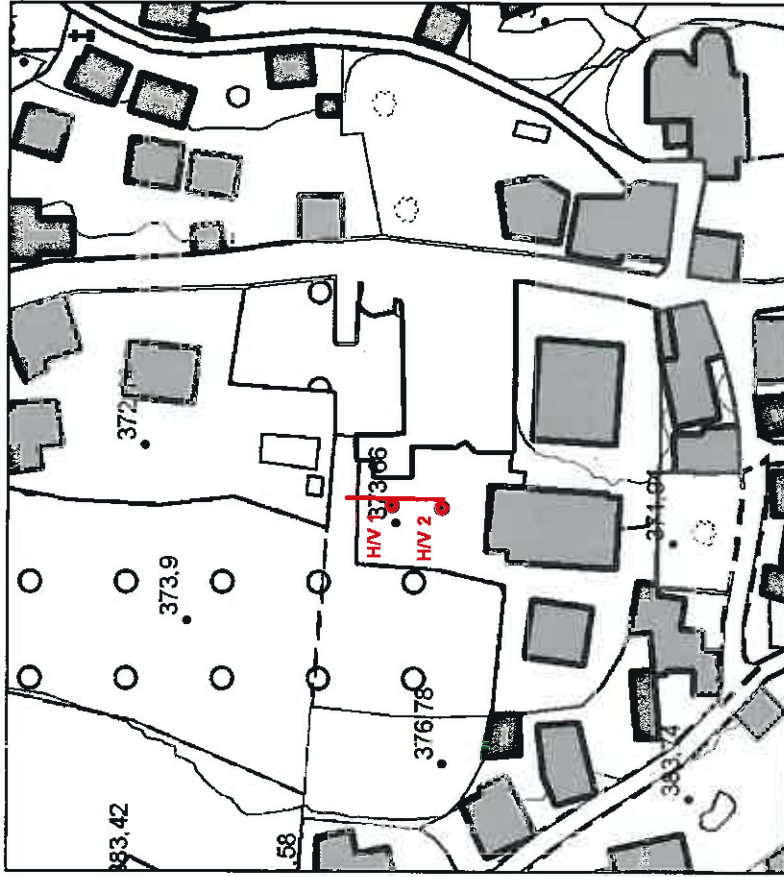
Maßstab / Scala 1:25.000



Auszug aus der topographischen Karte der Provinz im Maßstab 1:25.000 Blatt (D-AM-16)
 Strichliste der Karte der Provinz im Maßstab 1:25.000, Folie 16-AM-16

**Lokalisierung der durchgeführten Untersuchungen
 Localizzazione degli indagini eseguite**

Maßstab / Scala 1:1.500



Auszug aus der technischen Grundkarte der Provinz im Maßstab 1:5000, Blatt 09104
 Strichliste der Karte der Provinz im Maßstab 1:5000, Folie 09104

Legende / Legenda

- passive seismische Untersuchung HVSR
- indagine sismiche passive tipo HVSR
- seismische Geophonauslage
- stendimento sismico

GEMEINDE MARLING
COMUNE DI MARLENGO

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

SEISMISCHE UNTERSUCHUNG HVSR

INDAGINE SISMICA HVSR

MARLING / MARLENGO HVSr1

Instrument: TEP-0050/01-09

Start recording: 09/07/12 10:02:34 End recording: 09/07/12 10:14:35

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Trace length: 0h12'00". Analyzed 75% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

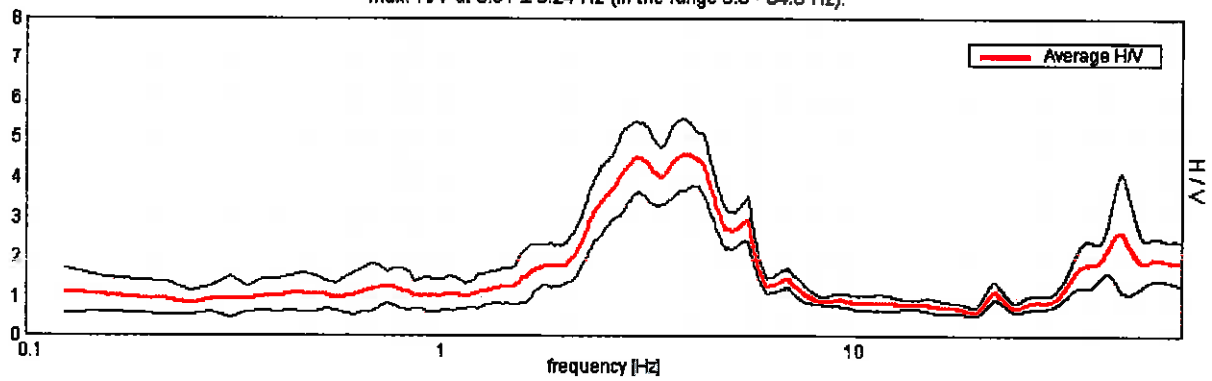
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

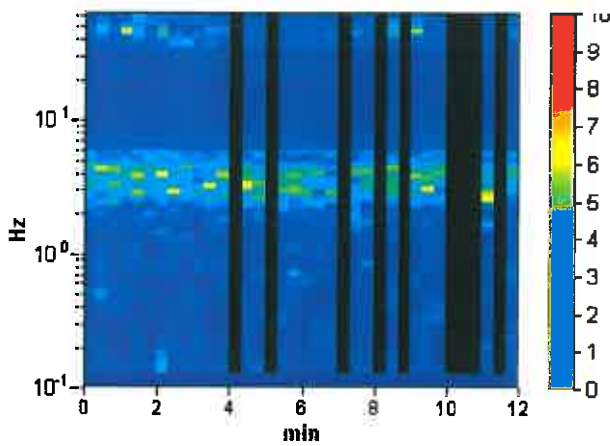
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

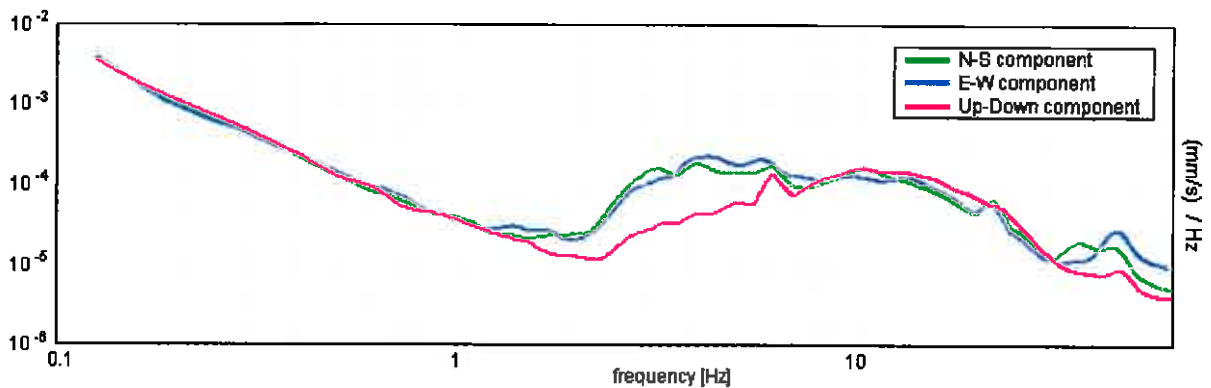
Max. HV at 3.91 ± 0.24 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

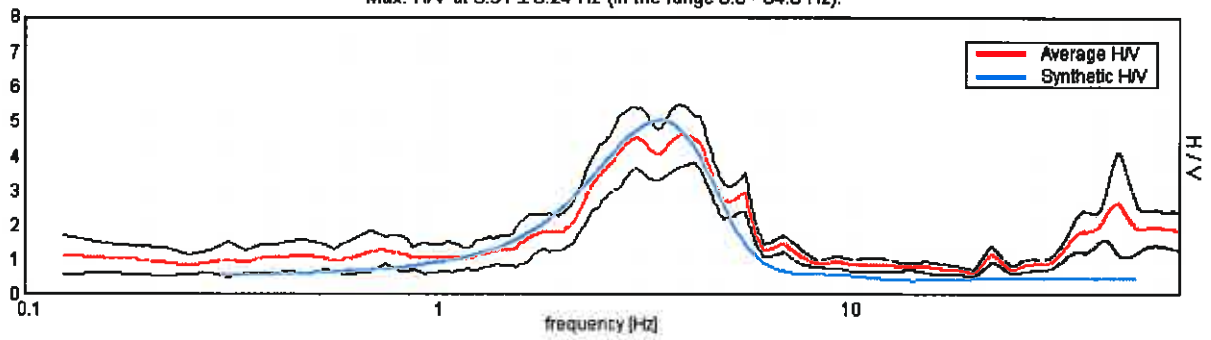


SINGLE COMPONENT SPECTRA



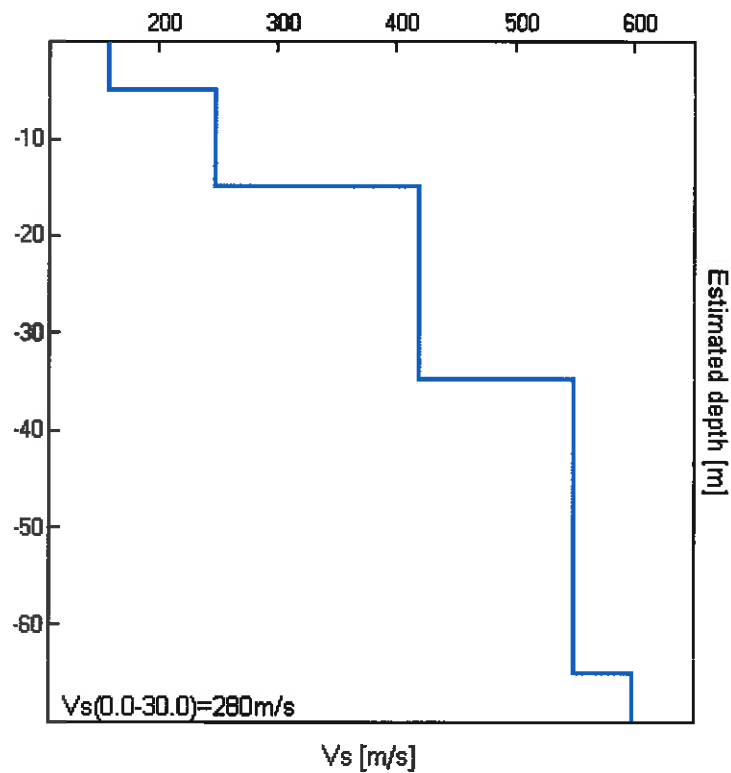
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 3.91 ± 0.24 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
5.00	5.00	160	0.45
15.00	10.00	250	0.45
35.00	20.00	420	0.40
65.00	30.00	550	0.40
inf.	inf.	600	0.40

Vs(0.0-30.0)=280m/s



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

Max. H/V at 3.91 ± 0.24 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	3.91 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2109.4 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 188 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.188 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.58 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0296 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.11563 < 0.19531$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4301 < 1.58$	OK	

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

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

GEMEINDE MARLING
COMUNE DI MARLENGO

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

SEISMISCHE UNTERSUCHUNG REMI

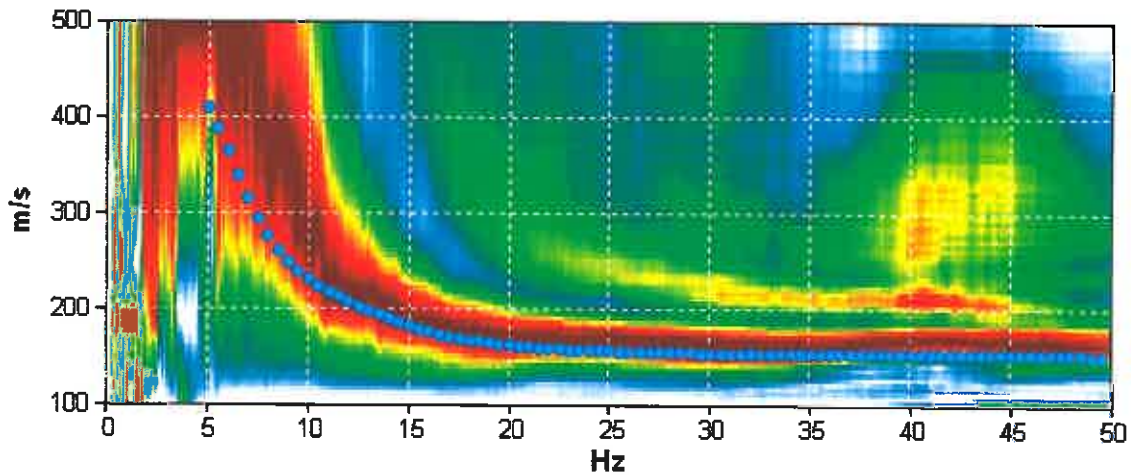
INDAGINE SISMICA REMI

MARLING / MARLENGO ReMi

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

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

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
5.00	5.00	160	0.45
15.00	10.00	250	0.45
35.00	20.00	420	0.40
65.00	30.00	550	0.40
inf.	inf.	600	0.40

Vs(0.0-30.0)=280m/s

