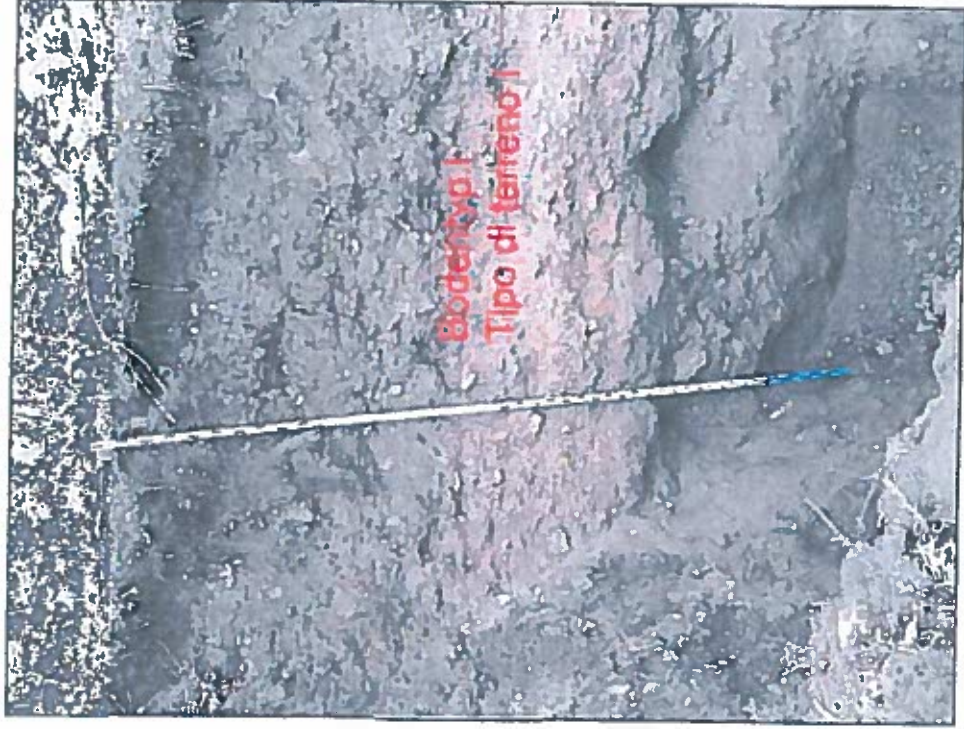


SCHÜRFGRUBE 3 - SCAVO 3

Schichtmächtigkeit (m)	Tiefe ab GOK (m)	Bodeneinheit	Lithologische Beschreibung
5.00	0.00 - 5.00	-	Sandiger Kies, leicht schuttig, lokal lehmig mit Steinen Ghiaia sabbiosa, leggermente limosa, loc. argillosa con sassi

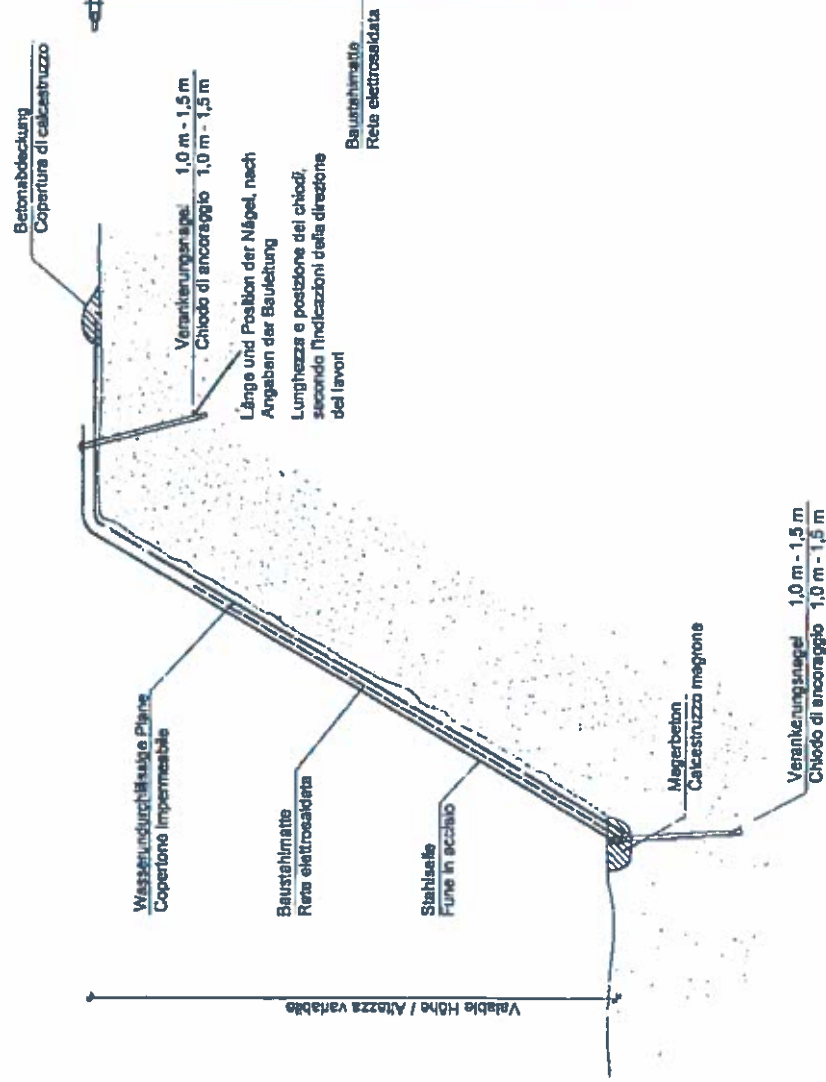


# Baugrubensicherung - Typzeichnung Messa in sicurezza dello scavo - sezione tipo

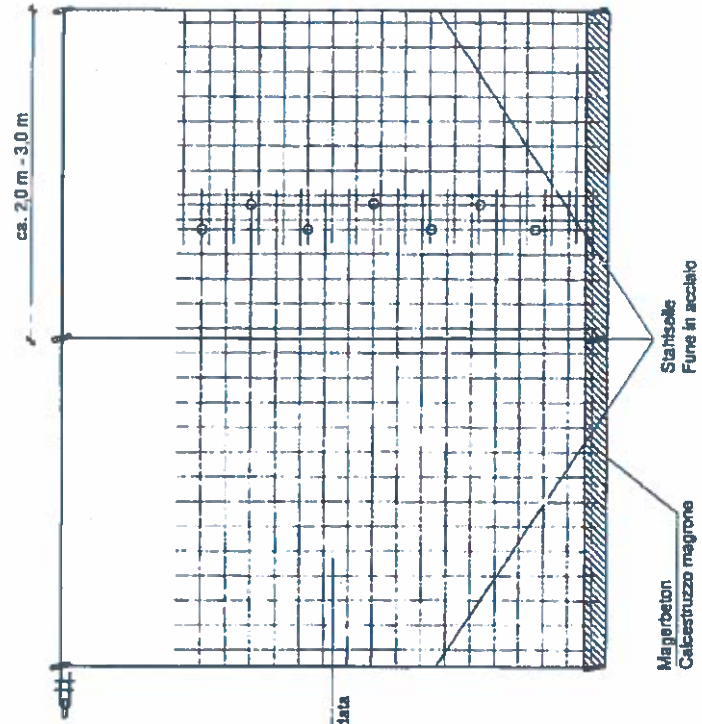
Anlage 6  
Allegato

Maßnahme: Sicherung Typ B  
Intervento: sicurezza tipo B

SCHNITT  
SEZIONE



ANSICHT  
VISTA



Anlage 7  
Allegato

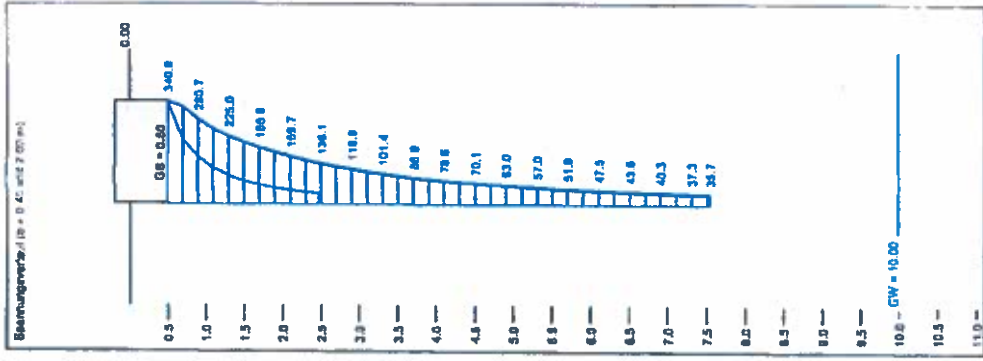
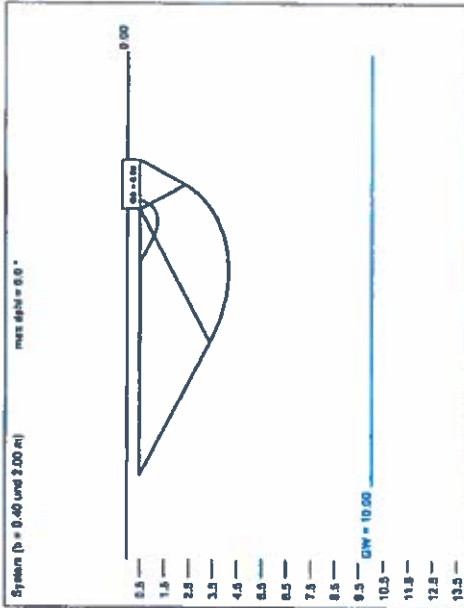
## **Zulässige Bodenpressung**

Programm : GGU-Footing – Berechnung von  
Fundamenten nach  
DIN 4017 und DIN 4019

## **Carico ammissibile**

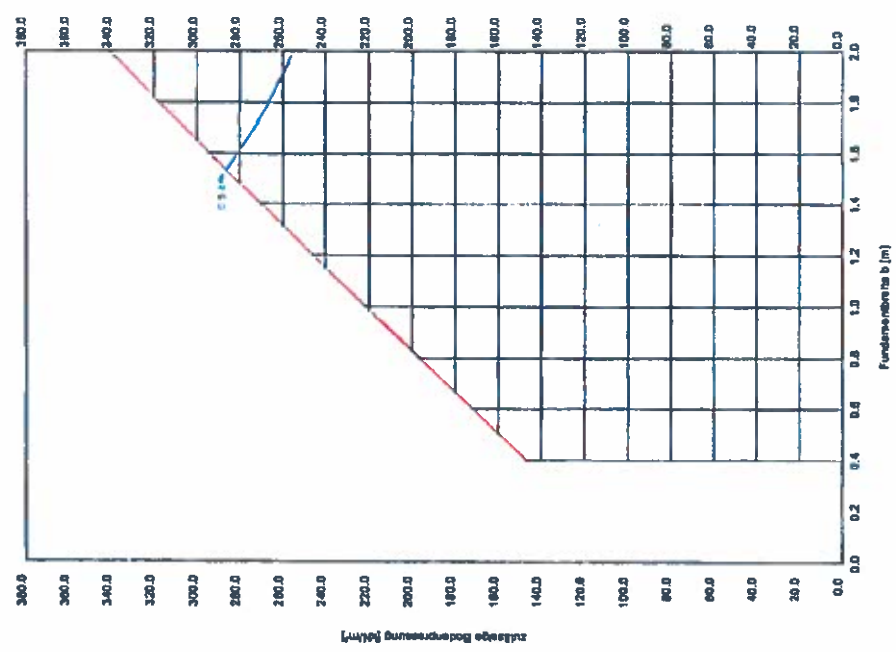
Programma : GGU-Footing - Calcolo della fondazione  
sec. le norme  
DIN 4017 e DIN 4019

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma$ [°]	$c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$v$ [-]	Bezeichnung
□	19.5	9.5	34.0	0.0	85.0	0.00	Bodentyp I



**Berechnungsgrundlagen:**  
 Nale Turbide Streifen  
 Grundnorm nach DIN 4017 (neu)  
 Globaler Sicherheitskonzept  
 Streifenfundament (e = 10.00 m)  
 Bezugsgröße: Last  
 Grundbruchsischerheit = 3.00  
 Grundrutschsischerheit = 0.50  
 Grundwasser = 10.00 m

**Vorbelastung = 80.0 kN/m<sup>2</sup>**  
 Grenzschiefe mit  $p = 20.0\%$   
 Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt  
 zulaufende Bodenpressung  
 ——— Setzungen



z	b	z+d	z+d	a	ca/c	ca/c	$\gamma_z$	$\sigma_0$	$i_s$	UK LS
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]
10.00	0.40	147.1	58.8	0.08*	34.0	0.00	18.50	8.75	2.47	1.23
10.00	0.50	156.8	78.9	0.08*	34.0	0.00	18.50	8.75	2.84	1.42
10.00	0.80	172.4	103.4	0.12*	34.0	0.00	18.50	8.75	3.20	1.80
10.00	0.70	164.9	128.4	0.18*	34.0	0.00	18.50	8.75	3.56	1.78
10.00	0.80	187.3	187.8	0.18*	34.0	0.00	18.50	8.75	3.88	1.87
10.00	0.90	206.7	188.7	0.22*	34.0	0.00	18.50	8.75	4.22	2.15
10.00	1.00	222.9	222.0	0.25*	34.0	0.00	18.50	8.75	4.58	2.34
10.00	1.20	248.3	286.8	0.34*	34.0	0.00	18.50	8.75	5.18	2.70
10.00	1.30	254.4	335.9	0.39*	34.0	0.00	18.50	8.75	5.49	2.88
10.00	1.40	270.4	378.8	0.43*	34.0	0.00	18.50	8.75	5.80	3.07
10.00	1.50	282.3	423.5	0.44*	34.0	0.00	18.50	8.75	6.10	3.25
10.00	1.80	284.2	470.7	0.53*	34.0	0.00	18.50	8.75	6.40	3.44
10.00	1.70	305.9	520.1	0.58*	34.0	0.00	18.50	8.75	6.88	3.82
10.00	1.80	317.8	571.7	0.64*	34.0	0.00	18.50	8.75	7.28	3.98
10.00	1.80	329.2	625.6	0.70*	34.0	0.00	18.50	8.75	7.28	3.98
10.00	2.00	340.8	681.8	0.76*	34.0	0.00	18.50	8.75	7.54	4.17

\* Vorbelastung = 80.0 kN/m<sup>2</sup>

## 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 Spekralkonventionen FFT auf den drei Bodenbewegungskomponenten, wodurch sich das Verhältnis H/V zur Bewertung der Frequenz des Untersuchungsgebietes ergibt. Dieses stellt den grundlegenden Parameter zur Bestimmung von eventuellen seismischen Verstärkungseffekten dar. Ausgehend von diesem ist es möglich, die Geschwindigkeitsentwicklung der Scherwellen Vs bis in eine Tiefe von über 30m unter GOK zu rekonstruieren, indem die Kurve H/V am ersten bekannten stratigraphischen Übergang oder am bekannten Vs-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 Störungs- 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 Spektralampplitude 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: 10 Minuten

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

### 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

## 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 microtremori (sismica passiva) valutando il rapporto spettrale tra le componenti orizzontali e verticali del moto (rapporto H/V). Le principali assunzioni che stanno alla base di questa metodologia sono che i microtremori derivano sia da onde di volume incidenti verticalmente e sia da onde superficiali (prevalentemente di Rayleigh) e che la componente verticale (V) del rumore nel passare dal bedrock alla superfide non subisce amplificazioni. Lo strumento utilizzato per questa analisi registra i microtremori sui tre assi principali, Z; N-S ed E-W.

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

Per l'elaborazione dei dati viene seguita la procedura consigliata nelle linee guida SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations), un progetto di ricerca europeo condotto nel biennio 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 acquirente: Tromino Engy  
 Frequenza di campionamento: 128 Hz  
 Tempo di acquisizione: 10 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 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

**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 ergeben sich Resonanzfrequenzen von ca. 3-3,5Hz.

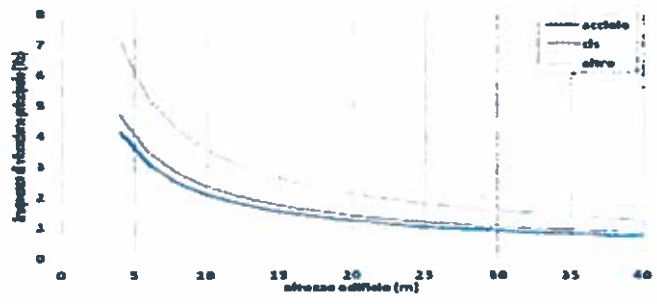
Die Schätzung basiert auf den Angaben der NTC (MD 14.01.2008), Absatz 7.3.3.2, wo es heißt "per costruzioni civili o industriali che non superino i 40 m di altezza e la cui massa sia approssimativa-mente uniformemente distribuita lungo l'altezza T1 può essere stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, 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. 3-3,5Hz.

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 approssimativa-mente uniformemente distribuita lungo l'altezza T1 può essere stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, utilizzando la formula seguente:  $T = C \times H^{3/4}$ , dove: H è l'altezza della costruzione, in metri dal piano di fondazione, C parametro dipendente dal materiale della struttura.



Die Auswertung eines möglichen Auftreten von Resonanzphänomenen obliegt auf jeden Fall dem Projektanten.

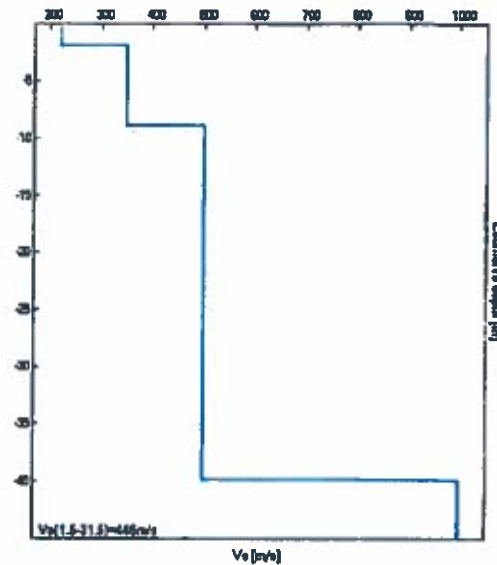
E' in ogni caso a cura della Progettazione la verifica della possibile insorgenza di fenomeni di risonanza.

verdichtete Ablagerungen) in großen Tiefen aufgezeigt (ca. 40m unter GOK) mit deutlichen Anstiegen der Vs-Werte.

fortemente addensati) con incremento significativo delle Vs.

Das geschätzte Modell der Vs30 ergibt folgendes Tiefenprofil:

Il modello di stima delle Vs30 è risultato con il seguente profilo in approfondimento:



Für das Untersuchungsgebiet ergibt sich somit ein Wert für die Vs30 von **450 m/sec.**

Per il sito in esame si è quindi definito un valore delle Vs30 pari a **450 m/sec.**

Basierend auf der Tabelle 3.2.II der NTC und unter Berücksichtigung des erhaltenen Parameters Vs30, entfällt der untersuchte Untergrund in die Kategorie B (360m/sec < Vs < 800m/sec).

Sulla base della Tabella 3.2.II delle NTC e considerando il parametro Vs30 ottenuto la categoria di sottosuolo a cui ascrivere il terreno in oggetto risulta la categoria B (360m/sec < Vs < 800m/sec).

Tabella 3.2.II - Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Terracci rocciosi affioranti o terreni molto e talmente caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, e eventualmente sottostanti in superficie una coltre di ghiaia con spessore medio pari a 3 m.
B	Banco terra e depositi di terreni a grana grossa e media e terreni a grana fine media con depositi con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un probabile miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{60,1,2}$ 30 nei terreni a grana grossa e $N_{60,1,2}$ 250 kPa nei terreni a grana fine).
C	Depositati di terreni a grana grossa media, medio e fini e terreni a grana fine con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un probabile miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $N_{60,1,2}$ 50 nei terreni a grana grossa e $N_{60,1,2}$ 250 kPa nei terreni a grana fine).
D	Depositati di terreni a grana grossa estremamente addensati o di terreni a grana fine di tipo argilloso, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un probabile miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{60,1,2}$ 15 nei terreni a grana grossa e $N_{60,1,2}$ 70 kPa nei terreni a grana fine).
E	Terroni del sottosuolo L, tipo C e D per spessori non superiori a 30 m, presi nel calcolo di riferimento ( $V_{s,30} = 800$ m/s).

Tabella 3.2.III - Categorie aggiuntive di sottosuolo

Categoria	Descrizione
B1	Depositati di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{60,1,2}$ 10 e $N_{60,1,2}$ 20 kPa), che tuttavia non sono di natura di tipo di terreno a grana fine di tipo argilloso, oppure che includono strati 3 m di terra e di argilla sabbiose argillose.
B2	Depositati di terreni caratterizzati da liquefazione di tipo C o D e quindi non compresi in sottosuolo ma rilevabili per via meccanica.

- Nr. 1 passive seismische Untersuchung REMI (Linie mit 12 Geophonen; Länge=33m);
- Nr. 1 aktive seismische Untersuchung MASW (entlang desselben Profils wie oben)
- Nr. 3 passive seismische punktuelle Untersuchung HVSR

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

In den Kapiteln 2.1, 2.2, 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 REMI- und MASW- Untersuchungen vorwiegend zur Bestimmung von Vs in den ersten Metern benutzt wurden, während die HVSR- Untersuchung 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 Arealis sowie die regionalen stratigraphischen Kenntnisse berücksichtigt.

Sowohl die REMI- als auch die MASW- Untersuchung haben analoge Ergebnisse geliefert, mit einer geringmächtigen oberflächlichen Schicht, charakterisiert durch niedrig-mittlere Vs- Werte. Darauf folgen höhere Werte für Vs, welche mit der Tiefe allmählich zunehmen. Dies geht auch aus den HVSR- Untersuchungen hervor (welche vollkommen analoge Ergebnisse liefern, weshalb im Anhang nur HVSR Nr. 2 dargestellt ist). Letztere haben die Präsenz eines steifen Untergrundes (Felsuntergrund oder stark

- N. 1 indagine sismica passiva tipo REMI (stendimento 12 geofoni; lunghezza 33m);
- N. 1 indagine sismica attiva tipo MASW (stesso stendimento di sopra);
- N. 3 indagini sismiche passive a stazione singola tipo HVSR;

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

Nei paragrafi a fine testo 2.1, 2.2, 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 REMI e MASW sono state prevalentemente utilizzate per valutare le Vs nei primi metri in approfondimento mentre l'indagine HVSR è stata prevalentemente utilizzata 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.

Sia l'indagine REMI che l'indagine MASW forniscono risultati analoghi, con la presenza di un modesto strato superficiale caratterizzato da medio-basse Vs, poi a seguire elevati valori di Vs che aumentano gradualmente con la profondità. Ciò è anche confermato dalle indagini HVSR (risultate del tutto analoghe, è quindi elaborata in allegato la sola indagine HVSR N.2). Queste ultime hanno evidenziato la presenza in profondità (a circa 40 metri dal p.c.) di un significativo orizzonte rigido (substrato roccioso o depositi



## **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:

# Geo Analysis OHG. SNC.

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

AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL  
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE

**GEMEINDE NALS  
COMUNE DI NALLES**

## **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“

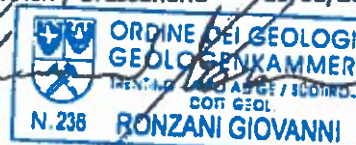
## **INDAGINE SISMICA PER LA DEFINIZIONE DELLE ONDE SISMICHE DI TAGLIO - VS30**

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"



**NALS – Hellingenbergweg  
NALLES - Via Hellingenberg**

Brixen / Bressanone 19/01/2012



Anlage 9  
Allegato

**Seismische Untersuchung zur Bestimmung  
der Transversalwellen – VS 30**

Entsprechend dem M.D. 14/01/2008 und  
des Rundschreibens d. C.S.LL.PP. 617/2009

**Indagine sismica per la definizione delle  
onde sismiche di taglio – VS 30**

ai sensi del D.M. 14/01/2008 e della Circolare  
del C.S.LL.PP. 617/2009

Bauzustand Nr. 1 Name: Situation LP: alle Lasten

Gleitkreismachweise LP: alle Lasten

Horizontale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ein rechtsdrehendes Moment erzeugen.  
Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ein rechtsdrehendes Moment erzeugen und ausserhalb  $\Psi \cdot \sin(\phi)$  liegen.

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])  
Mittelpunkt = ( 4.63, 12.76), Radius = 11.87  
Startpunkt = ( 3.78, 2.04), Endpunkt = ( 14.26, 5.75)

Lamellengeometrie:

Nr	x	Breite b	ddt	Gewicht	Auflast z-Ri.	Wasser- auflast	u	phi	c	theta
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m²]	[°]
1	10.00	0.45	5.32	1.7	0.0	0.0	0.0	27.00	6.40	26.61
2	10.43	0.45	5.76	5.0	0.0	0.0	0.0	27.00	6.40	29.06
3	10.90	0.45	6.21	8.1	0.0	0.0	0.0	27.00	6.40	31.57
4	11.35	0.45	6.66	10.9	0.0	0.0	0.0	27.00	6.40	34.14
5	11.80	0.45	7.11	13.4	0.0	0.0	0.0	27.00	6.40	36.80
6	12.25	0.45	7.56	15.7	0.0	0.0	0.0	27.00	6.40	39.56
7	12.69	0.45	8.01	17.9	0.0	0.0	0.0	27.00	6.40	42.43
8	13.14	0.45	8.46	19.9	0.0	0.0	0.0	27.00	6.40	45.44
9	13.59	0.45	8.91	21.7	0.0	0.0	0.0	27.00	6.40	48.62
10	14.04	0.45	9.35	23.2	0.0	0.0	0.0	27.00	6.40	52.01

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht	$G \cdot \sin(\theta)$	$(G-u) \cdot \tan(\phi) + c \cdot b$	$1/\Psi \cdot \sin(\theta) \cdot \tan(\phi) + \cos(\theta)$	T
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	1.72	0.77	3.75	1.071839	3.50
2	5.00	2.43	5.42	1.066391	5.08
3	8.06	4.22	6.98	1.059902	6.58
4	10.88	6.11	8.41	1.050498	8.01
5	13.42	8.05	9.72	1.038569	9.36
6	15.70	10.00	10.87	1.023850	10.62
7	17.71	12.03	11.87	1.006033	11.81
8	19.44	14.12	12.75	0.984589	12.89
9	20.93	16.25	13.51	0.959020	13.89
10	22.20	18.42	14.19	0.928473	14.82
-----					74.05
57.67					

$STANDSICHERHEIT-GLEITKREIS = ( 74.1 \cdot 11.9 + 0.0 ) / ( 57.7 \cdot 11.9 )$

$STANDSICHERHEIT-GLEITKREIS = 1.20$

**Normen**

Stahlbetonbemessung : DIN 1045  
 Geotechnische Nachweise : DIN 1054 (1976)

**Berechnungsstand Nr. 1 Name: Situation LP: alle Lasten**

**Schichtsystem mit 1 Schichten**

**Erdschichtwerte**

Phi : wirksamer Reibungswinkel  
 DeltaA : Wandreibungswinkel aktiv  
 DeltaP : Wandreibungswinkel passiv  
 C : wirksame Kohäsion  
 GammaZ : Wichte in Z-Richtung  
 GammaW : Wichte in Z-Richtung unter Auftrieb  
 GammaR : Wichte in Z-Richtung wassergesättigt

Nr.	Bez.	Phi [°]	DeltaA [°]	DeltaP [°]	C [kN/m²]	GammaZ [kN/m³]	GammaW [kN/m³]	GammaR [kN/m³]
1	Schicht 1	27.0	10.0	-10.0	6.4	19.5	9.5	19.5

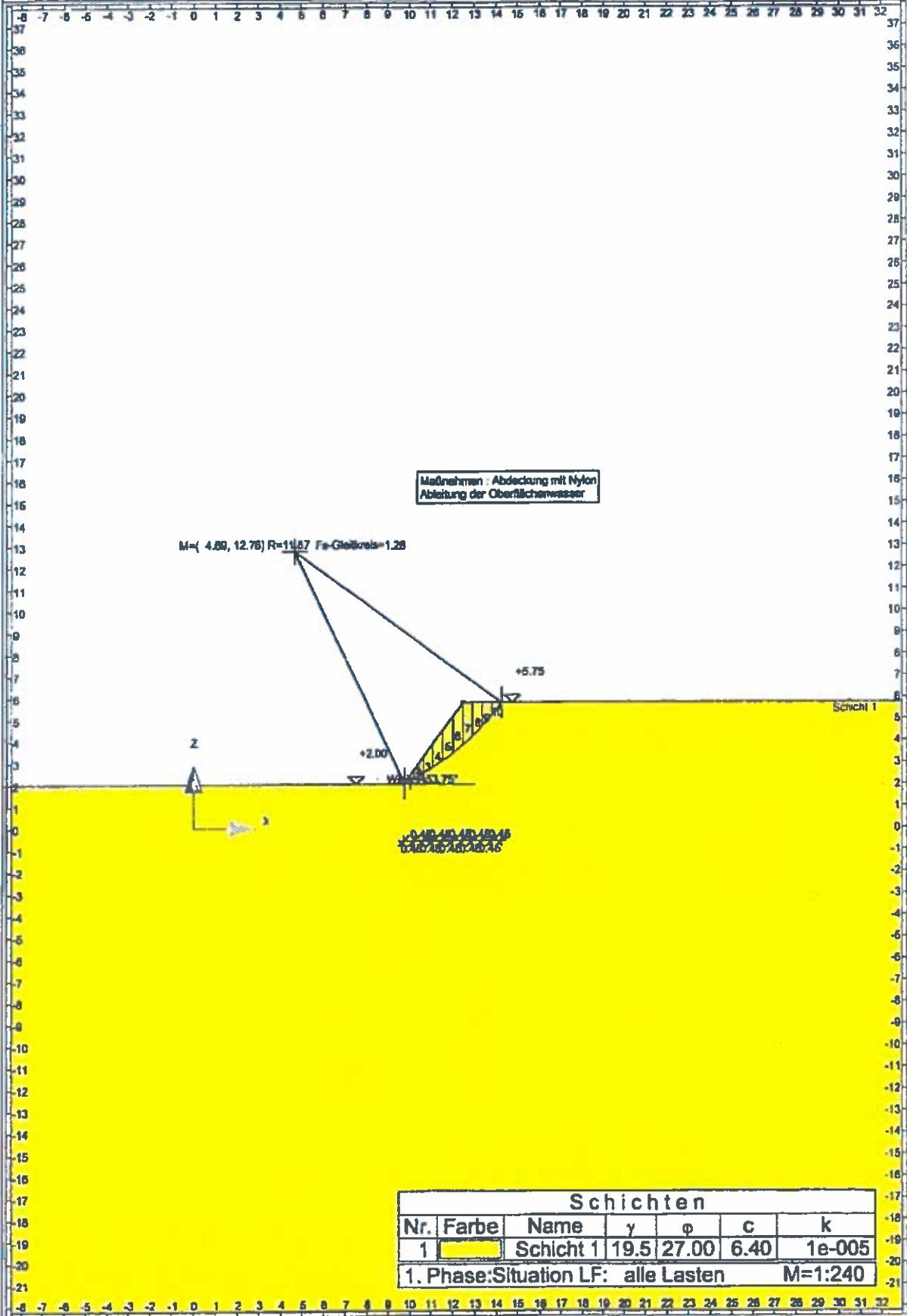
k : Durchlässigkeit

MSP : Nutzbarer Hohlraumanteil

Nr.	Bez.	k [cm/sec]	MSP [%]
1	Schicht 1	1.0000e-005	15.0

Geländeverlauf (Schicht 1):

x [m]	y [m]	z [m]
0	9.75	12.50
1	2.00	5.75

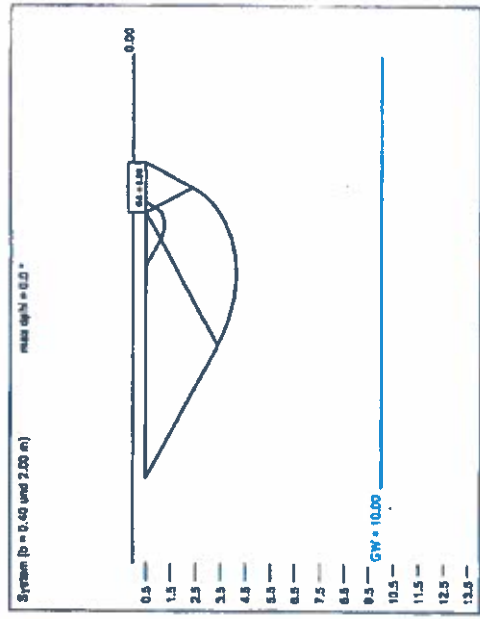


Anlage 8  
Allegato

**Nachweis Böschungsstabilität**  
nach Krey-.Bishop  
Programm Fides

**Sicurezza della scarpata**  
sec.Krey-Bishop  
Programma Fides

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
□	18.5	9.5	34.0	0.0	85.0	0.00	Bodentyp I

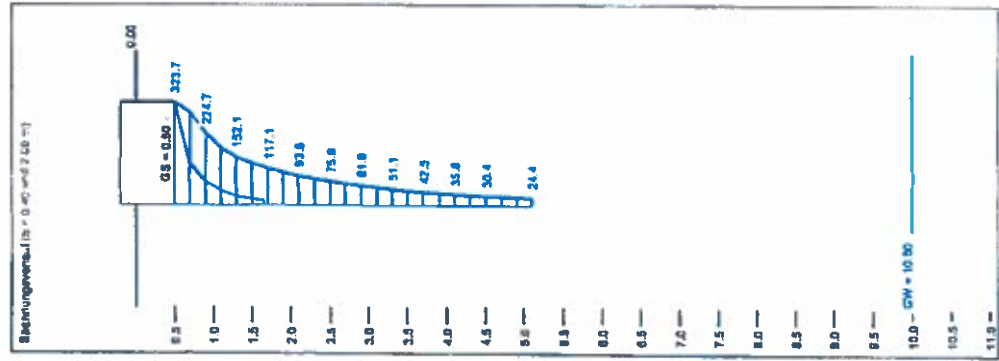
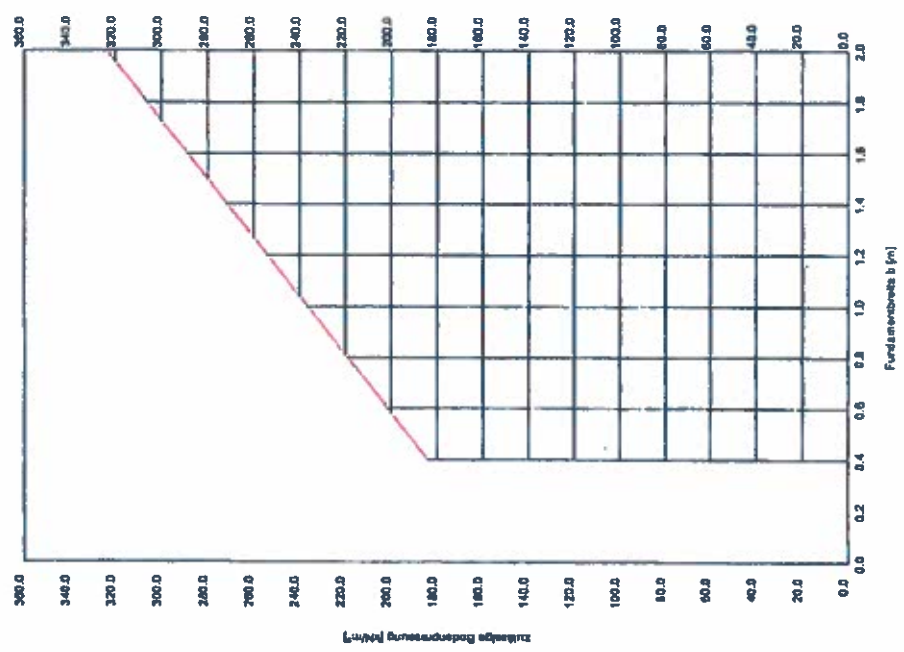


h [m]	b [m]	z <sub>ult</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	z <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	col φ [°]	col c [kN/m <sup>2</sup> ]	T <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>10</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>9</sub> [m]	UK LS [m]
0.40	0.40	184.1	29.5	0.04*	34.0	0.00	19.50	9.76	1.84	1.23
0.50	0.50	182.8	48.2	0.05*	34.0	0.00	19.50	9.76	1.85	1.42
0.60	0.60	201.6	72.8	0.07*	34.0	0.00	19.50	9.76	2.10	1.60
0.70	0.70	210.5	103.0	0.08*	34.0	0.00	19.50	9.76	2.33	1.78
0.80	0.80	218.0	140.2	0.10*	34.0	0.00	19.50	9.76	2.56	1.97
0.90	0.90	227.7	184.9	0.12*	34.0	0.00	19.50	9.76	2.77	2.15
1.00	1.00	236.5	236.3	0.14*	34.0	0.00	19.50	9.76	2.98	2.34
1.10	1.10	245.2	290.7	0.16*	34.0	0.00	19.50	9.76	3.20	2.52
1.20	1.20	253.8	365.8	0.18*	34.0	0.00	19.50	9.76	3.41	2.70
1.30	1.30	262.6	443.9	0.21*	34.0	0.00	19.50	9.76	3.62	2.88
1.40	1.40	271.4	531.9	0.23*	34.0	0.00	19.50	9.76	3.83	3.07
1.50	1.50	280.1	630.2	0.26*	34.0	0.00	19.50	9.76	4.04	3.25
1.60	1.60	288.8	739.4	0.29*	34.0	0.00	19.50	9.76	4.25	3.44
1.70	1.70	297.8	860.0	0.32*	34.0	0.00	19.50	9.76	4.46	3.62
1.80	1.80	306.3	992.4	0.35*	34.0	0.00	19.50	9.76	4.67	3.80
1.90	1.90	315.0	1137.2	0.38*	34.0	0.00	19.50	9.76	4.88	3.98
2.00	2.00	323.7	1295.0	0.41*	34.0	0.00	19.50	9.76	5.09	4.17

\* Voraussetzung = 80.0 t/m<sup>2</sup>

Berechnungsgrundlagen:  
 Nale Turnhalle Einzel  
 Grenzfürmeln nach DIN 4017 (neu)  
 Einzel Fundament (ab = 1.00)  
 Bezugspunkt: Last  
 Grundbruchsicherheit = 3.00  
 Gründungsschle = 0.60 m  
 Grundwasser = 10.00 m

Vorbelastung = 60.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Grenzfürmeln mit p = 20.0 %  
 Grenzfürmeln spannungsvariabel bestimmt  
 zulässige Bodenpressung  
 ———— Setzungen

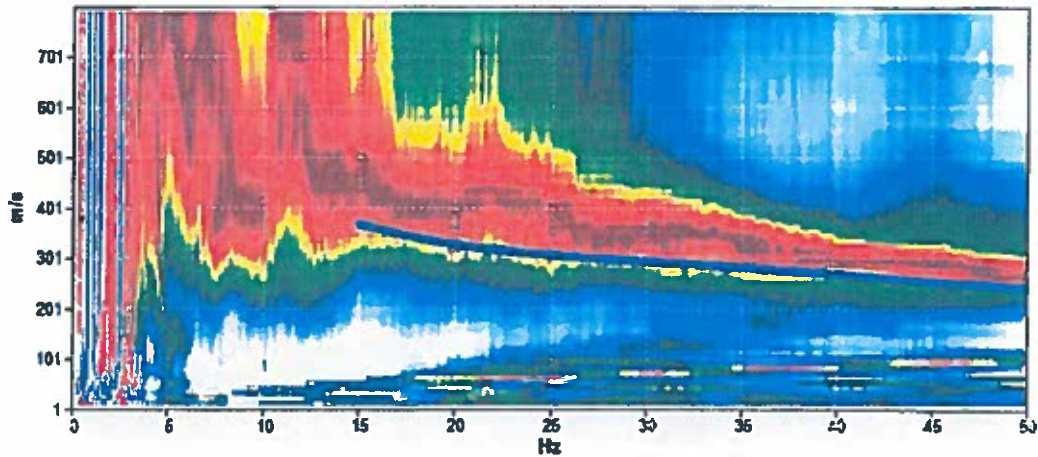




**NALS / NALLES, REMI**

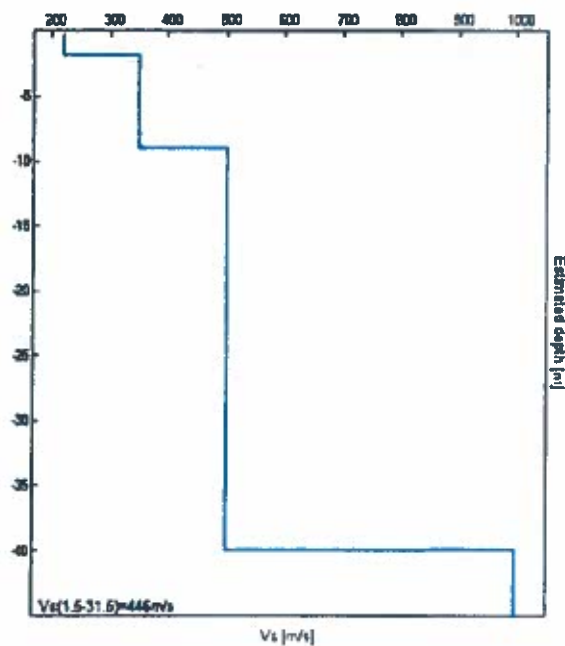
Start recording: 18/01/12 15:36:29      End recording: 18/01/12 15:46:30  
Trace length: 0h10'00"      Analyzed 68% trace (manual window selection)  
Sampling rate: 128 Hz

**MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE**



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	220	0.35
9.00	7.00	350	0.35
40.00	31.00	500	0.35
inf.	inf.	1000	0.35

Vs(1.5-31.5)=446m/s

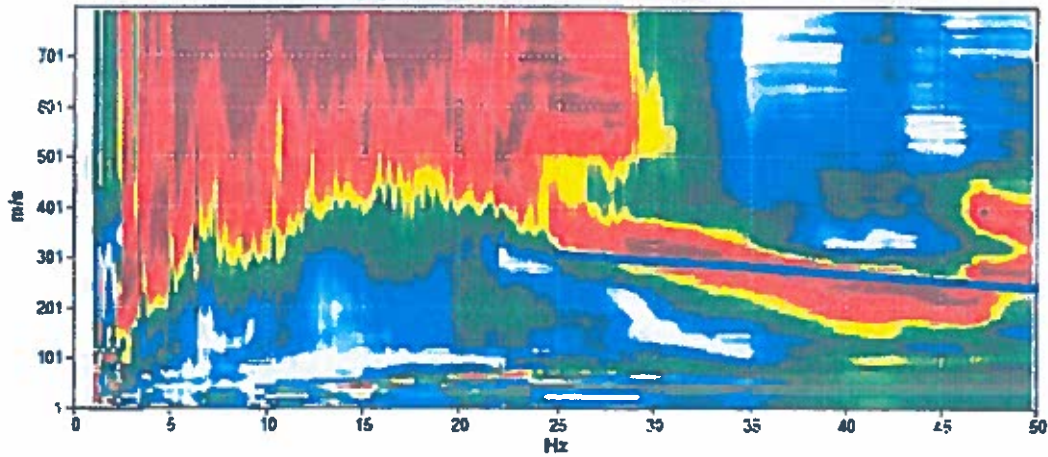


**NALS / NALLES, MASW**

Start recording: 19/01/12 14:47:03      End recording: 19/01/12 14:47:59  
Trace length: 0h00'02".      Analyzed 87% trace (manual window selection)  
Sampling rate: 1024 Hz

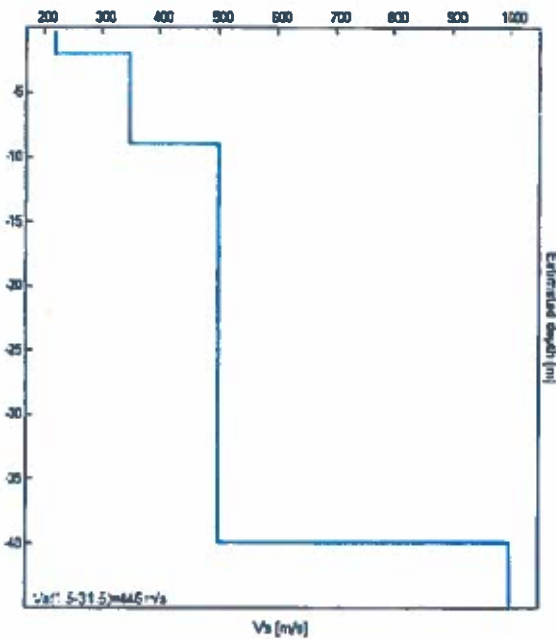
Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 m.

**MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE**



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	220	0.35
9.00	7.00	350	0.35
40.00	31.00	500	0.35
inf.	inf.	1000	0.35

Vs(1.5-31.5)=446m/s



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

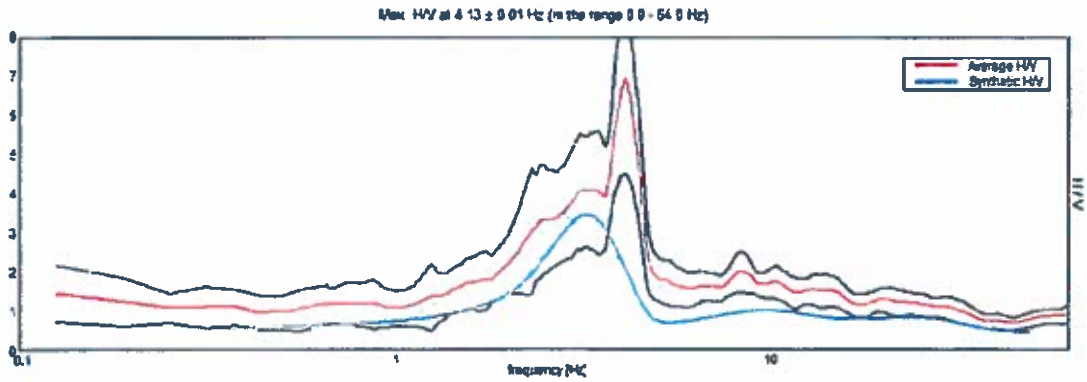
**Max. H/V at  $4.13 \pm 0.02$  Hz (In the range 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	4.13 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2145.0 > 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 199 times	OK	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	2.25 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	4.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	6.01 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00175  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.00721 < 0.20625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.8786 < 1.58$	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
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\epsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \epsilon(f_0)$
$A_0$	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 $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

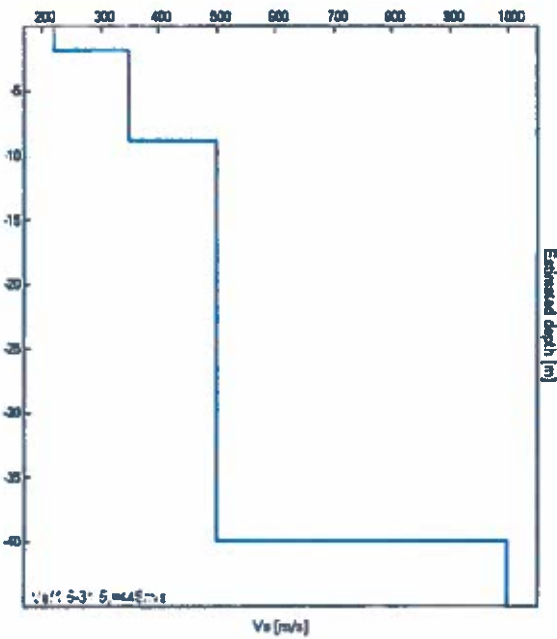
Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40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

EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	220	0.35
9.00	7.00	350	0.35
40.00	31.00	500	0.35
inf.	inf.	1000	0.35

Vs(1.5-31.5)=446m/s



## NALS / NALLES, HVSR2

Instrument: TEP-0050/01-09

Start recording: 18/01/12 15:38:29

End recording: 18/01/12 15:46:30

Trace length: 0h10'00". Analyzed 87% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

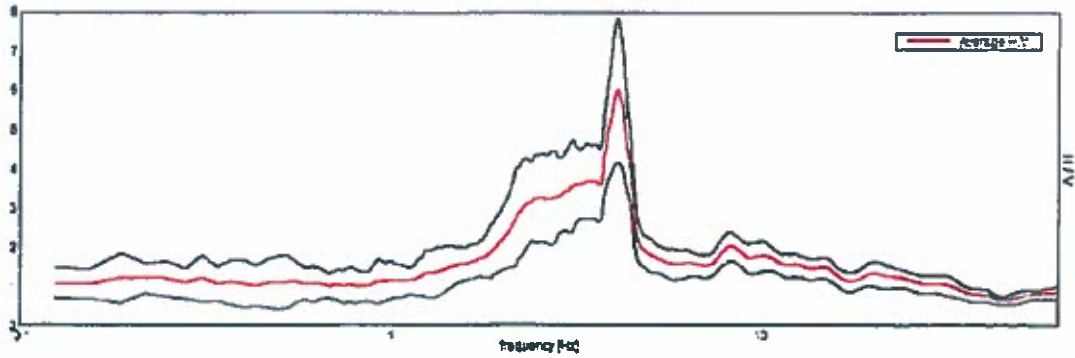
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

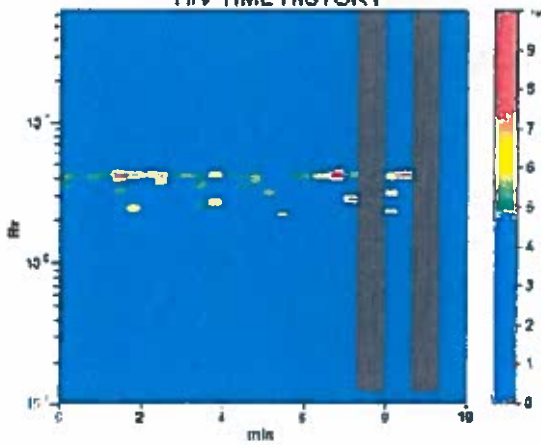
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

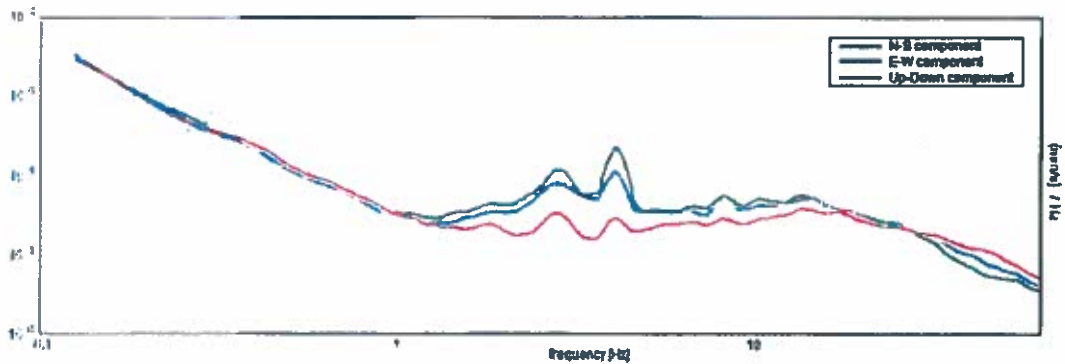
Max HV at 4.13 ± 0.02 Hz (in the range 0.8 - 64.0 Hz)



### H/V TIME HISTORY



### SINGLE COMPONENT SPECTRA



GEMEINDE NALS  
COMUNE DI NALLES

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

**DATEN DER UNTERSUCHUNGEN**

**DATI DELLE INDAGINI**

GEMEINDE NALS  
 COMUNE DI NALLES

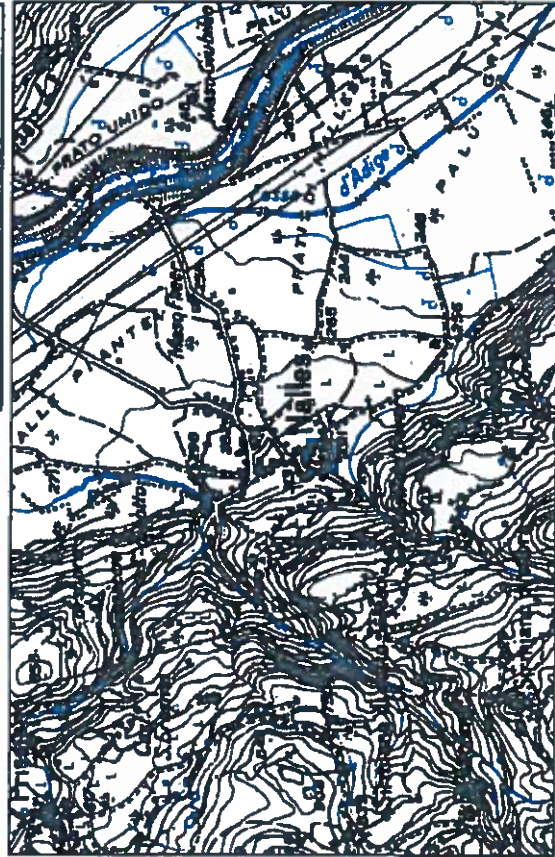
AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
 PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

**SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN IN NALS  
 INDAGINI SISMICHE A NALLES**

Chorographie  
 Corografia



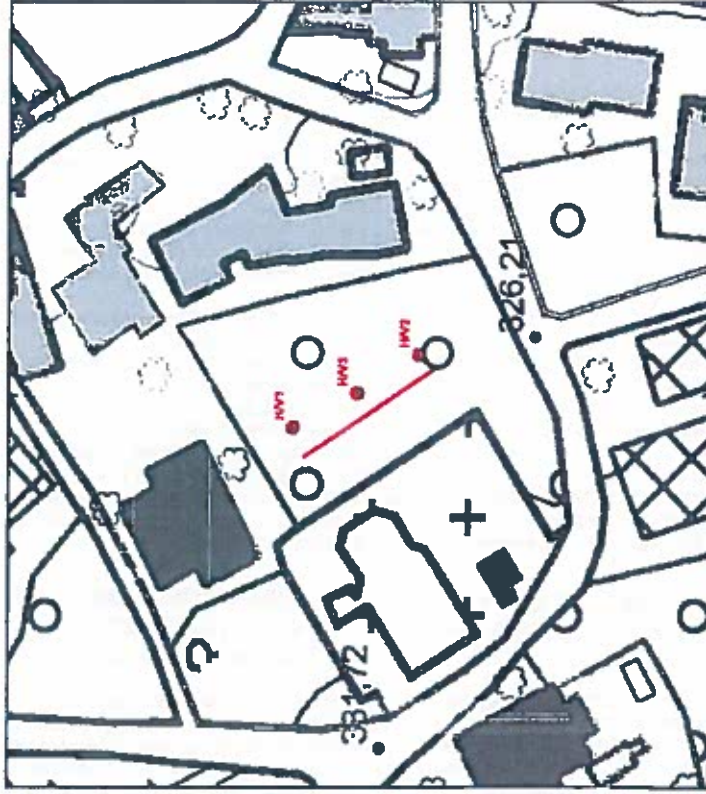
Maßstab / Scale 1:25.000



Autonome Provinz Bozen - Südtirol  
 Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige  
 NALLES: Carta topografica della provincia di Bolzano 1:25.000, Foglio 022

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

Maßstab / Scale 1:1.000



Autonome Provinz Bozen - Südtirol  
 Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige  
 NALLES: Carta topografica della provincia di Bolzano 1:25.000, Foglio 022

**Legenda / Legend**  
 seismische Untersuchungen HVSR  
 indagini sismiche HVSR  
 seismisches Profil, MASW und REMI  
 profilo sismico, MASW e REMI

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 Stiffmodells 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 folgenden Anlage wiedergegeben.

### 2.3 PASSIVE SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN – REMI (REFRACTION MICROTREMOR)

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

Für die Untersuchung wird die klassische Geräteanordnung der Refraktionsseismik verwendet, eine lineare- oder L- Anordnung direkt auf dem Boden. Um eine gute Auflösung in Hinblick auf die Frequenz zu erhalten, 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: 5 min  
Fenster für die Ausarbeitung: 10 sek  
Für die Ausarbeitung wurde die Software Soilspy und Grilla verwendet. Die detaillierten Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen sind in der folgenden Anlage wiedergegeben.

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 a seguire.

### 2.3 INDAGINE SISMICA PASSIVA - REMI (REFRACTION MICROTREMOR)

La tecnica di analisi del sottosuolo mediante l'uso del microtremori prende origine dagli studi e dalle sperimentazioni condotte da J.Louie presso la Nevada University. L'analisi del 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: 5 min  
Finestre di elaborazione: 10 sec  
Per l'elaborazione si è fatto uso del software Soilspy e Grilla. I risultati dettagliati dell'indagine eseguita sono riportati nell'Allegato a seguire.

Bressanone, 19/01/2012

