

COMUNE DI TAVARNELLE VAL DI PESA
PROVINCIA DI FIRENZE

REALIZZAZIONE DI UNA CANTINA AL SERVIZIO DELL'AZ. AGR.
POGGIO ROZZI, SITA IN " Via DELLA ROMITA n° 29 "

RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA & GEOGNOSTICA
di supporto alla Variante al RUC

Committente:

Eberhard Toggenburg
Via Castel Roncolo n° 1 - Bolzano

Rif. 8/2015 - C

Studio di Geologia e Idrogeologia
DOTT. MARIA ANGELA BOTTA
Via Valdichiana n° 61, 50127 - Firenze
Tel & Fax 055/4224405
e-mail: ma.botta@yahoo.it

COMUNE DI TAVARNELLE VAL DI PESA
PROVINCIA DI FIRENZE

REALIZZAZIONE DI UNA CANTINA AL SERVIZIO DELL'AZ. AGR.
POGGIO ROZZI, SITA IN " Via DELLA ROMITA n° 29 "

RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA & GEOGNOSTICA
di supporto alla Variante al RUC

Committente:

Eberhard Toggenburg
Via Castel Roncolo n° 1 - Bolzano

Rif. 8/2015 - C

Firenze, Luglio 2017

Il Geologo



Studio di Geologia e Idrogeologia
DOTT. MARIA ANGELA BOTTA
Via Valdichiana n° 61, 50127 - Firenze
Tel & Fax 055/4224405
e-mail: ma.botta@yahoo.it

1) PREMESSA

L'Azienda Agricola "Poggio Rozzi", ubicata nei pressi della Frazione della Romita e con accesso da Via della Romita n° 29 all'interno del territorio comunale di Tavarnelle Val di Pesa, ha in progetto la realizzazione di una nuova cantina al servizio della propria attività di produzione e vendita di vino ed olio: ha perciò presentato un PMAA come da norme vigenti.

A seguito di parere del Settore Difesa del suolo e Protezione Civile della Regione Toscana – Settore Genio Civile di Bacino Arno, Toscana Centro, recentemente l'area di imposta del manufatto in oggetto ha avuto una definitiva classificazione di Pericolosità geologica a seguito di una variazione della Carta geomorfologica dell'area.

Poiché la lettera della Regione PRESCRIVEVA l'utilizzo di tali nuove cartografie, esse sono parte integrante del presente testo, così come è stata assunta la Classe 3 di Pericolosità geologica come base della progettazione e di tutto quanto qui scritto a supporto della richiesta di Variante al RUC.

A supporto della richiesta di variante ed anche della progettazione generale dell'opera richiesta nel suo iter amministrativo è stata a suo tempo realizzata una indagine in sito, articolata ai sensi delle normative in vigore.

Ai sensi della normativa nazionale vigente per la redazione dei supporti geologico-tecnici alle realizzazioni edilizie (DM 14/09/2005, D.M. 14/01/2008, LR n°. 1/2005, DPGR n°. 36/R del 2009-norme per il governo del territorio), è stato programmato e condotto il presente studio geologico-tecnico, basato su dati raccolti tramite sopralluoghi e tramite l'esecuzione di quattro prove penetrometriche SCPT, un sondaggio a carotaggio continuo spinti fino a -15 m di profondità dalla attuale quota dell'area di cantiere (posto a quota di circa 270 m s.l.m.) integrati con una serie di analisi di laboratorio su un campione prelevato nel corso del sondaggio nonché una prova sismica tipo MASW; la caratterizzazione stratigrafica ed i parametri geomeccanici, conseguiti anche attraverso le suddette analisi di laboratorio, saranno di base alla valutazione della fattibilità dell'intervento ed alla parametrizzazione geomeccanica dei terreni necessaria ai fini della progettazione strutturale.

In base al DPGR 36/R del 2009 (art.7, comma3) che regola le indagini geognostiche in base al tipo d'intervento (volumetria, altezza in gronda e tipologia a carattere strategico e rilevante di cui all'Allegato A), vista la volumetria (>3600 mc) e l'altezza in gronda (tra 5 e 7m) l'intervento si configura infatti come ricadente in CLASSE D'INDAGINE 3 ovvero:

- **classe d'indagine n.3**, riferita alle opere di volume lordo inferiore a seimila metri cubi con altezza in gronda inferiore a venti metri. Con riferimento a tale classe d'indagine, la categoria di suolo di fondazione e le geometrie sepolte si determinano mediante indagini geofisiche, quali quelle sismiche a rifrazione o riflessione, eseguite nel sito oggetto di studio. In

presenza di problematiche di versante sono altresì prodotte verifiche di stabilità del pendio e del complesso opera-pendio basate su sondaggi geognostici. La definizione dei parametri geotecnici è basata su sondaggi geognostici.

A questo testo sono dunque presenti come **Allegati** i seguenti documenti:

- n°, 4 prove penetrometriche dinamiche SCPT
- n°. 1 sondaggio carotaggio continuo
- n°. 1 Masw
- Certificati delle prove in laboratorio

Si fa presente inoltre che in data 17 dicembre 2015 l'Autorità di Bacino del Fiume Arno, con Decreto n° 65.2015 ha adottato il Piano di gestione del rischio alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale (detto in sintesi PGRA) corredato da una serie di cartografie Stralcio, tra le quali di diretto interesse vi è lo stralcio (in scala al 10.000) n° 538 sia per la Pericolosità Idraulica che per il censimento eventi franosi del PAI.

2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'Az. Agr. Poggio Rozzi comprende terreni posti tra i due versanti di una porzione della vallata del Torrente Virginio: la parte di diretto interesse si trova sul versante Sud.-Est, quello compreso tra il crinale morfologico sul quale corre la viabilità stradale locale (Via di Romita, a quota 320/330m slm) ed il fondovalle, dove l'asta fluviale si trova a quota 260/270 m slm. La situazione è visibile sulla base cartografica in scala al 10.000 di tutte le carte tematiche di seguito descritte, proveniente dalla Cartografia aggiornata di rilievo regionale.

Da un punto di vista geologico a grande scala, l'area dei Monti del Chianti - durante le fasi orogeniche di formazione dell'Appennino Settentrionale susseguitesi fino al Pleistocene – è stata interessata da diversi episodi di innalzamento ed abbassamento tettonico con conseguenti cicli trasgressivi marini e/o continentali, il più importante dei quali è avvenuto nel Pliocene.

Questa trasgressione ha interessato ampie zone del bacino del Fiume Arno e di alcuni dei suoi affluenti, con conseguente sedimentazione di materiali incoerenti di varia granulometria (dalle ghiaie alle argille finissime) in netta discordanza geologica con le formazioni antiche sottostanti, appartenenti alla Serie Toscana ed a quella ligure.

In generale i sedimenti Pliocenici presentano la tipica successione dovuta al ciclo "ingressione-regressione marina"; partendo dal basso si hanno: ciottolami, sabbie, pelite, sabbie, ciottolami.

Rispetto a questa serie, la zona in oggetto è caratterizzata dalla parte bassa della sequenza in quanto i conglomerati (**Pcg** di **fig. 1** – estratta dalla Tav. G1 Carta Geologica del

PS) si trovano alla base delle sabbie (**Ps**), che occupano invece i crinali collinari: nel fondovalle sono segnalati (con uno spessore ignoto) i sedimenti alluvionali di genesi fluviale (**AL**).

Dalla Legenda tematica prendiamo atto che “*i conglomerati **Pcg** sono costituiti da elementi prevalentemente calcarei in matrice sabbioso-limosa, talora ben cementati, con struttura lentiforme e spessori variabili da 2 a 5 m*”, mentre “*le sabbie **Ps** si presentano con tessitura sabbioso-limosa di colore giallastro, in banchi talora cementati di spessore compreso tra 0,5 e 2m, intervallati da livelli decimetrici di limi argillosi di colore grigio*”.

I sedimenti alluvionali, di epoca recente ed attuale, della valle del Virginio (**AL**) sono infine costituiti da “*ciottoli, sabbie ed argille sabbiose di età quaternaria*”.

Nella Tav. G2 – Carta litotecnica (qui non riportata), la formazione **Pcg** è definita **Unità 3, dei Ciottolami e delle Ghiaie**, con “discrete caratteristiche geotecniche” mentre la formazione **AL** è definita **Unità 1, dei Depositi alluvionali a granulometria eterogenea**, con “prevalenti buone caratteristiche geotecniche, da verificare localmente”.

Da un punto di visto geomorfologico, in relazione alla presenza dei terreni appena descritti, la zona rispecchia le principali caratteristiche dei terreni di substrato e le variazioni litologiche locali.

Sono infatti presenti pendici dolci e quasi arrotondate ove prevalgono i litotipi limoso-sabbioso, talora interrotti da incremento di pendenza laddove affiorano i conglomerati, soprattutto se cementati (vedi **foto n° 1 e 2**).

Queste scarpate conglomeratiche sono le uniche evidenziate nella cartografia tematica di **fig. 2**, estratta dalla nuova Carta geomorfologica prescritta dalla Regione Toscana: la legenda le descrive infatti come *Orlo di scarpata di degradazione in genere controllata da variazioni litologiche*.

Da notare che nell'area di interesse NON sono segnalate aree franose od in dissesto potenziale.

L'idrografia locale è rappresentata dal Torrente Virginio sul fondovalle, con andamento appenninico NW-SE (ed evidente controllo tettonico) al quale confluiscono con immissione pressoché perpendicolare i brevi fossi che drenano i versanti poco elevati sul fondovalle: le varie formazioni qui presenti sono permeabili per porosità ma risentono fortemente delle percentuali di sedimento fine (limi ed argille) che possono essere presenti negli spessori dei sedimenti a granulometria maggiore oppure del grado di cementazione dei conglomerati stessi.

In riferimento alla problematica del rischio idraulico legato al Torrente Virginio (corrispondente alla sigla FI2962 dell'elenco dei corsi d'acqua pubblica della Regione Toscana, con indicazioni di Ambiti di Tutela AB), solo l'area immediatamente limitrofa al corso fluviale, abbassato di circa 2 metri dal ciglio di sponda, risulta essere classificato a Pericolosità media (Classe 3) mentre l'ampia porzione residua del fondovalle - di interesse a quanto in progetto e che risulta in lieve pendenza - è in **Classe 2 – Pericolosità bassa** (vedi **fig. 3** estratta dalla tav. G10 – Carta del Rischio idraulico del Piano Strutturale).

Ricordo che la **Classe 2 – Pericolosità bassa** corrisponde ad Aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a. Non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
- b. Sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a 2 ml rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

La sintesi degli elementi geologici sopra descritti, anche con la prescrizione della Regione Toscana, attribuisce all'area in oggetto la Classe di Pericolosità geologica Medio-alta (**Classe 3**), come evidente in **fig. 4**.

Nello specifico, dalla relazione di accompagnamento alla cartografia tematiche riporto la definizione della Classe di pericolosità Media – Classe 3:

classe 3: pericolosità media - corrispondente ad aree caratterizzate da situazioni geologico-tecniche e morfologiche del sito che rendono necessarie indagini geognostiche a supporto della progettazione. Non sono infatti presenti fenomeni attivi, tuttavia le condizioni locali sono tali da far ritenere che esso si trova al limite dell'equilibrio e/o essere interessato da fenomeni di amplificazione della sollecitazione sismica.

In queste zone ogni intervento edilizio è fortemente limitato secondo quanto definito dalla normativa del piano e dal regolamento urbanistico e le indagini di approfondimento dovranno essere condotte a livello d'area nel suo complesso. In taluni casi sono inoltre da prevedersi interventi di bonifica e miglioramento dei terreni e/o l'adozione di tecniche fondazionali di un certo impegno.

Tale classe è suddivisa in tre sottoclassi che attestano un incremento delle condizioni di pericolosità e per le quali la normativa del piano individuerà indagini, studi, misure di bonifica e miglioramento dei terreni in relazione alle verifiche di fattibilità degli interventi.

Osservando il cromatismo di **fig. 5** – estratta dalla Tav. G4 del PS, Carta delle Acclività – possiamo in effetti notare che l'area di interesse ha pendenze massime del 35%, localizzare però soprattutto in corrispondenza delle balze morfologiche.

3) RAPPORTO TRA OPERE IN PROGETTO E TERRENO IN POSTO

La nuova opera in progetto sarà realizzata al margine dell'area pressoché pianeggiante posta sul fondovalle ed avrà una forma, in pianta, arcuata verso valle e verrà incastonata (nel lato a monte) ai piedi del versante ove affiorano i ciottolami cementati – vedi il rendering riportato in **foto n° 3**.

Il manufatto sarà caratterizzata dalla realizzazione, da W verso E, di una serie di locali di varie dimensioni, per i quali sono previste destinazioni differenziate, quali una rimessa, un archivio, un locale tecnico, servizi e spogliatoi, poi una cantina per invecchiamento ed una per stoccaggio e vinificazione, altri servizi, locale per vendita diretta ed un locale per appassimento (vedi **figg. 6 e 7**, estratte dal Progetto presentato).

Come risultante dalla sez. B-B' (vedi **fig. 8**), gli scavi sul lato tergo del fabbricato saranno, nella parte centrale di circa 4 m, incluso piano di posa delle fondazioni.

Al fine di isolare bene le strutture da eventuali infiltrazioni d'acqua, sia di infiltrazione dal versante che risalenti dal substrato, sarà consigliabile la realizzazione di scannafosso nonché di un buon isolamento della fondazione (meglio se questa fosse del tipo a platea).

*Per quanto riguarda la stabilità dei terreni oggetto di scavo, essendo essi nei primi livelli piuttosto incoerenti, si consiglia di **eseguire i lavori di sbancamento in stagione asciutta e per piccoli tratti cui far seguire subito le opere di contenimento.***

4) RAPPORTO OPERE IN PROGETTO - VINCOLO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda le indicazioni della normativa del Vincolo Idrogeologico - **RDL 20.12.1923 n° 3267** e norme regionali successive - qui applicabile, si fa presente che per il progetto di realizzazione della nuova cantina facente parte del complesso detto **POGGIO ROZZI NON** saranno abbattute essenze arboree di alcun tipo **NE'** intercettate o deviate falde ipogee, assolutamente non individuate durante la fase di studio dell'area e che la sistemazione dei terreni risultanti dagli scavi – di profondità sul terreno, circa 3-4 metri di approfondimento rispetto alla quota di calpestio attuale solo per una porzione dell'area – avverrà all'interno dell'area di proprietà e senza significative alterazioni delle superfici morfologiche locali.

La massima estensione dello scavo comunque **NON** intaccherà la superficie boscata presente in loco, come visibile nelle sezioni di dettaglio.

La zona oggetto di scavo si trova in zona debolmente acclive verso il T. Virginio ai piedi di una scarpata dove affiorano ciottolami cementati.

Ricordo anche che le caratteristiche originali di questi terreni porta alla loro classificazione come TERRE DA SCAVO, senza necessità pertanto di analisi od altre certificazioni per il loro spostamento, qualora fosse necessario e/o previsto in un secondo tempo uno spostamento ad altro sito od a discarica autorizzata di terre.

Trattasi inoltre di terreni naturali, in posto, non interessati da alcun tipo di fenomeno dovuto ad inquinamento ambientale.

5) INDAGINE DI STUDIO IN SITU

Di supporto alla citata pratica amministrativa questo documento riporta adesso i risultati della campagna di indagine - di tipo geognostico e geofisico – realizzata in data 5 novembre 2015 per rispondere alle richieste delle varie norme vigenti (NTC 2008 e D.P.G.R. 36/R del 9 luglio 2009 "Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della L.R. 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico."

Pertanto sulla base della classificazione sismica dei terreni d'imposta verranno forniti dati generali necessari poi al progettista per elaborare le necessarie verifiche relativamente alle fondazioni.

Per dotare il progettista di necessari parametri quantitativi infatti è stata effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche in situ di collegamento con una campagna geognostica effettuata pressoché contemporaneamente: le posizioni di indagine sono visibili in **fig.9** ed in parte nell'immagine presente all'interno della Relazione MASW (**All. A**).

Come risulta dalla relazione tecnica allegata (**All. A**) cui si rimanda per i dettagli operativi al fine di caratterizzare, dal punto di vista sismico (**onde Vs**) i terreni di appoggio della più ampia zona d'intervento edilizio, si è proceduto nel seguente modo:

E' stata eseguita una campagna geofisica mediante acquisizione MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame, ed in particolare i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette Vs30), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni. La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della Vs30 (il valore medio della Vs nei primi 30 m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

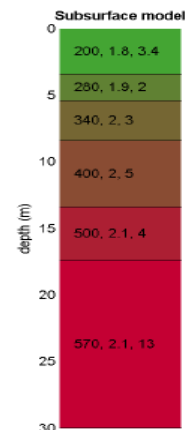
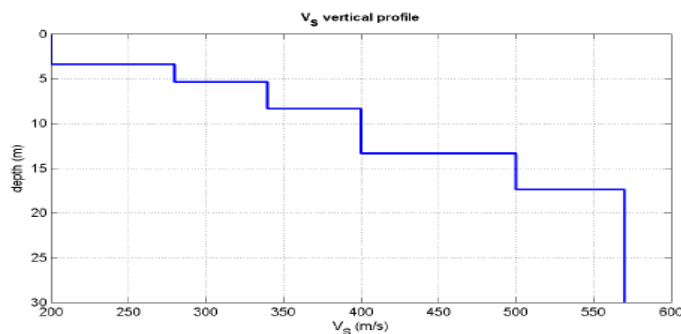
in cui Vsi e hi sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'i-esimo strato.

Di seguito vengono descritte le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, congiuntamente all'interpretazione scaturita dai dati elaborati.

Da tale indagine, per i dettagli della quale si rimanda alla apposita relazione, è emerso un aumento progressivo delle velocità con la profondità dei terreni investigati partendo dal piano campagna fino circa -20 m dal p.c.. L'analisi della dispersione delle onde superficiali ha consentito di determinare il profilo verticale della Vs e di conseguenza del parametro **Vs30**, risultato – per il modello medio – pari a **367-397 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna). In base al valore di Vs30 ottenuto, il sito potrebbe risultare compatibile con la **categoria B** corrispondente – nel DM 14 gennaio 2008 - a *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 Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT, 30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu, 30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Spessore (m)	Vs (m/s)
3.4	200
2.0	280
3.0	340
5.0	400
4.0	500
semi-spazio	570
Modello medio stimato	

Profilo verticale della Vsh
Nella colonna: Vsh (m/s),
densità (gr/cm³) e spessore (m).



Sono inoltre state eseguite **quattro prove penetrometriche di tipo dinamico SCPT** posizionate a rombo all'interno dell'impronta del nuovo fabbricato: di esse quelle realizzate alla quota maggiore sono le prove n° 1, 2 e 4 (vedi le posizioni di saggio in **fig. 9** e nelle immagini delle **foto da n° 4 a n° 7**): la scelta della tipologia di indagine è legata alle conoscenze iniziali relativamente alla formazione in posto (*Ciottolami e ghiaie* della formazione **Pcg**).

Le prove dinamiche S.C.P.T. consistono nell'infissione di una punta conica tramite battitura operata mediante un maglio di peso ed l'altezza di caduta standardizzati; il risultato viene espresso per mezzo della registrazione del numero di colpi N ogni 30 cm di infissione.

Il penetrometro dinamico utilizzato è del tipo superpesante (DPSH) Meardi-AGI, statico-dinamico Pagani 63-100 KN, semovente, con le seguenti caratteristiche:

- peso del maglio: 63,5 Kg
- altezza di caduta: 75 cm
- punta conica con angolo al vertice di 60°
- diametro cono 50,5 cm.

I risultati delle prove dinamiche sono riportati sotto forma di grafici e tabelle ed allegati in appendice alla presente relazione (**AII. B**).

Per quanto riguarda le misurazioni del livello di falda condotte nel perforo d'indagine (sondaggio a carotaggio continuo) tale livello è stato rilevato a -6,5 m di profondità dal p.c..

In occasione di eventi atmosferici significativi tale livello potrebbe subire innalzamenti vista anche la collocazione ai piedi di un versante.

In aggiunta alle prove di cui sopra, per tarare le risultanze penetrometriche con visione diretta dei terreni investigati, in prossimità della prova Scpt n°. 1 (vedi **fig. 9** ed immagini delle **foto da n° 8 a 11**), è stato eseguito anche un sondaggio a carotaggio continuo spinto fino a -15 m di profondità dal pc: nel perforo sono state eseguite alcune prove SPT in stato di avanzamento nonché prelevato un campione da assoggettare alle seguenti prove di laboratorio:

ELENCO PROVE ESEGUITE

Contrassegno			Codice campione	Codici delle prove eseguite, oggetto del certificato														
Sond.	Camp.	Prof.		w	G	Gs	-	LC	-	-	-	TG	ED	-	-	-	-	
1	1	1,7 - 1,9	15053 01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Simbologia: w=contenuto di acqua; G=peso di volume; Gs=peso specifico; GR=granulometria; LC= limite liquido e limite plastico; LR = limite di ritiro; BM= Blu di metilene; ELL= compressione semplice; TG= taglio diretto; ED= prova edometrica; RIG= prova di rigonfiamento; TX=prova triassiale; TT= taglio torsionale; K=permeabilità; CH= analisi chimiche; PC=prova di costipamento; cbr= CBR.

Il campione è stato prelevato nei terreni medio-fini del secondo orizzonte di cui sotto, oggetto di scavo. Le prove eseguite su di esso hanno evidenziato i seguenti risultati:

Descrizione del campione:

Argilla limosa bruna con inclusi calcarei.

GRANDEZZE FISICHE DETERMINATE	Contenuto di acqua %		21,5
	Peso di volume kN/m^3		19,1
	Peso specifico dei granuli		2,74
GRANDEZZE FISICHE CALCOLATE	Indice dei vuoti		0,71
	Porosità		0,41
	Grado di saturazione %		83,3
	Densità secca kN/m^3		15,7
LIMITI DI CONSISTENZA	Limite di liquidità		65
	Limite di plasticità		30
	Limite di ritiro		-
GRANULOMETRIA PER SETACCIATURA COMPLETA (SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE)	Passante setaccio 200	%	-
	ciottoli+ghiaia	%	-
	sabbia	%	-
	limo	%	-
	argilla	%	-
CLASSIFICAZIONE AASHO (GRUPPO e SOTTOGRUPPO)			- - -
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE SEMPLICE	(kPa)		-
PROVA DI TAGLIO DIRETTA	angolo di attrito interno (gradi)		23
	coesione (kPa)		31
PROVA TRIASSIALE CD	angolo di attrito interno eff. (gradi)		-
	coesione eff. (kPa)		-
PROVA TRIASSIALE CUD	angolo di attrito interno eff. (gradi)		-
	coesione eff. (kPa)		-
PROVA TRIASSIALE UU	coesione non drenata (kPa)		-
PROVA DI TAGLIO TORSIONALE	angolo di attrito di picco (gradi)		-
	coesione di picco (kPa)		-
	angolo di attrito residuo (gradi)		-
	coesione residua (kPa)		-
PROVA EDOMETRICA	Indice di compressione c_c		0,212
	Indice di rigonfiamento c_s		0,055
	Pressione di preconsolidazione		540
PERMEABILITA'	Coeff. di permeabilità k (cm/s)		-

5.1) Modello geotecnico

In base ai dati desunti tramite la sopra indicata campagna geognostica, la stratigrafia dal punto di vista geotecnico può essere in linea di massima descritta come un'alternanza continua di livelli con spessore variabile da 0,5 a 4 m circa ciascuno) a maggiore e/o minore resistenza (vedi i certificati ed i grafici penetrometrici dell'All. B nonché la colonna stratigrafica di fig. 10, come sintesi delle immagini).

In All. C si presentano i risultati delle prove di laboratorio edometrica e di taglio.

I diversi livelli possono essere così schematizzati:

- **LIVELLO A (da 0 a – 1,6 m):** limi argillosi, con valori di NSPT = 8 colpi
- **LIVELLO B (da 1,5 a – 5,2 m):** ghiaie di pezzatura medio-piccola, natura calcarea, in matrice argillosa, con valori di NSPT = 18,6 colpi ed SPT1 = 27 (a -1,8 m dal p.c.), poi livello sempre ghiaioso in matrice meno consistente con NSPT = 7 colpi e SPT2 = 22 (a -4,30 m dal p.c.).
- **LIVELLO C (da 5,2 a – 5,7 m):** sabbie con presenza di percentuale variabile di limi ed argille, con NSPT medio di 10 colpi.
- **LIVELLO D (da 5,7 a – 8,3 m):** limi argillosi color nocciola, screziati e con ossidazioni (locali livelletti di sabbia tra 6,60 e 6,75 m con NSPT di circa 17-20 colpi.
- **LIVELLO E (da 8,3 a – 9,5 m):** limi argillosi debolmente sabbiosi color grigio celeste chiaro con screziature ocracee con NSPT >30 colpi.
- **LIVELLO F (da 9,5 a – 10,6 m):** limi argillosi color grigio scuro con concrezioni carbonatiche con NSPT >40 colpi.
- **LIVELLO G (da 10,6 a – 12,1 m):** limi argillosi debolmente sabbiosi color grigio-celeste chiaro con concrezioni carbonatiche.
- **LIVELLO H (da 12,1 a – 14,0 m):** sabbie fini color color grigio-celeste chiaro.
- **LIVELLO I (da 12,1 a – 14,0 m):** sabbie color grigio scuro con livelletti di torba.

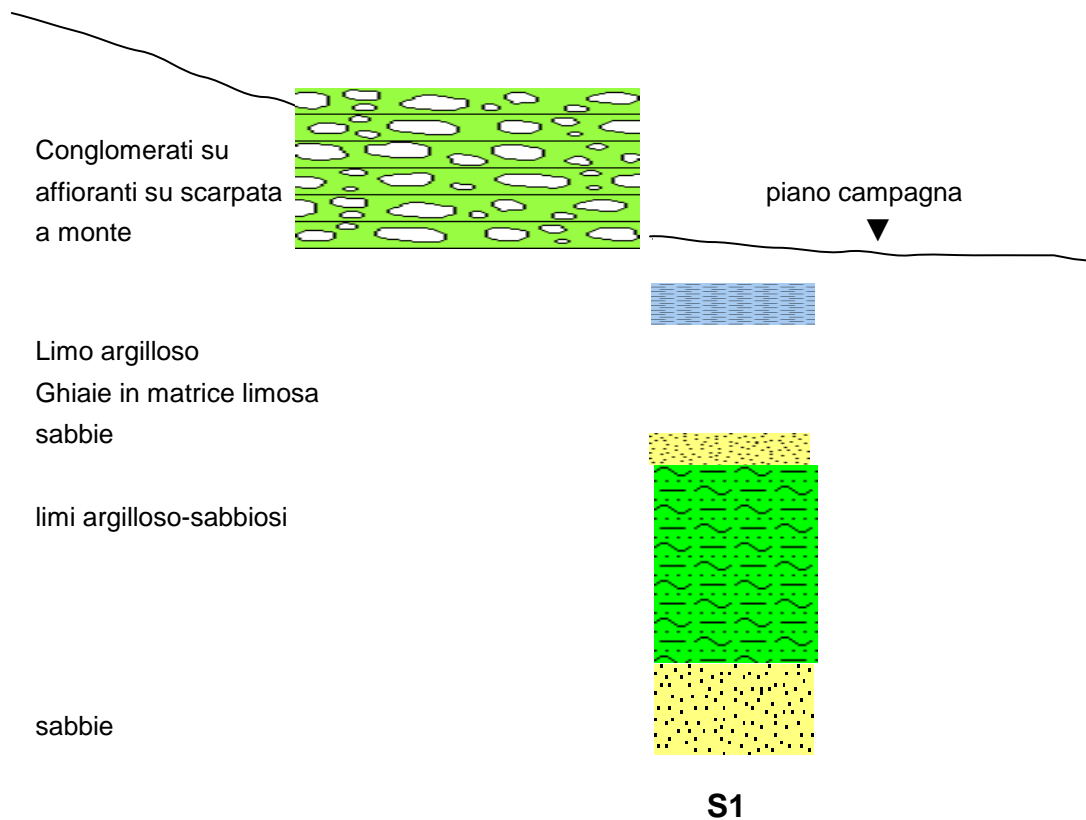
5.2) SCAVI

Per la realizzazione della nuova cantina, come da progetto e come visibile nelle sezioni (soprattutto le D-D' e H-H') si dovranno effettuare degli scavi che, nella parte centrale, più arretrata verso monte ovvero verso il piede della scarpata ove affiorano i ciottolami cementati, saranno di circa 4 m incluso fondazione. Si andranno quindi ad interessare i terreni di granulometria media e medio-fini degli orizzonti precedentemente descritti A e B.

Onde evitare fenomeni d'instabilità a monte, si dovrà quindi procedere con gli scavi:

- in stagione asciutta

- per piccoli tratti successivi, dotando la parete di scavo di opportuna inclinazione (non scavi verticali) o di opere provvisorie tipo paratie e far seguire subito le opere di contenimento tergali in quanto la coesione di un fronte di scavo, esposta agli agenti atmosferici, tende a zero con il passar del tempo
- curare bene tutti i drenaggi tergali e laterali dell'opera
- adottare accorgimenti al fine di evitare eventuali infiltrazioni idriche sia da monte che sotto fondazione (scannafossi, impermeabilizzazione della fondazione, meglio se a platea)



SEZIONE LITOLOGICA

6) COMPORTAMENTO SISMICO DELL'AREA

La discussione sulle caratteristiche sismiche viene qui affrontata seguendo come traccia i disposti della normativa nazionale vigente (NTC 2008, punto 3.2-azioni sismiche; 3.2.2. - categorie di sottosuolo, tabelle 3.2.II e 3.2.III).

La precedente classificazione sismica dell'area prevedeva per il Comune di Tavarnelle VP una classe S3 all'interno della seconda categoria, con $S = 9$ e accelerazione convenzionale massima $< 0,15 g$).

In base alla recente normativa nonché in base alla nuova classificazione dei comuni d'Italia che prevede quattro classi contrariamente alla precedente che ne prevedeva tre, si nota che Firenze, come già sopra accennato, si trova ad essere inclusa in zona 3.

Al punto 3.2.2 della normativa NTC 2008, si prendono in considerazione le seguenti "Categorie di suolo di fondazione" le cui profondità sono riferite al piano di posa delle fondazioni:

- formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi con valori di $V_{s30} > 800$ m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.;

- depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi fra 360 e 800 m/sec. (ovvero resistenza $N_{spt} > 50$, o coesione non drenata $c_u = 250$ Kpa);

- depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine di metri fino a diverse centinaia di metri, caratterizzati da V_{s30} compresi fra 180 e 360 m/sec. ($15 < N_{spt} < 50$; $70 < c_u < 250$ Kpa);

depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/sec. (ovvero resistenza $N_{spt} < 15$; $c_u < 70$ Kpa);

profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, caratterizzati da valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/sec.

In aggiunta ai cinque litotipi sopra descritti ne vengono considerati altri due:

S1 – depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 metri di argille e limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, con $V_{s30} < 100$ m/sec. ($10 < cu < 20$ Kpa);

S2 – depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

L'indagine sismica tipo MASW appositamente condotta in situ (vedi paragrafo precedente) ha definito una categoria di suolo "B".

<i>Zona sismica</i>	<i>Fenomeni riscontrati</i>	<i>Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni</i>
1	Zona con pericolosità sismica alta. Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$Ag \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media, dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq ag < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq ag < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa. E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$Ag < 0,05g$

8) CONCLUSIONI

Il presente studio geologico esamina, in questa fase, il fabbricato principale e la cosiddetta area di cantiere ad esso antistante.

L'articolata indagine effettuata ha permesso di caratterizzare i terreni di substrato dell'area in oggetto, dimostrando la fattibilità dell'opera in progetto in relazione alle condizioni di rischio dell'area, che risultano essere le seguenti:

- **Rischio Geologico basso** – il manufatto sarà realizzato in area di fondovalle caratterizzata da una buona uniformità nei terreni di substrato (vedi analisi dei terreni allegata, già analizzate e descritte);
- **Rischio Idraulico basso** – l'area scelta per realizzare la cantina è distante diversi metri dal limite di Pericolosità idraulica media connessa al T.Virginio, ed è in posizione più elevata di almeno due metri dal ciglio di sponda (vedi nello specifico **fig. 11A**, estratta dallo *Stralcio n° pi.538 – Comune di Tavarnelle VP del PGRA, Decr. 65.2015*);
- **Rischio Geomorfologico medio-alto** – la presenza della balza morfologica alle spalle della cantina – che sarà monitorata attentamente durante gli scavi - al momento NON presenta alcuna segnalazione di dissesto (come riscontrabile anche dalla classificazione della **fig. 11**, estratta dallo *Stralcio n° pf10k.538 – Comune di Tavarnelle VP del PAI, collegato al Decreto n° 65.2015*).

L'edificazione risulta dunque FATTIBILE – Classe di Fattibilità 3 - e le indagini eseguite hanno permesso di recuperare tutti gli elementi per una progettazione basata sulla realtà locale.

Ai sensi della Normativa del Vincolo Idrogeologico si ricorda inoltre che l'opera in progetto NON determinerà alcuna turbativa alla circolazione delle acque ipogee (non riscontrate durante le indagini) o profonde né necessiterà dell'abbattimento di essenze arboree importanti: nel progetto inoltre è prevista la regimazione delle acque meteoriche raccolte dal nuovo tetto – totalmente ricoperto da uno spessore di terra inerbata e con piantumazione di essenze arboree od arbustive, spessore che funziona quindi da rallentatore dell'Indice di Corrivazione delle piogge - e dallo scannafosso in progetto, con avvio ai borri od alle fossette agricole esistenti, senza immissione diretta nel Virginio né particolare appesantimento della capacità dello stesso di smaltire le piogge dirette.

L'analisi della capacità portante del terreno e la verifica dei cedimenti saranno oggetto di un documento successivo a questo e di corredo alla progettazione definitiva da inviare al genio Civile per le autorizzazioni di competenza.

In sintesi, quello che segue è il Modello geologico dell'area in oggetto

MODELLO GEOLOGICO	UBICAZIONE	Località Poggio Rozzi – Tavarnelle Val di Pesa (Fi)
	GEOLOGIA DEL SUBSTRATO	Formazioni appartenenti al Ciclo Neogenico marino
	STRATIGRAFIA	<p><u>Substrato caratterizzato da due facies litologiche :</u></p> <p><i>Ghiaie e Conglomerati (Pcg)</i> - elementi prevalentemente calcarei con matrice sabbiosa-limosa, talora ben cementati, con struttura lentiforme passanti lateralmente o intercalati a livelli sabbiosi</p> <p><i>Sabbie (Ps)</i>, depositi a tessitura sabbiosa-limosa intervallati a sottili livelli limoso-orgillosi.</p>
	GEOMORFOLOGIA	Area di transizione tra la zona di fondovalle del Torrente Virginio ed i rilievi collinari circostanti. Presenti scarpate di degradazione la cui origine è essenzialmente legata alla natura litologica, segnalati anche fenomeni gravitativi modesti, comunque non interferenti con l'edificio oggetto di studio.
	IDROGEOLOGIA	Substrato scarsamente permeabile nelle facies predominante sabbioso-limosa, a permeabilità media per porosità nella facies conglomeratica.
	GRADO DI PERICOLOSITÀ	Pericolosità geologica: bassa; media solo nella porzione sud in presenza della scarpata su cui affiorano i conglomerati. Rischio idraulico: nullo Pericolosità idraulica da PAI: nulla
	INDICAZIONI PAI - AUTORITÀ DI BACINO DELL'ARNO	Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante - livello di sintesi: P.F.1 e P.F.3
	VINCOLO IDROGEOLOGICO	Presente su tutta l'area di intervento

* * * * *

Firenze, Luglio 2017

Dott. Geol. Maria Angela Botta



COMUNE DI TAVARNELLE VAL DI PESA PROVINCIA DI FIRENZE

REALIZZAZIONE DI UNA CANTINA AL SERVIZIO DELL'AZ. AGR.
POGGIO ROZZI, SITA IN " Via DELLA ROMITA n° 29 "

RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA & GEOGNOSTICA di supporto alla Variante al RUC

Committente:

Eberhard Toggenburg
Via Castel Roncolo n° 1 - Bolzano

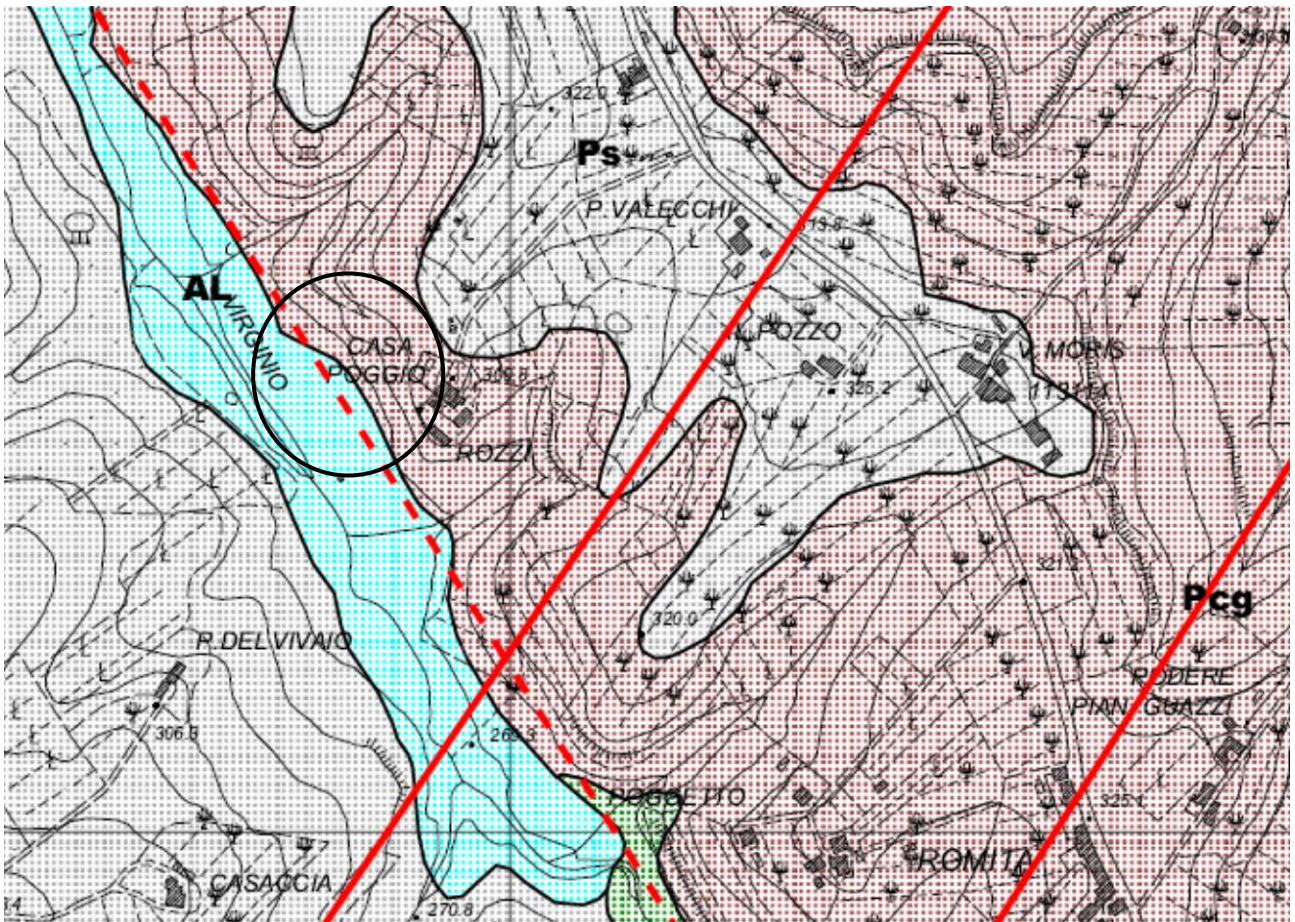
Rif. 8/2015 - C

ALLEGATI



- **Figure**
- **Documentazione fotografica**
- **All. A – Indagine tipo "MASW"**
- **All. B – Diagrammi e schede penetrometriche dinamiche**
- **All. C – Sintesi delle analisi geotecniche di laboratorio**





**Studio di Geologia e Idrogeologia
DOTT. MARIA ANGELA BOTTA
Via Valdichiana n° 61, 50127 - Firenze
Tel & Fax 055/4224405
e-mail: ma.botta@yahoo.it**

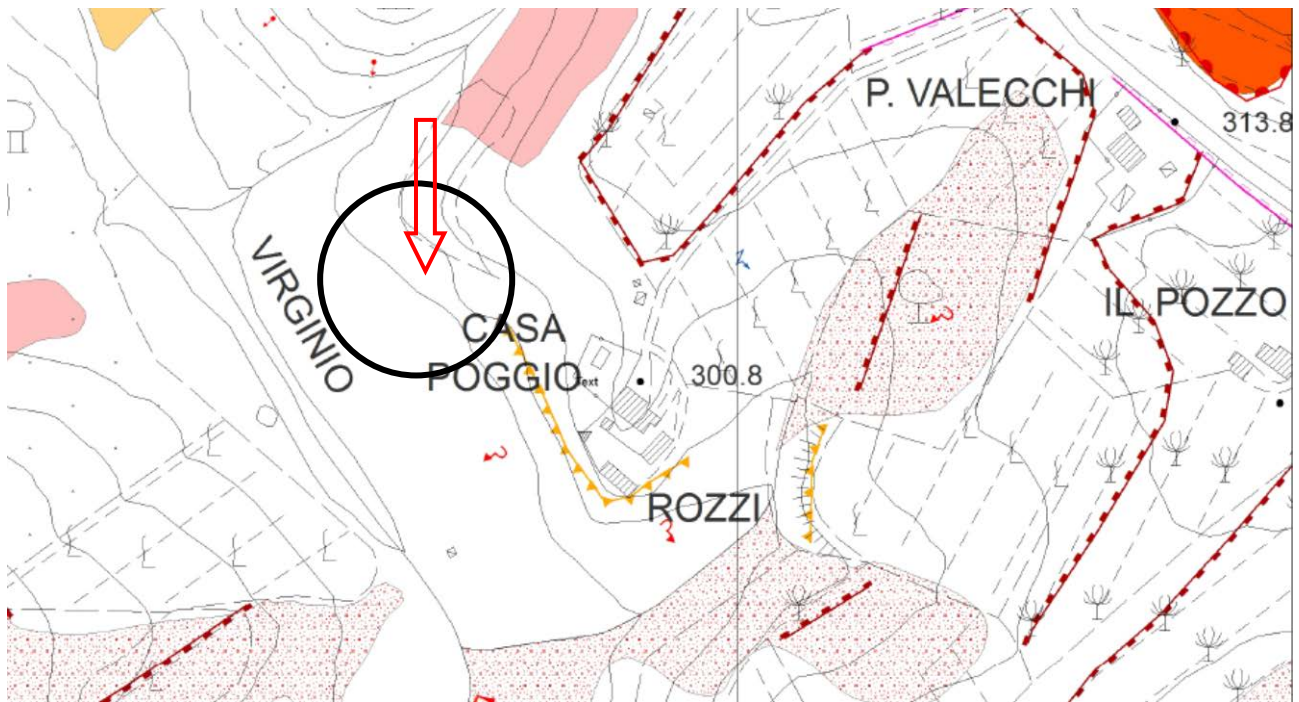


CARTA GEOLOGICA
 (Estratta da Tav. G1 omonima del Piano Strutturale)
Fig. 1

-  **AL - Depositi alluvionali, costituiti da ciottoli, sabbie ed argille sabbiose.**
-  **D - detriti per accumuli di frana e di versante.**

Ciclo Neogenico

-  **Pcg - Ciottolami e ghiaie. Depositi di origine marina grossolani, composti da elementi prevalentemente calcarei con matrice sabbioso-limosa, talora ben cementati, con struttura lentiforme e spessori variabili (in prevalenza 2-5 m.). Passano lateralmente o si intercalano a livelli sabbiosi. E sabbioso-ghiaiosi. Nei livelli più coerenti si sviluppano fessurazioni con andamento sub-verticale. (Pliocene superiore).**
-  **Ps - Sabbie. Depositi di origine marina a tessitura sabbioso-limosa, di colore giallastro, stratificati in banchi talora ben cementati di spessore variabile (0,5-2m), intercalati a sottili livelli (0,05-0,1 m) limoso-argillosi di colore grigio. Sono presenti lenti ghiaiose nelle porzioni più alte degli affioramenti. (Pliocene superiore).**















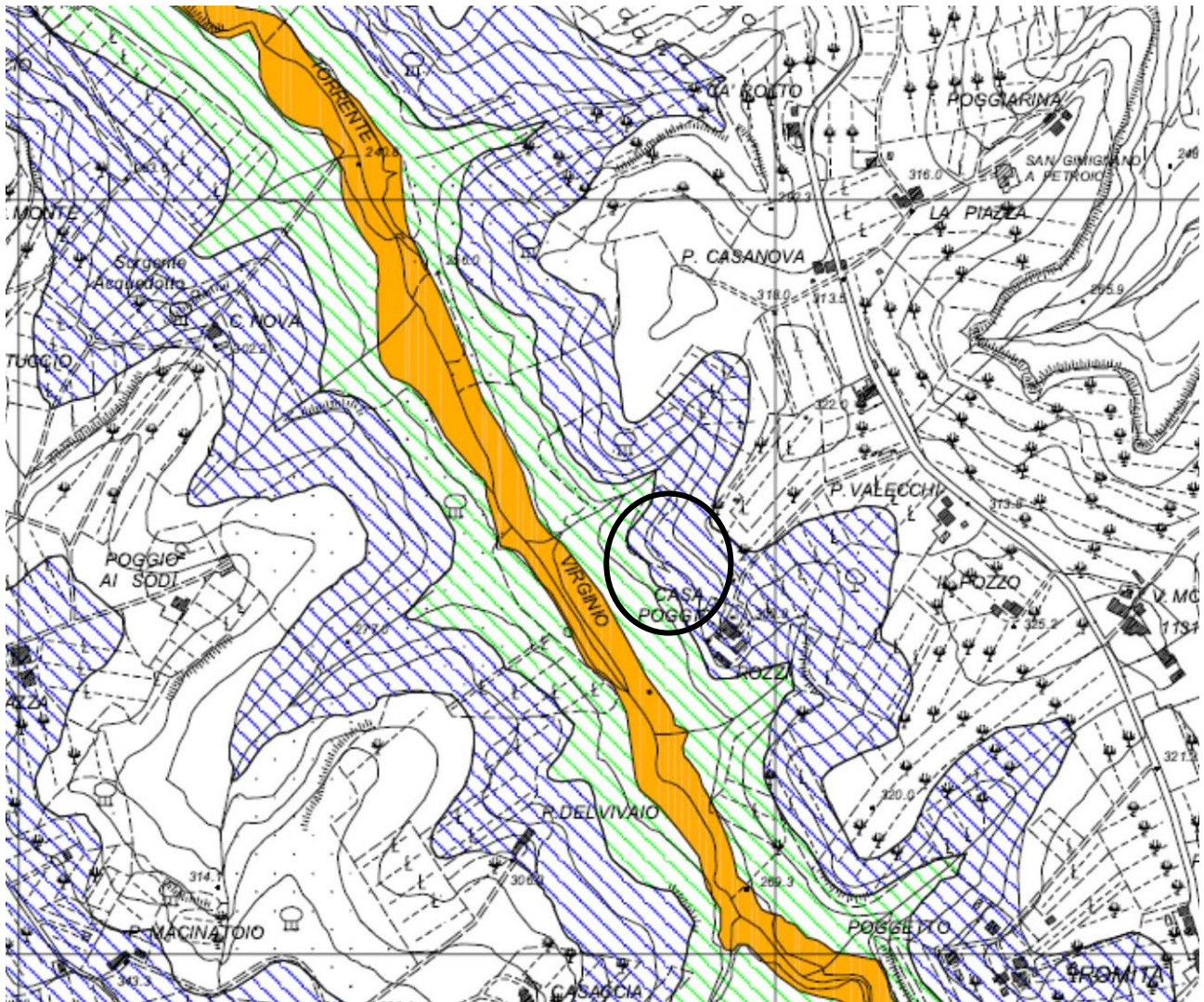
CARTA GEOMORFOLOGICA

(Estratta dalla Cartografia concordata con Tavolo dei servizi Regione Toscana)

Fig. 2

LEGENDA (concordata con RT)

-  Frana di limitata estensione
-  soil creep
-  Erosione superficiale di limitata estensione
-  soliflusso localizzato
-  Corona di frana attiva
-  Corona di frana inattiva
-  Corona di frana quiescente
-  Orlo di scarpata artificiale
-  Orlo di scarpata fluviale o di terrazzo
-  Orlo di scarpata inattiva
-  Orlo di scarpata quiescente
-  Orlo rimodellato di scarpata o debole rottura di pendio







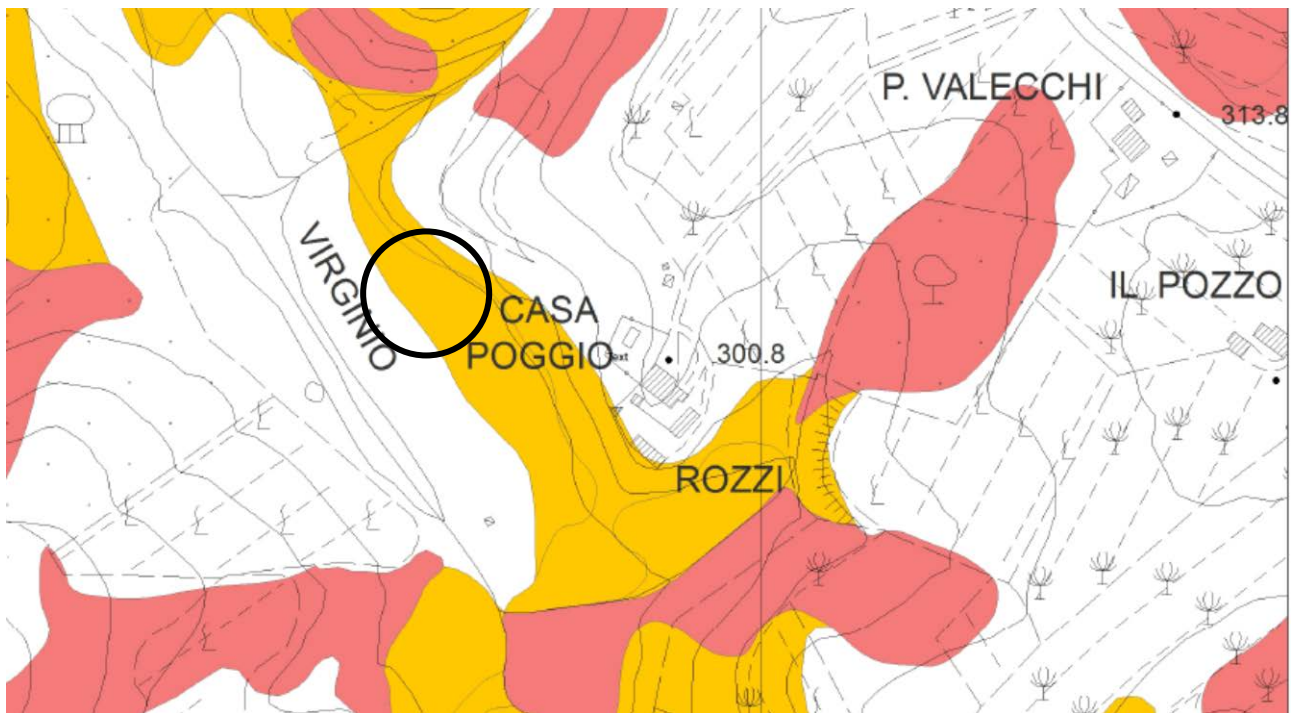
CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO
(Estratta da Tav. G10 omonima del Piano Strutturale)

Fig. 3

LEGENDA

Classi di pericolosità idraulica

-  Classe-1 (pericolosità irrilevante)
-  Classe-2 (pericolosità bassa)
-  Classe-3 (pericolosità media)
-  Classe-4 (pericolosità elevata)



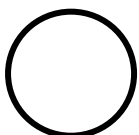
CARTA della PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
 (Estratta dalla Cartografia concordata con Tavolo dei servizi Regione Toscana)

Fig. 4

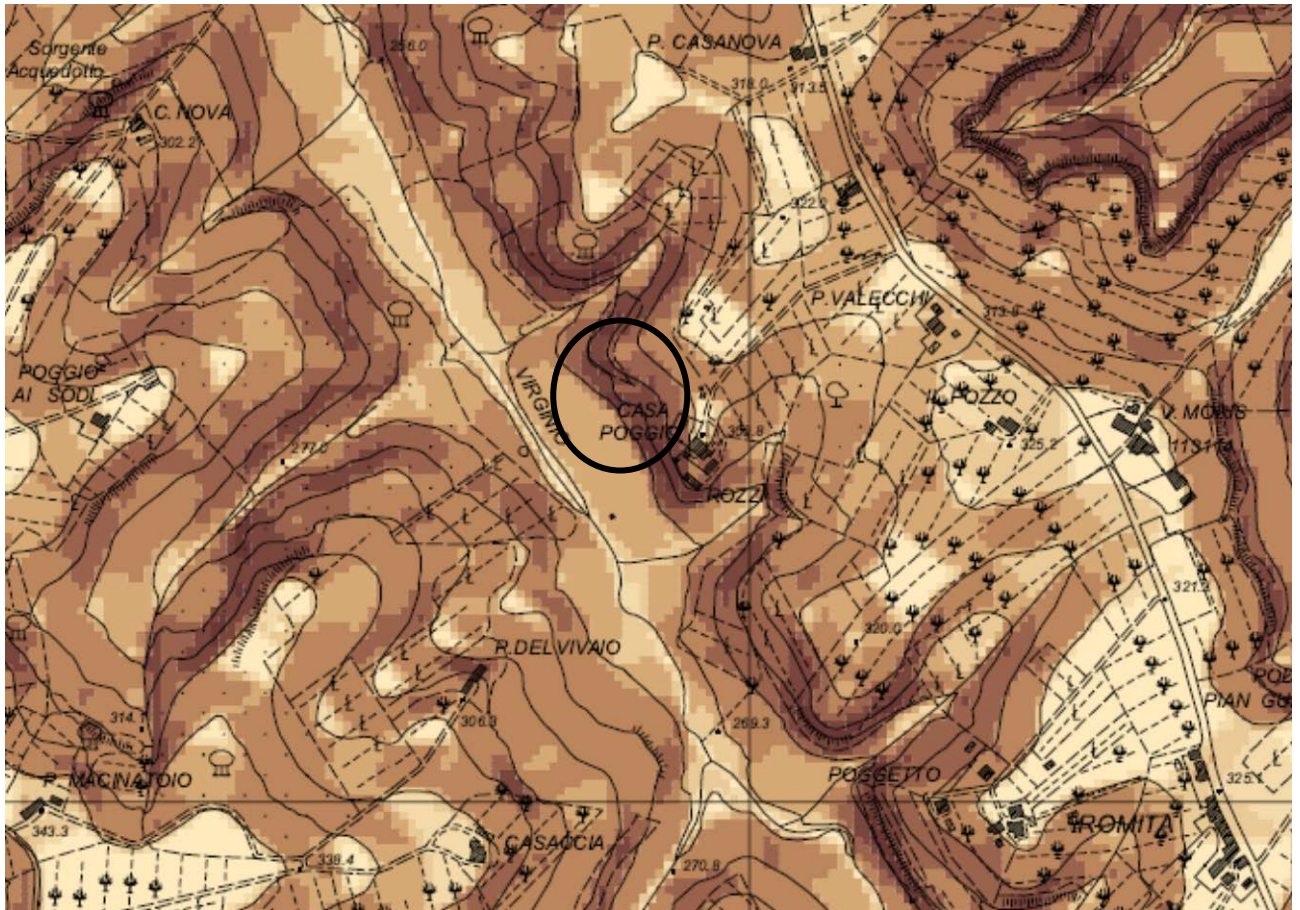
LEGENDA (concordata con RT)

CLASSI DI PERICOLOSITA'

- | | |
|------------|--|
| Bianco | Classe G2 – pericolosità geologica media |
| Arancione | Classe G3 – pericolosità geologica elevata |
| Rosa scuro | Classe G4 – pericolosità geologica molto elevata |

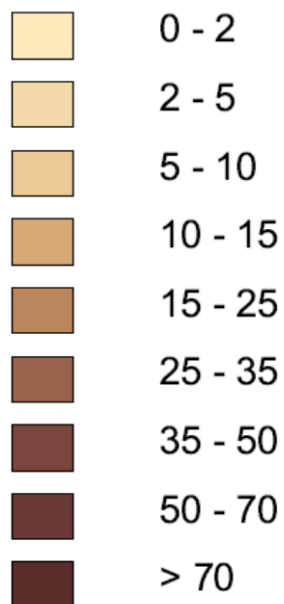


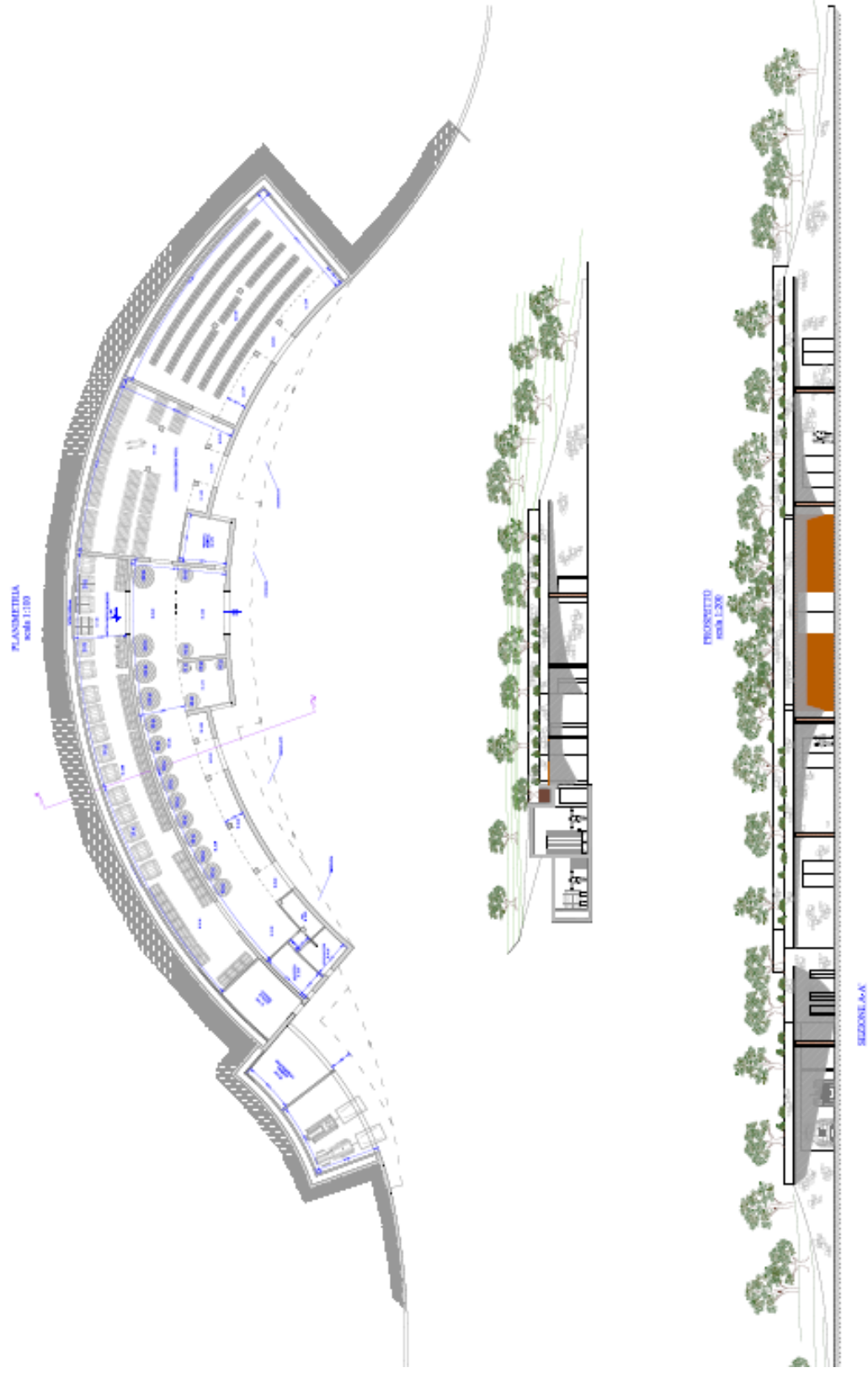
Area di intervento



CARTA DELLE ACCLIVITA'
 (Estratta da Tav. G4 omonima del Piano Strutturale)
Fig. 5

Classi dipendenza [%]





Estratto dal Progetto presentato

Fig. 6

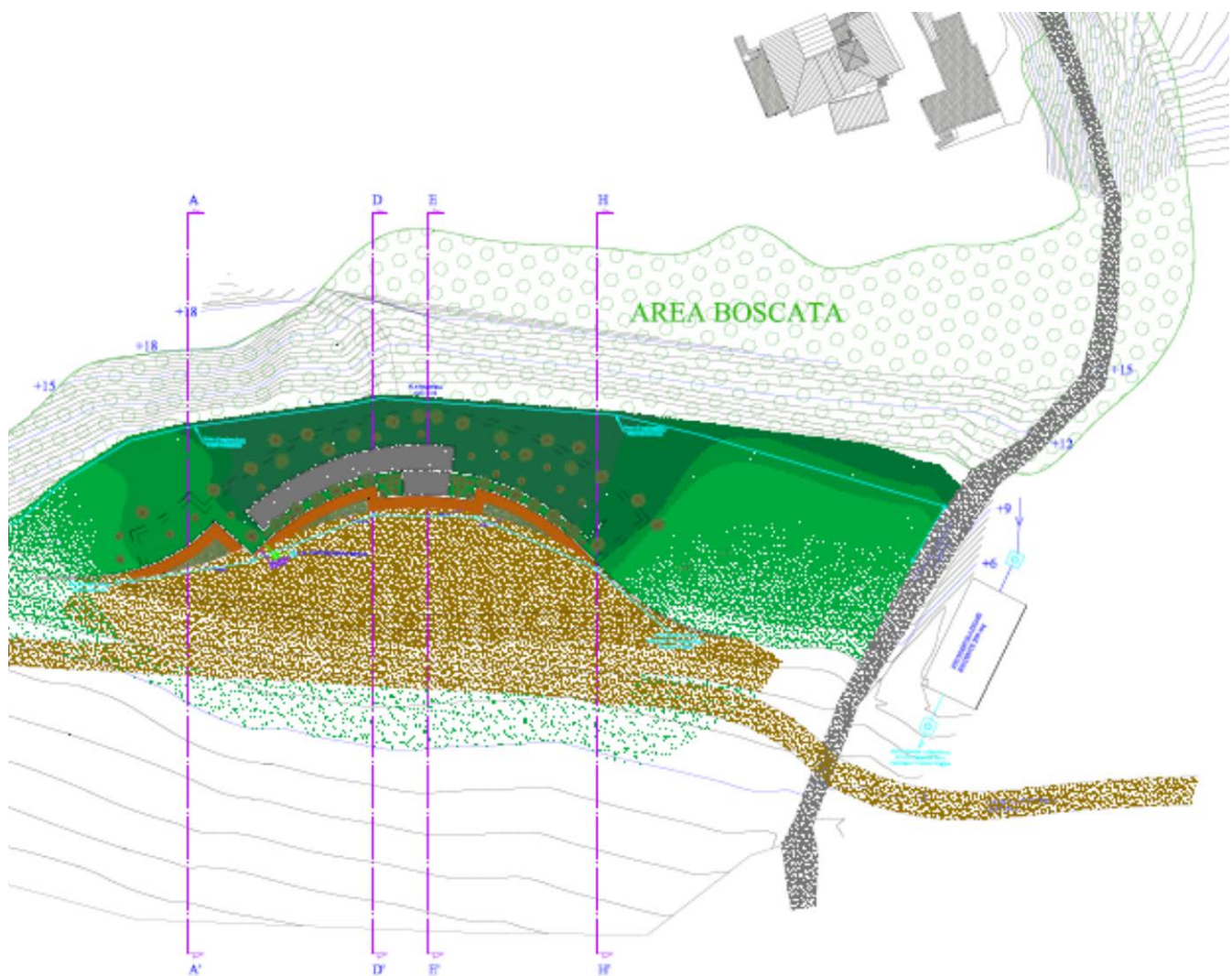
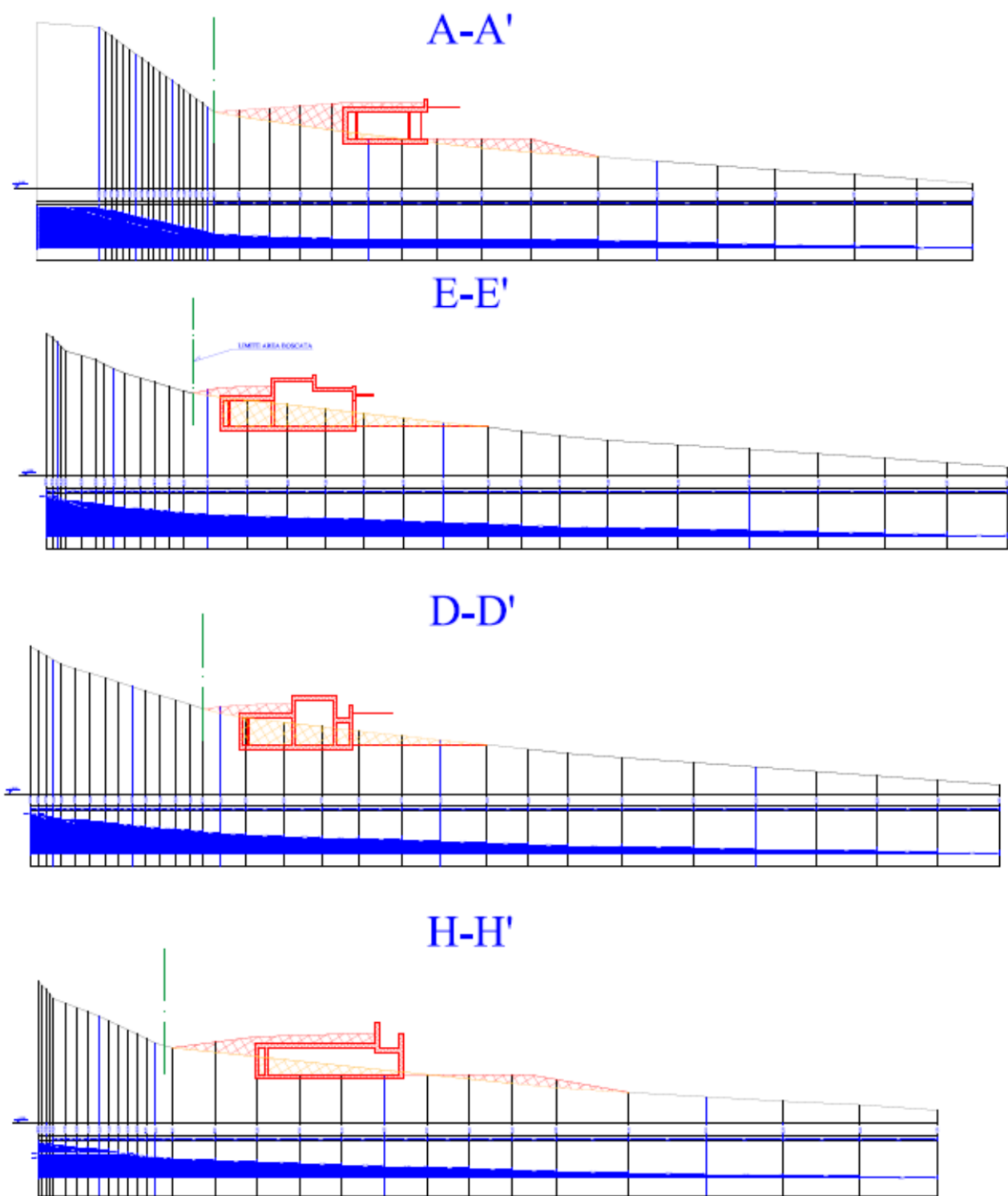


Fig. 7

AREA D'IMPOSTA DELLA CANTINA VINICOLA

(Scala 1: 500)



SEZIONI DI PROGETTO

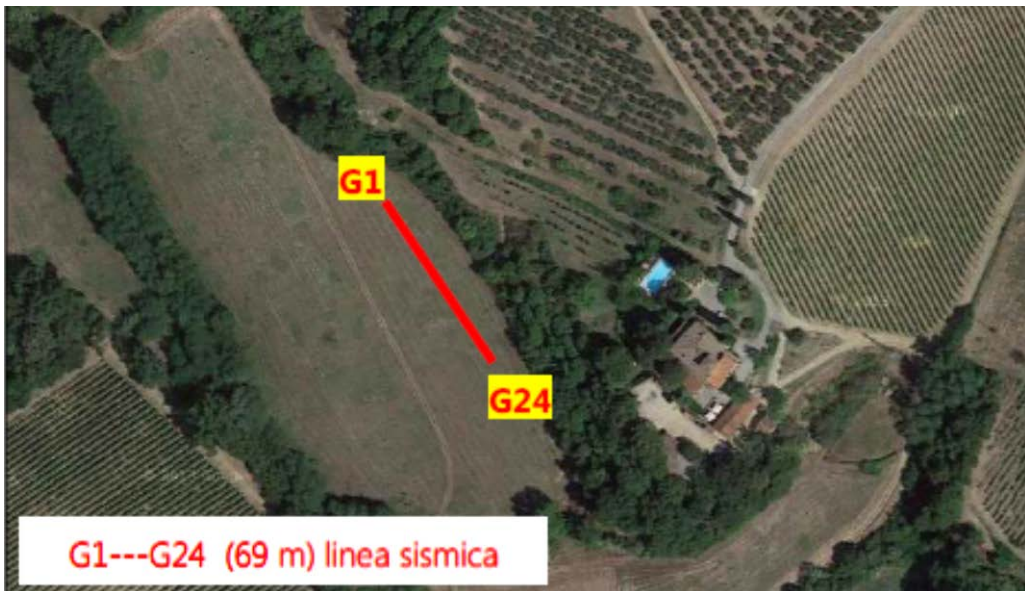
(Stato sovrapposto)

Fig. 8



AREA DI ACCUMULO TEMPORANEO TERRENI DI SCAVO
(SU BASE CATASTALE)

Fig. 9



Ubicazione MASW



Ubicazione Penetrometrie e Sondaggio

UBICAZIONE DELLE INDAGINI IN SITU

Fig. 10



MAPPO GEOGNOSTICA s.r.l.
 Loc. Biagioni, 60 - 55011 Spianze (LU)
 Tel. 0583 20799 - 335 7215712
 E-mail: mappogeognostica@virgilio.it
 C.F. E P. IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche e sui terreni n. 5021 del 24 maggio 2011

Int. Certificati:
 Geol. Carrozza Stefano

Cantiere: Via della Romita 29 Località: Poggio Rozzi Tavarnelle VP Data inizio: 11/11/2015 Data fine: 11/01/2015
 Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126
 Liv. falda (m da p.c.): Non ril. Quota p.c. (m s.l.m.): _____ Redattore stratigrafia Dott. Geol. Massimo Benedetti

#	R	A	Pz	metri	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Preli. %	SPT	RQD %	DEF	DESCRIZIONE
(mm)	(%)	(%)	(%)						(0-100)	(blows)	(0-100)	(%)	
1													Limo argilloso color nocciola.
2						1) 5he x 120				17-19 B		1.6	Limo argilloso color nocciola con ghiaia.
3												2.0	Ghiaia calcarea in matrice limo-argillosa color nocciola.
4										10 & 19			
5												5.2	
6												6.7	Sabbia limosa color nocciola.
7													Limo argilloso color nocciola, screziato e con ossidazioni, locale livello sottile di sabbia tra 6,60 e 6,75.
8										9-10-12			
9												6.0	
10												6.4	Limo argilloso deb. sabbioso, color celeste chiaro, con screziature ocracee.
11												10.6	Limo argilloso color grigio scuro con concrezioni carbonatiche.
12												12.1	Limo argilloso deb. Sabbioso, color celeste chiaro, con concrezioni carbonatiche.
13													Sabbie fini color grigio celeste chiaro.
14												14.0	
15												15.0	Sabbie fini color grigio scuro con livellotti di torba.

Sh - Shaly Soil - Dunham Ar - L'ivello sopra clemente As - L'ivello sopra stabilimento Pa - Piacentini Rp - Piacentini roccia Vc - Vaso Test (Spigno) non-estimo SPT - Standard Penetration Test N - Nlog R.Q.D. - Rock Quality Designation	Riperto Terreno vegetale Argilla	Limo Sabbia Ghiaia, ciottoli	NOTE: _____ _____ _____
---	---	---	---

SCHEDA STRATIGRAFICA DEL SONDAGGIO

Fig. 11

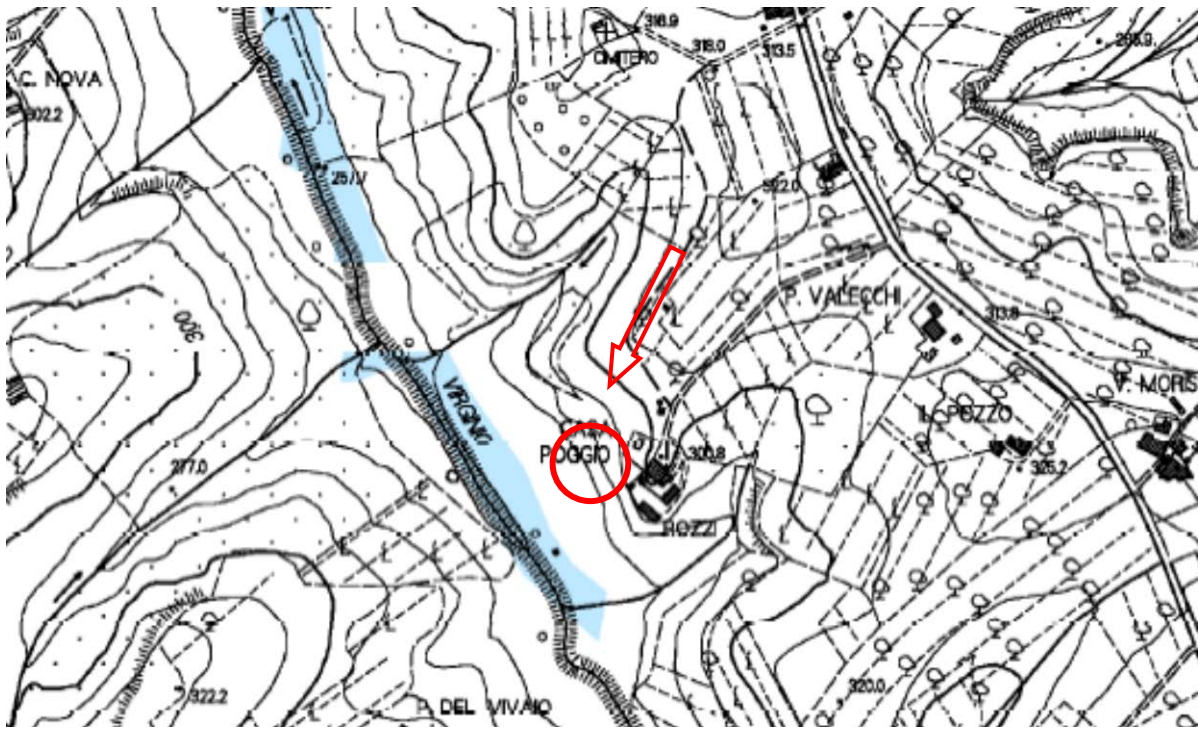


Fig. 12A - Stralcio pi.238 PGRA

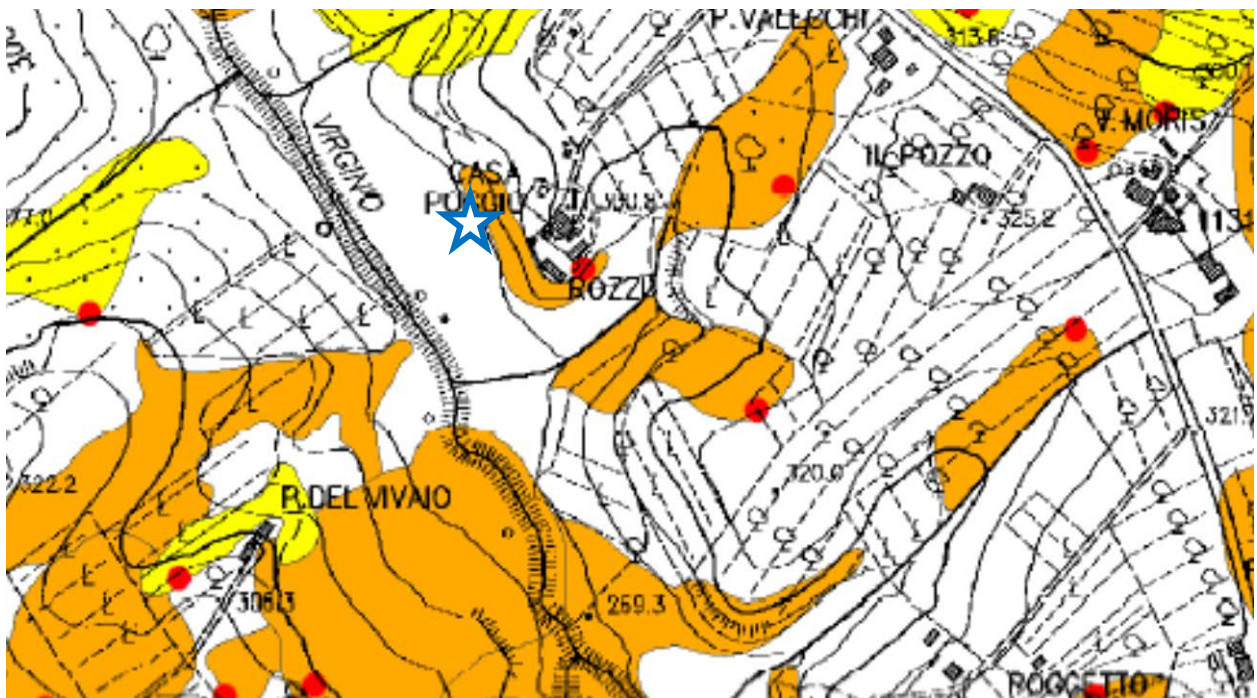


Fig. 12B – Stralcio pf10K.238 PAI





Foto n° 1 – Panorama dell'area: notare le balze morfologiche



Foto n° 2 – Dettaglio dei Conglomerati affioranti sulle balze



Foto n° 3 – Rendering della Cantina in progetto



Foto n° 4 – Ubicazione penetrometria n° 1



Foto n° 5 – Ubicazione penetrometria n° 2



Foto n° 6 – Ubicazione penetrometria n° 3



Foto n° 7 – Ubicazione penetrometria n° 4



Foto n° 8 – Ubicazione Sondaggio geognostico



Foto n° 9 – Stratigrafia da “pc a – 5 m/pc”



Foto n° 10 – Stratigrafia da “- 5 m/pc a – 10 m/pc”



Foto n° 11 – Stratigrafia da” – 10 m/pc a – 15 m/pc”

COMUNE DI TAVARNELLE VAL DI PESA
PROVINCIA DI FIRENZE

REALIZZAZIONE DI UNA CANTINA AL SERVIZIO DELL'AZ. AGR.
POGGIO ROZZI, SITA IN " Via DELLA ROMITA n° 29 "

RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA & GEOGNOSTICA
di supporto alla Variante al RUC

Committente:
Eberhard Toggenburg
Via Castel Roncolo n° 1 - Bolzano

Rif. 8/2015 - C

A L L E G A T O A

Indagine tipo "MASW"

Studio di Geologia e Idrogeologia
DOTT. MARIA ANGELA BOTTA
Via Valdichiana n° 61, 50127 - Firenze
Tel & Fax 055/4224405
e-mail: ma.botta@yahoo.it



**GEOGNOSTICA
FIORENTINA SRL**

Geognostica Fiorentina srl

Via di Porto, 11-13 • 50018 • Scandicci (FI)

C.F./P.IVA • 05256260489

Tel. e Fax • 055 720195

E-mail • info@geognosticafiorentina.com

Web • www.geognosticafiorentina.com

COMUNE DI TAVARNELLE VAL DI PESA
Provincia di Firenze



Oggetto:

Indagine geofisica di superficie mediante
sismica a rifrazione e tomografia sismica
con onde P, SH e metodologia MASW

RELAZIONE TECNICA



Località:

Poggio Rozzi - Via della Romita, 29
Tavarnelle Val di Pesa (FI)



Committente:

Sig. Eberhard Toggenburg

Introduzione

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati dell'indagine sismica eseguita mediante sismica a rifrazione e tomografia sismica con onde P ed SH, integrata con metodologia MASW, il 05/11/2015, in località Poggio Rozzi, nel Comune di Tavarnelle V.P. (FI), nell'ambito del progetto per la realizzazione di una struttura adibita a cantina.

Dopo aver preso visione della zona, delle problematiche ad essa connesse e degli spazi a disposizione, è stata programmata una campagna di prospezioni geofisiche con lo scopo di fornire, una caratterizzazione delle litologie presenti nell'area d'indagine nonché determinare le geometrie dei terreni (spessori e superfici di contatto) nel sottosuolo in funzione dell'andamento in profondità delle velocità delle onde sismiche. I dati ottenuti sono stati elaborati anche con la metodologia tomografica che permette di ottenere un'ottima caratterizzazione del substrato e dei materiali di copertura. Per il calcolo delle velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette Vs30), oltre all'analisi delle onde Sh acquisite mediante sismica a rifrazione, è stata effettuata un'analisi spettrale delle onde di superficie con metodologia MASW.

Di seguito vengono descritte: la metodologia d'indagine, lo schema operativo, le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, ed infine l'interpretazione dei dati elaborati.

Metodologie d'indagine

Sismica a rifrazione:

La sismica a rifrazione considera i tempi di propagazione di onde elastiche che, generate al suolo, si rifrangono su superfici di discontinuità. La velocità con cui la deformazione prodotta artificialmente si propaga nei terreni è quindi funzione delle caratteristiche elastiche dei terreni stessi. Non sempre però un orizzonte individuato con metodologie sismiche coincide con un orizzonte litologico in quanto la velocità di propagazione può variare nell'ambito di uno stesso litotipo perché, variazioni di compattazione, fratturazione, porosità ecc., cambiano le caratteristiche elastiche. Dalla misura dei tempi di percorrenza dalla sorgente ai ricevitori, è possibile dedurre la velocità e gli spessori degli orizzonti in cui si propagano le onde elastiche generate e quindi ottenere informazioni sulla natura e sulla struttura del sottosuolo.

La condizione fondamentale nella rifrazione è che la velocità delle onde sia crescente con la profondità. I raggi che incontrano la superficie di separazione tra i due mezzi verranno riflessi e rifratti.

Nel punto in cui l'angolo di incidenza con la normale alla superficie di separazione è pari all'angolo critico, il raggio verrà rifratto a 90° secondo la legge di Snell e viaggerà lungo la superficie di separazione tra i due mezzi alla velocità del mezzo più veloce (quello a maggior profondità tra i due). Per il principio di Huygens il fronte d'onda rifratto genera a sua volta onde che risalgono verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza e possono essere intercettati dai ricevitori.

Una volta acquisiti i dati, l'interpretazione dei segnali e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde, avviene attraverso una serie di fasi tra cui:

- mediante l'osservazione di sismogrammi, l'individuazione dei primi arrivi ed il relativo *picking*;
- ricostruzione delle dromocrone cioè di un diagramma che ha in ascisse le distanze dei geofoni e in ordinate i tempi dei primi arrivi; calcolo delle velocità delle onde elastiche analizzate e relativi tempi di intercetta;
- ricostruzione del modello del sottosuolo con stima della profondità di ciascuno strato omogeneo, continuo e isotropo.

Il metodo della *tomografia sismica* è una tecnica di indagine che permette l'individuazione di anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche con un alto potere risolutivo, offrendo la possibilità di ricostruire anomalie e discontinuità stratigrafiche anche particolarmente complesse.

Questa tecnica fornisce l'immagine della distribuzione delle onde sismiche sotto la superficie, basate sui tempi di primo arrivo (come nella normale sismica a rifrazione) e sulla geometria di acquisizione. Si ricostruisce in tal modo un modello di velocità, migliorabile attraverso successive iterazioni fino alla migliore sovrapposizione fra i tempi di primo arrivo calcolati e quelli misurati.

Per l'analisi interpretativa sono stati utilizzati i software Easy Refract (Geostru) - metodo GRM; e Rayfract 3.2. - tomografia sismica.

Infine sono stati calcolati i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette VS30), come richiesto dalla nuova "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14/01/2008.

MASW

La tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della propagazione delle onde di superficie (Rayleigh e/o Love), permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio S nel sottosuolo, portando quindi a determinare anche il parametro Vs30 (velocità media delle onde S nei primi 30m).

In un mezzo stratificato le onde di superficie (Rayleigh e Love) danno vita al fenomeno della dispersione, cioè lunghezze d'onda diverse si propagano con diverse velocità di fase e gruppo: le componenti ad alta frequenza (con piccola lunghezza d'onda) "sentono" solamente gli strati più superficiali del suolo, mentre le componenti a più bassa frequenza "sentono" anche gli strati più profondi consentendo quindi di determinarne le caratteristiche.

Il metodo si sviluppa attraverso la determinazione delle proprietà dispersive del mezzo individuabili dall'analisi dello spettro di velocità dei dati. Il range di frequenza si sviluppa comunemente tra i 5Hz e i 70Hz, fornendo informazioni sino a profondità di circa 30m a seconda della rigidità del suolo: la profondità massima di penetrazione è determinata dalla relazione fra velocità di propagazione dell'onda e più bassa frequenza identificabile.

Questa tipologia di prospezione si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12/24 o più geofoni allineati a distanza intergeofonica variabile tipicamente fra 1 e 5 m (la lunghezza dello stendimento incide sulla focalizzazione del segnale nello spettro di velocità) che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di X punti di energizzazione effettuati tipicamente ad una distanza compresa fra 2 e 20 m dal primo geofono.

L'obiettivo della registrazione è quindi l'individuazione del treno di onde superficiali (Rayleigh e/o Love), che a causa della stratificazione del mezzo subisce una dispersione le cui modalità sono direttamente correlate alla velocità delle onde di taglio S.

L'acquisizione delle onde di Rayleigh è fatta mediante geofoni verticali ed energizzazione piastra-martello; per le onde di Love con geofoni orizzontali ed energizzazione martello-trave di legno, ortogonale allo stendimento.

L'analisi dei dati acquisiti dalla metodologia avviene attraverso le seguenti fasi:

1. Calcolo dello spettro di velocità;
2. Individuazione del *modo fondamentale* e degli eventuali superiori;
3. Calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia. In alternativa *picking* della curva di dispersione, cioè selezione dei punti che si ritengono appartenere ad un determinato *modo*;
4. Inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità Vs.

Schema operativo

Nella Tavola 1 allegata, è riportato un inquadramento dell'area con inserita la traccia della sezione sismica eseguita.

Dopo una prima analisi dell'area, stabilite le finalità delle indagini da eseguire, ed in considerazione degli spazi a disposizione, è stata adottata per la prospezione sismica la seguente configurazione e sono state eseguite le seguenti analisi schematizzate di seguito:

- Per quanto riguarda la rifrazione sono stati eseguiti n° 9 scoppi indicati nella sezione allegata. Eseguita l'acquisizione dei dati, l'interpretazione è stata fatta mediante l'osservazione dei sismogrammi, l'individuazione dei primi arrivi ed il relativo *picking*, la ricostruzione delle dromocrone; calcolo delle velocità delle onde elastiche e la ricostruzione del modello del sottosuolo con stima della profondità di ciascuno strato omogeneo.
- L'acquisizione MASW è avvenuta con la stessa configurazione spaziale e gli stessi geofoni, utilizzando però differenti tempi di acquisizione, frequenza di campionamento e periodo di campionamento. L'analisi dei dati acquisiti dalla metodologia avviene attraverso le seguenti fasi: 1. Calcolo dello spettro di velocità; 2. Individuazione del *modo fondamentale* e degli eventuali superiori; 3. Calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia. In alternativa *picking* della curva di dispersione, cioè selezione dei punti che si ritengono appartenere ad un determinato *modo*; 4. Inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità Vs.

Strumentazione impiegata

Un sistema digitale di acquisizione dati in sismica, è costituito sostanzialmente da sismometri (geofoni o accelerometri), amplificatori, filtri, convertitori A/D e supporti per la memorizzazione dei dati digitali. Nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo costituito da un sistema a più canali a conversione digitale tra loro in catena, ciascuno con un proprio ID, e pilotati da PC. Il modello è denominato DOREMI (della SARA Electronic Instruments), con risoluzione di acquisizione pari a 16 bit. Per quel che riguarda i sensori, sono stati utilizzati, sia per le onde P che SH, geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile, con frequenza caratteristica di 4.5 Hz.

Come sorgente di energia sismica per le onde di corpo P e per le onde di superficie (Rayleigh) si è fatto uso di una mazza con maglio da 8 kg battente su una piastra di alluminio posta sul suolo in linea

con lo stendimento. Per le onde di corpo SH e per le onde di superficie (Love) il sistema di energizzazione utilizzato consiste in una mazza con maglio da 8 kg battente orizzontalmente su una trave in legno sovraccaricata, posta ortogonalmente allo stendimento e parallelamente alla direzione di oscillazione dei geofoni.

L'inizio della registrazione è stato dato tramite un *trigger* che consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente colpisce la piastra (nel nostro caso si è usato quello un geofono starter) e l'impulso generato, inviato al sistema di acquisizione, consente di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate.

Presentazione elaborati grafici

Nella **Tavola 1** è riportata la traccia della sezione sismica.

Nella **Tavola 2** sono rappresentate le curve tempi-distanze, dromocrone, che scaturiscono dalle letture eseguite sui dati di campagna. In ascisse sono riportate le distanze dei sensori dall'inizio dell'allineamento, in ordinate i tempi di arrivo espressi in millisecondi agli stessi sensori.

Nella **Tavola 3 e 4** sono riportate le sezioni tomografiche, realizzata mediante la "WET Tomography" con le relative curve di isovelocità. Al di sotto di questa sezione bidimensionale (quote/lunghezza dello stendimento) viene riportata una scala in falsi colori che esprime i valori di velocità all'interno della sezione.

Nella **Tavola 5 e 6** abbiamo le sezioni sismostratigrafiche con interpretazione litostratigrafica. Al di sotto della superficie topografica l'involuppo dei cerchi rappresenta l'interfaccia tra uno strato ed un altro. I metodi di interpretazione in sismica a rifrazione forniscono, infatti, gli spessori degli strati valutando la distanza minima tra i sensori ed il rifrattore sulla perpendicolare allo strato e non sulla sua verticale; di conseguenza la superficie rifrangente, al di sotto di ogni dato punto, può giacere ovunque su di un cerchio centrato in quel punto e con raggio uguale allo spessore dello strato. Ciò è quanto riportato nelle sezioni al di sotto della superficie topografica. L'involuppo dato da questi cerchi è una buona approssimazione della forma e posizione del rifrattore.

Nella **Tavola 7 e 8** sono riportati i sismogrammi con gli spettri di velocità calcolati e i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi MASW.

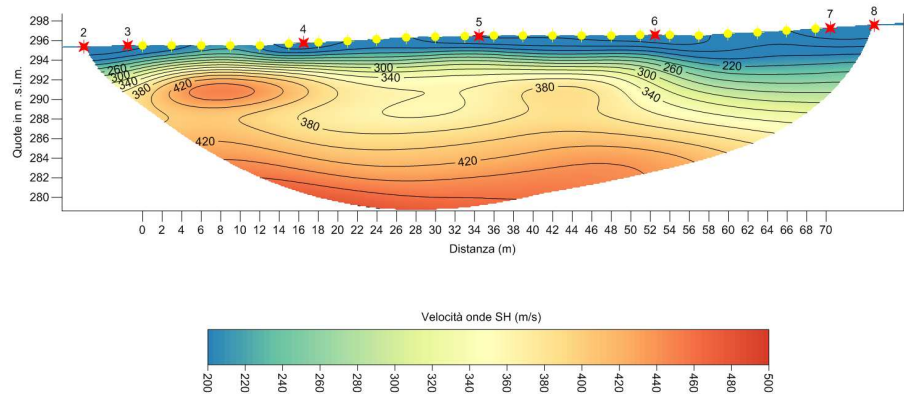
Nella **Tavola 9** le Categorie di Suolo di Fondazione secondo il DM 14 gennaio 2008 - Tabella 3.2.II.

Analisi dei risultati

Per il profilo sismico vengono di seguito riportati i risultati ottenuti mediante le varie metodologie interpretative. Date le diverse caratteristiche degli algoritmi di calcolo i risultati ottenuti possono presentare differenze nelle discretizzazioni degli orizzonti sismici. L'utilizzo di varie metodologie interpretative offre, fra gli altri, un importante vantaggio, cioè quello di diminuire il numero dei possibili modelli sismostratigrafici (spessori/velocità) determinati dal problema della non-univocità (cioè dell'equivalenza di modelli diversi, per esempio per una data curva di dispersione) che in effetti tocca tutti i metodi geofisici di superficie.

Con l'analisi mediante GRM dei dati acquisiti è stata individuata una superficie rifrangente a profondità che varia per le onde P tra 6.0 e 11.2 m, e per le onde SH tra 7.8 e 12.2 m (vedi tabelle seguenti), che separa il limo argilloso (rinvenuto dal sondaggio a carotaggio continuo) da materiale granulare più o meno grossolano, come risultato dalle indagini dirette (sondaggio a carotaggio e prove penetrometriche) eseguite nel sito. Le velocità delle onde P nel primo sismostrato risultano mediamente di circa 717 m/s, nel secondo di circa 1.946 m/s; quelle delle onde Sh 299 m/s nel primo sismostrato, 416 m/s nel sottostante.

La tomografia sismica mostra, sia per le onde P che per le SH, una risalita delle curve di isovelocità nella zona iniziale della sezione fino alla progressiva dei 20 m circa, dovuto



probabilmente alla presenza di una lente con materiale più grossolano (vedi figura sopra e Tavola 4).

Nella parte centrale della linea il raffittimento delle curve di isovelocità, ben visibile con le onde P (Tavola 3), si ha a profondità intorno ai 10-12 m (in accordo con le indagini dirette).

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	7.6	--
G= 3.0 [m]	7.0	--
G= 6.0 [m]	6.7	--
G= 9.0 [m]	6.0	--
G= 12.0 [m]	6.3	--
G= 15.0 [m]	7.9	--
G= 18.0 [m]	8.9	--
G= 21.0 [m]	10.2	--
G= 24.0 [m]	10.6	--
G= 27.0 [m]	10.8	--
G= 30.0 [m]	10.8	--
G= 33.0 [m]	11.2	--
G= 36.0 [m]	9.9	--
G= 39.0 [m]	9.9	--
G= 42.0 [m]	10.3	--
G= 48.0 [m]	10.7	--
G= 51.0 [m]	10.9	--
G= 54.0 [m]	10.2	--
G= 57.0 [m]	9.4	--
G= 60.0 [m]	8.5	--
G= 63.0 [m]	9.2	--
G= 66.0 [m]	8.8	--
G= 69.0 [m]	8.7	--
Velocità onde P [m/sec]	717	1.946

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	7.8	--
G= 3.0 [m]	8.2	--
G= 6.0 [m]	8.5	--
G= 9.0 [m]	8.8	--
G= 12.0 [m]	9.4	--
G= 15.0 [m]	9.7	--
G= 18.0 [m]	10.0	--
G= 21.0 [m]	9.4	--
G= 24.0 [m]	9.8	--
G= 27.0 [m]	9.7	--
G= 30.0 [m]	9.5	--
G= 33.0 [m]	10.0	--
G= 36.0 [m]	10.3	--
G= 39.0 [m]	10.5	--
G= 42.0 [m]	11.6	--
G= 48.0 [m]	11.2	--
G= 51.0 [m]	11.1	--
G= 54.0 [m]	10.9	--
G= 57.0 [m]	11.3	--
G= 60.0 [m]	11.3	--
G= 63.0 [m]	11.8	--
G= 66.0 [m]	12.2	--
G= 69.0 [m]	11.8	--
Velocità onde SH [m/sec]	299	416

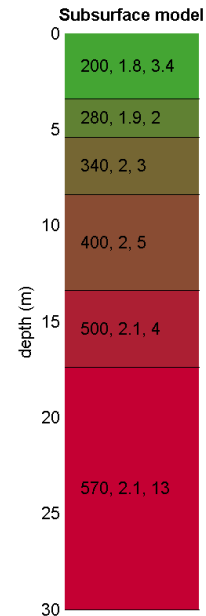
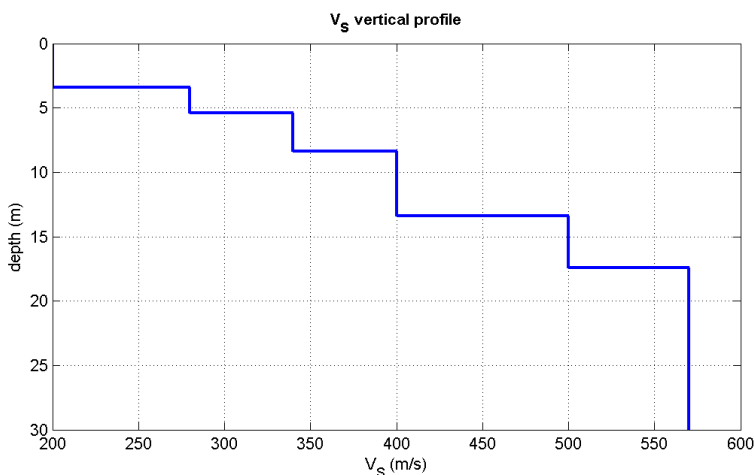
La linea sismica sopradescritta, oltre che con GRM e tomografia sismica, è stata interpretata anche con il contributo dell'indagine **MASW** (Multi-channel Analysis of Surface Waves), analisi della dispersione delle onde di Rayleigh e Love. Le metodologie menzionate hanno consentito inoltre la caratterizzazione della risposta sismica del sito in esame, ed in particolare i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m (cosiddette Vs30), così come previsto dal D.M. 14/01/2008 Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni. La classificazione dei terreni è ottenuta sulla base del valore della Vs30 (il valore medio della Vs nei primi 30 m di profondità) definita dalla relazione:

$$Vs30 = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{Vs_i}}$$

Nella Tabella e nelle figure sottostanti vengono riportati l'andamento del profilo di velocità, gli spessori con le relative velocità e la densità stimati.

Spessore (m)	Vs (m/s)
3.4	200
2.0	280
3.0	340
5.0	400
4.0	500
semi-spazio	570
Modello medio stimato	

*Profilo verticale della Vsh
Nella colonna: Vsh (m/s),
densità (gr/cm³) e spessore (m).*



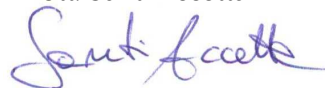
Il calcolo del cosiddetto parametro **Vs30** è stato fatto sia tramite GRM sia in base alla stima del profilo verticale di Vs tramite dispersione delle onde superficiali, ed è risultato **367 m/s - 397 m/s, considerando come riferimento il piano campagna**. In base al profilo sismostratigrafico ottenuto, il sito risulta compatibile con la categoria di sottosuolo B secondo il DM 14 gennaio 2008 - Tabella 3.2.II, riportata in Tavola 9.

Sarà cura del progettista, in base alle caratteristiche dell'opera da realizzare, alla profondità di imposta delle fondazioni, al modello sismostratigrafico riportato con il conseguente profilo verticale della Vs, ed a tutte le considerazioni del caso che riterrà opportune, attribuire il definitivo valore di Vs30 e conseguentemente la categoria di suolo.

Scandicci, li 17/11/2015

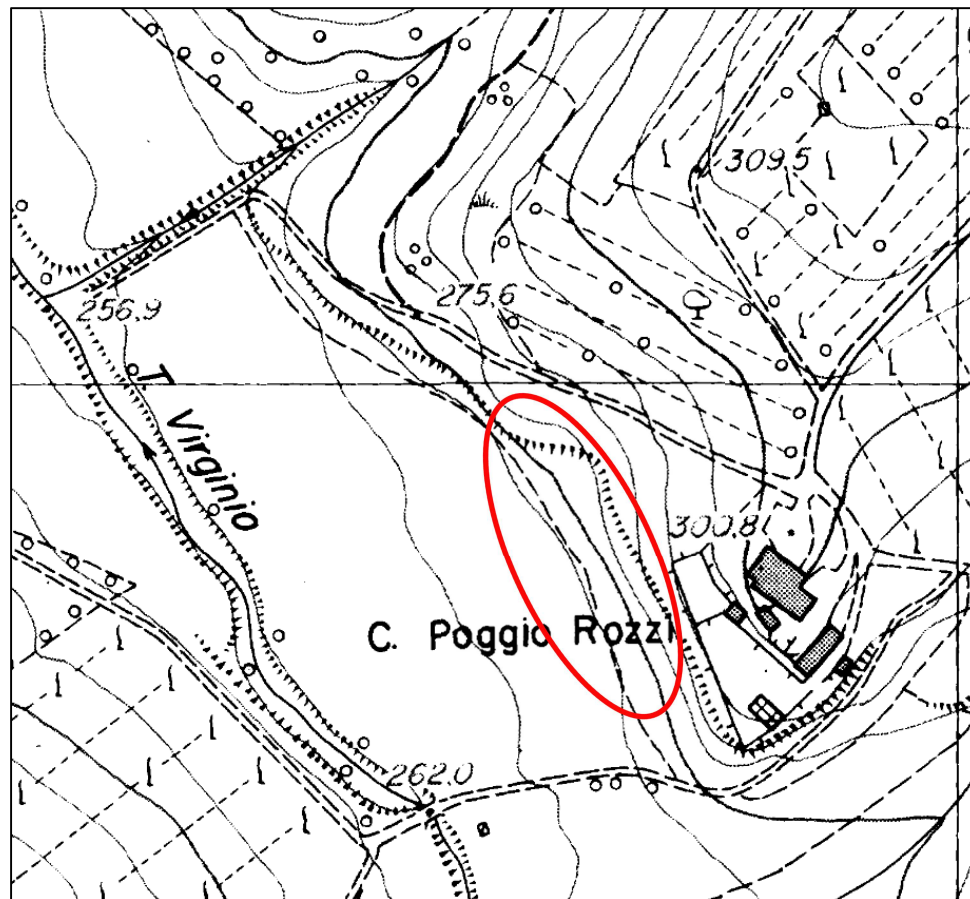
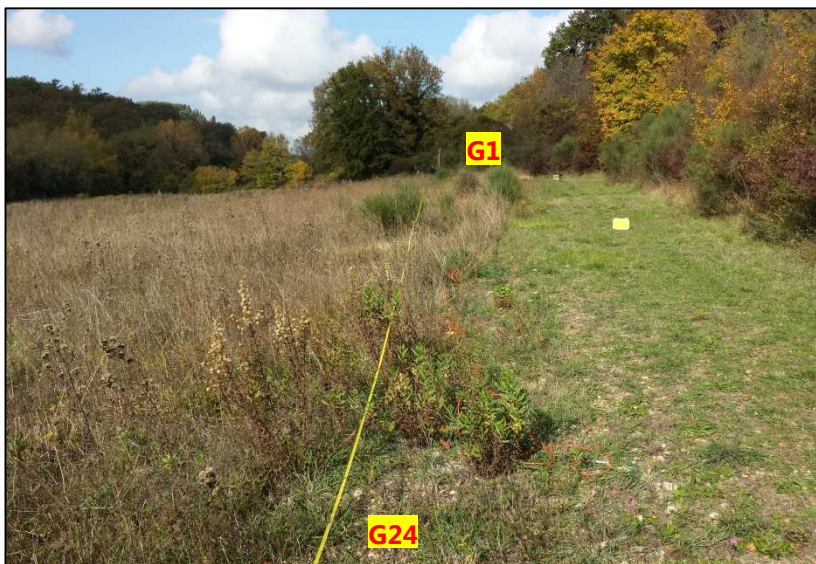
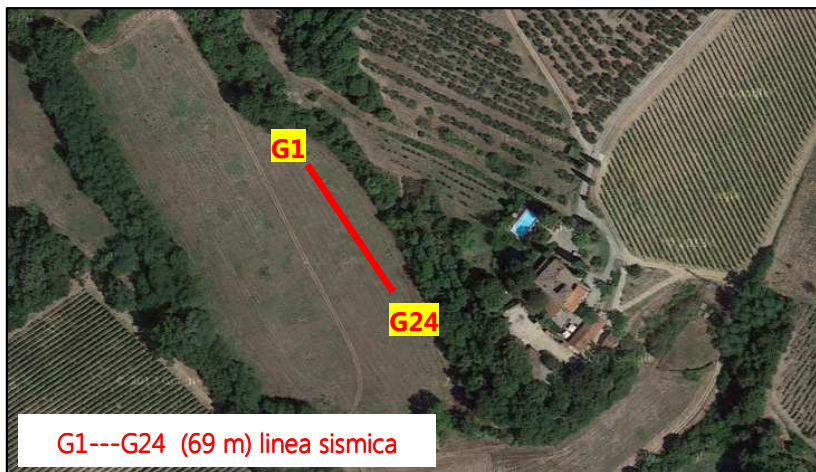
I Tecnici

Dott. Santi Accetta

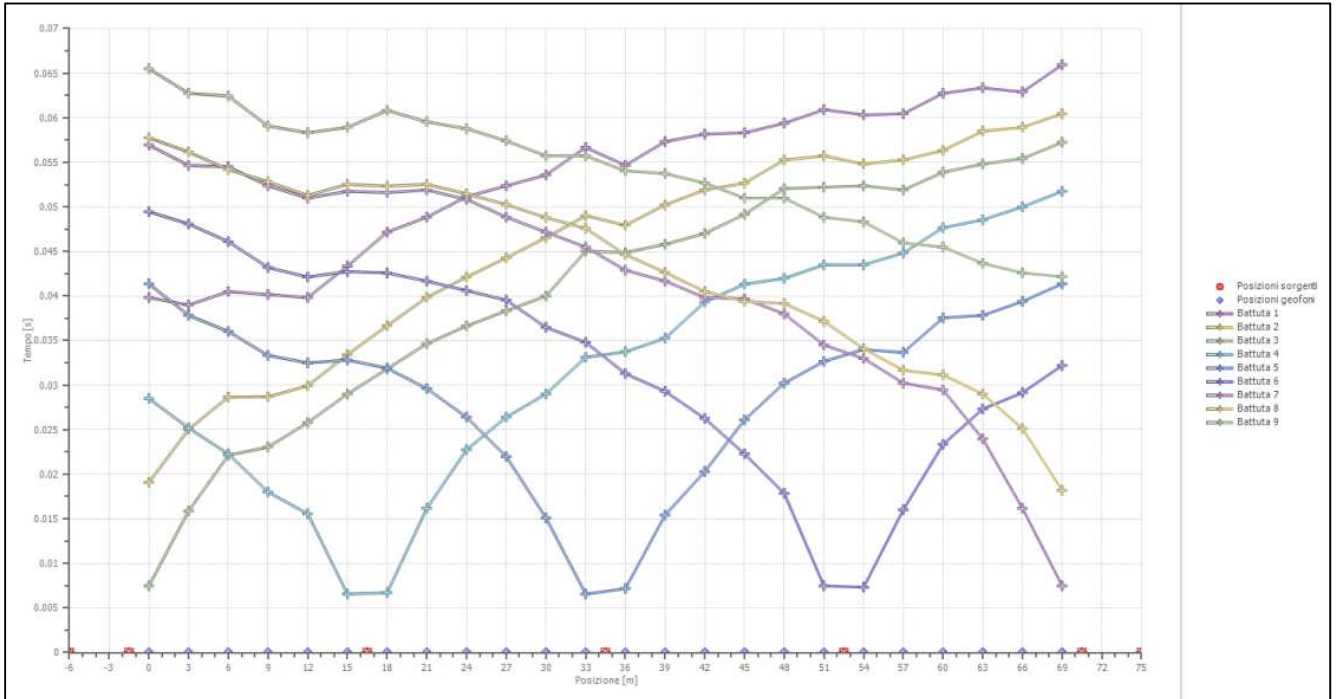


Dott. Silvio Brenna

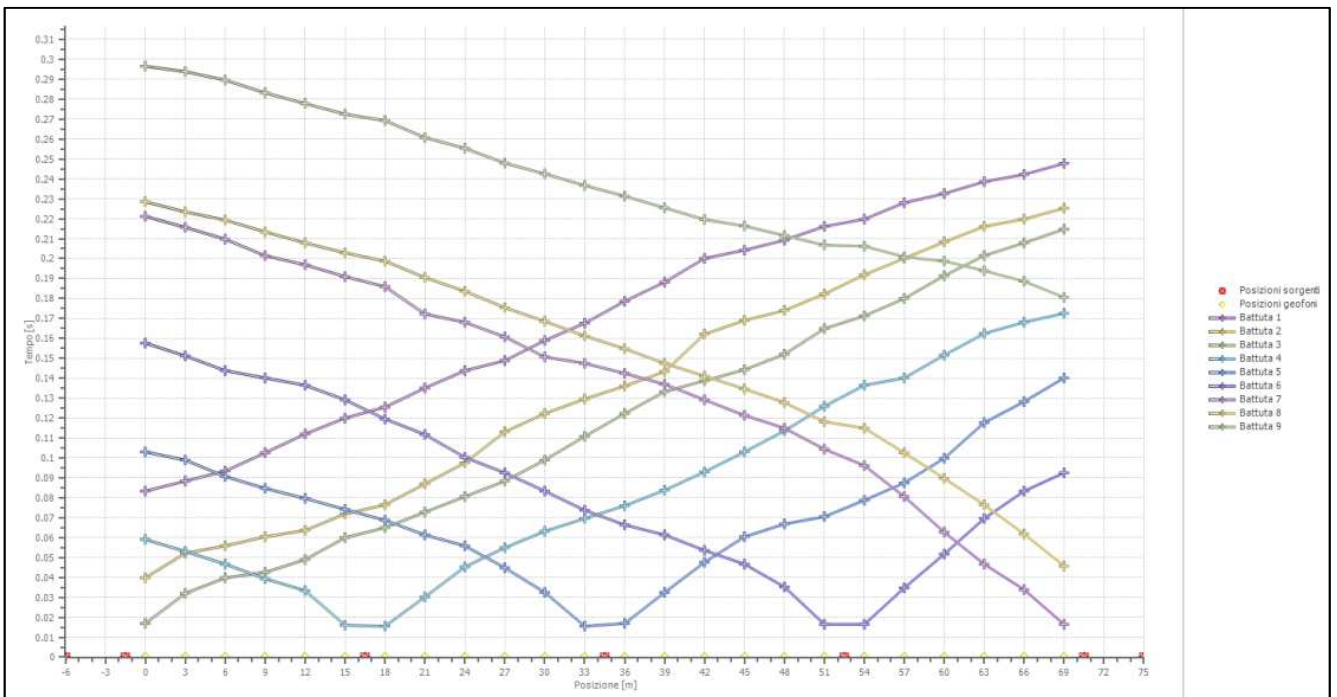




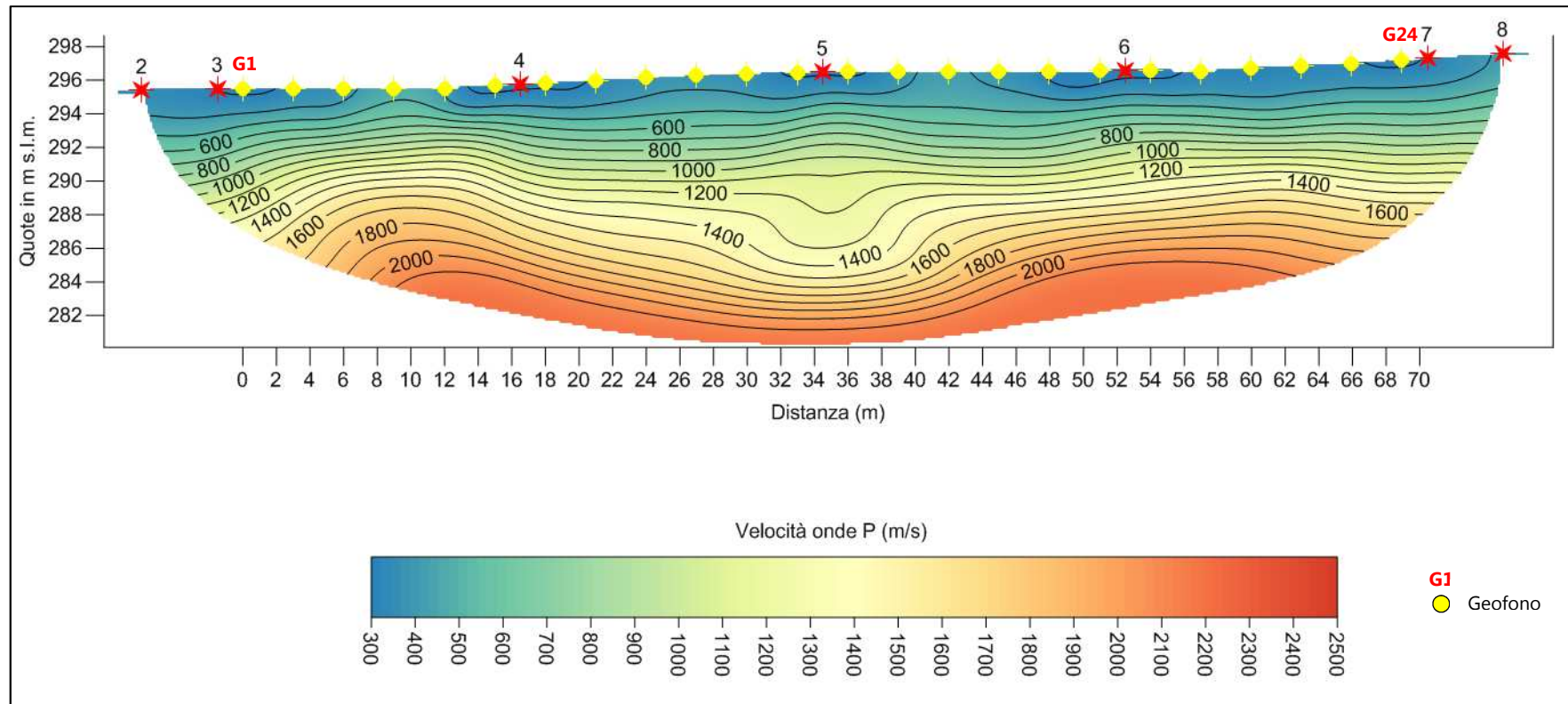
DROMOCRONE ONDE P



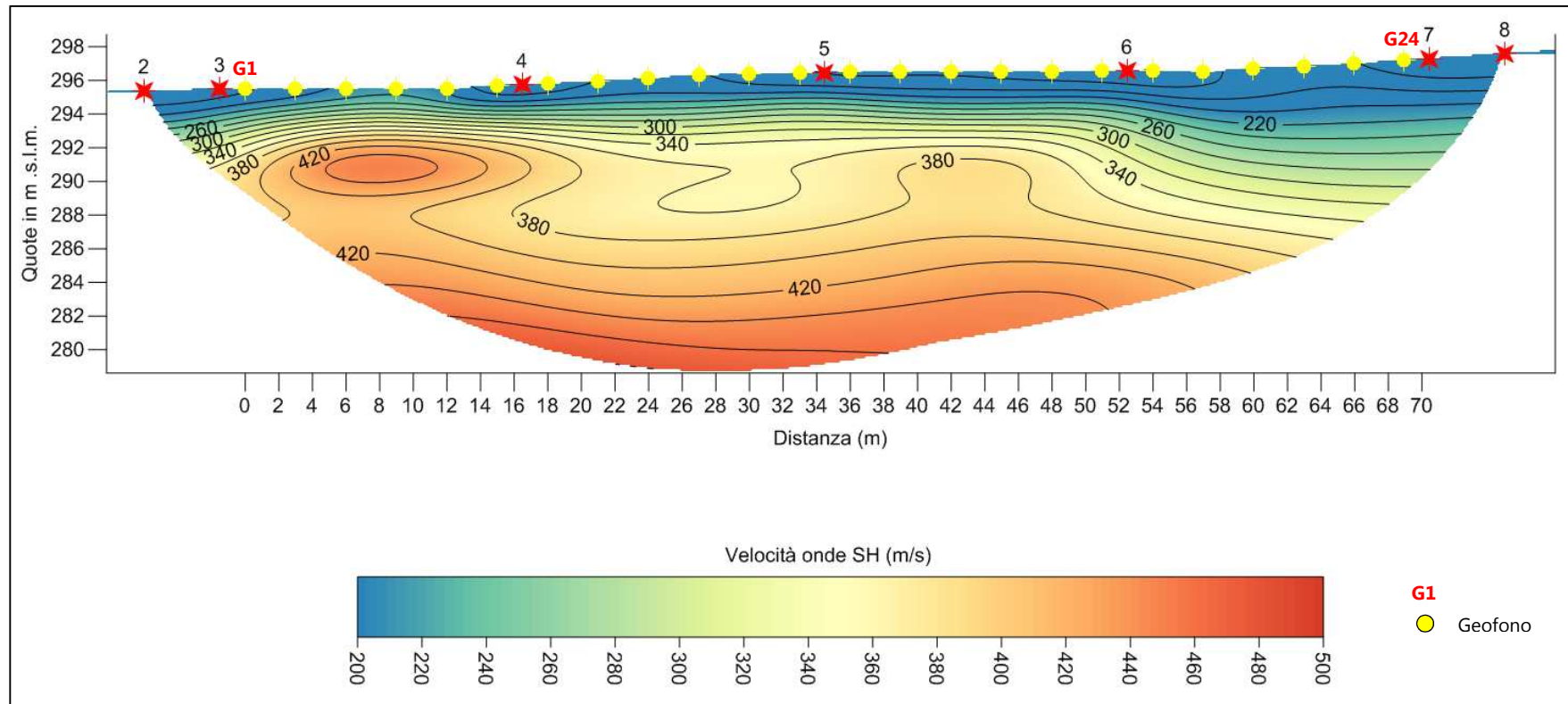
DROMOCRONE ONDE S



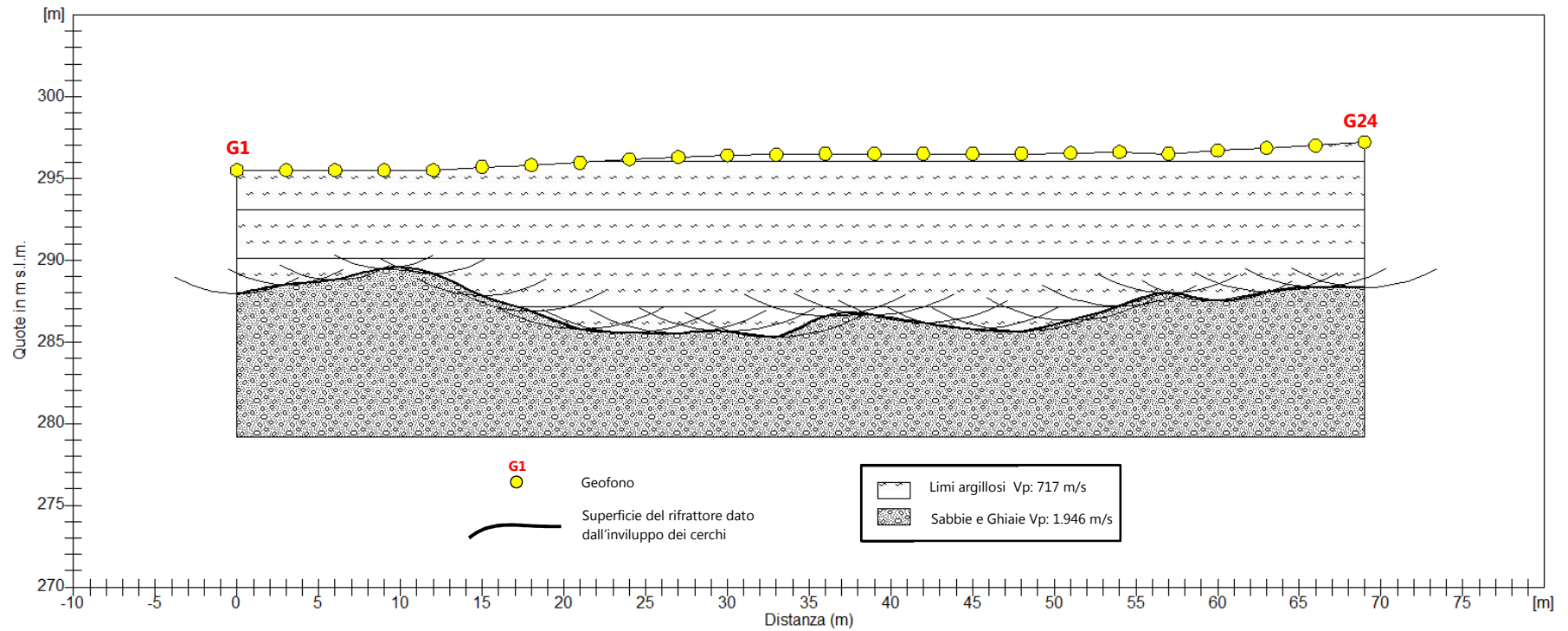
Tomografia sismica - Onde P
scala 1:400



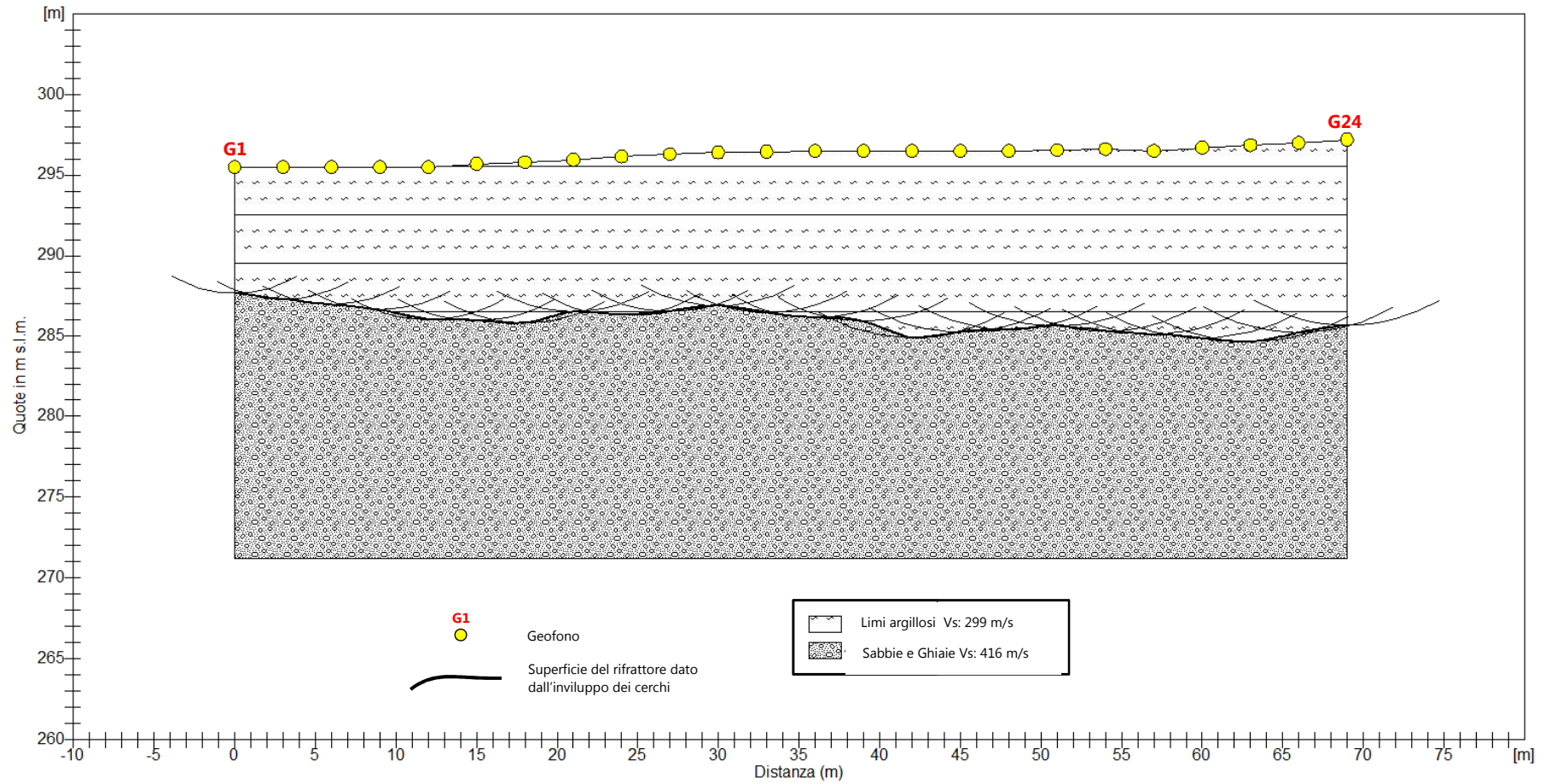
Tomografia sismica - Onde S
scala 1:400

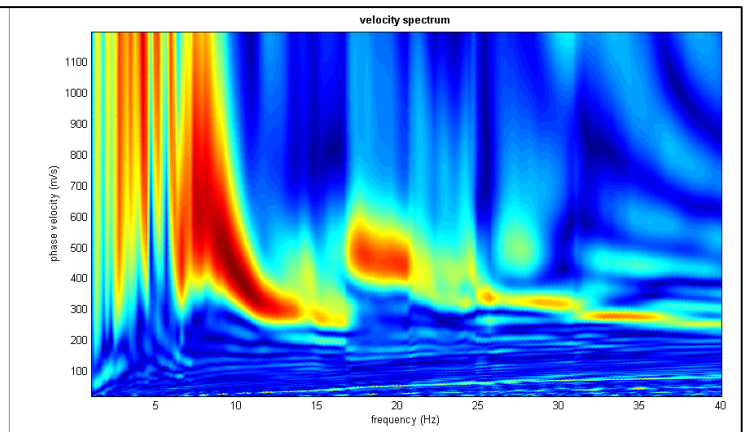
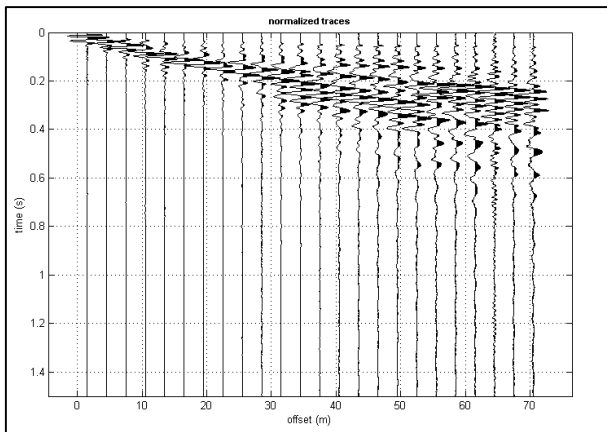


Sezione sismostratigrafica - Onde P
scala 1:400

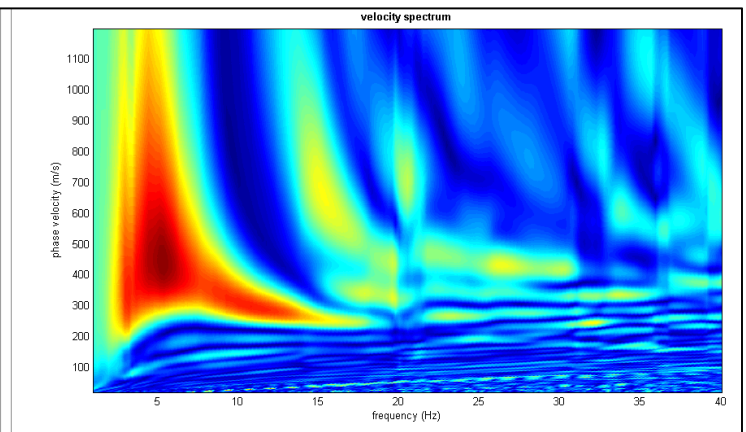
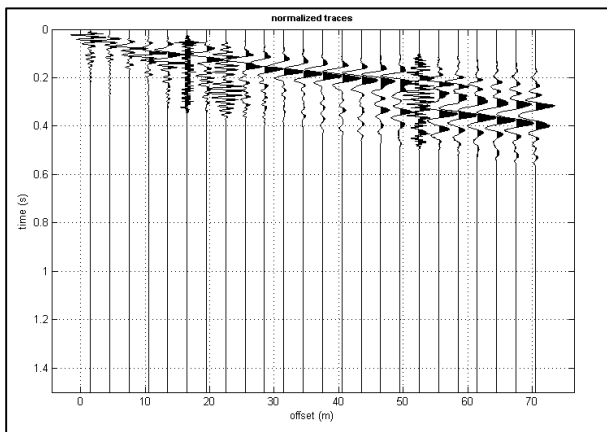


Sezione sismostratigrafica - Onde S
scala 1:400



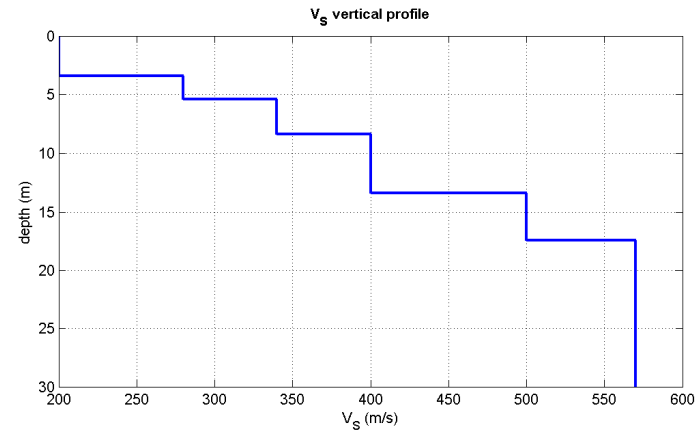


Componente di Rayleigh - dati acquisiti (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).

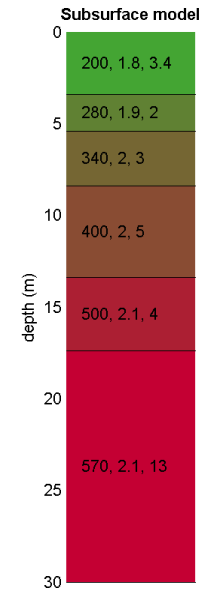
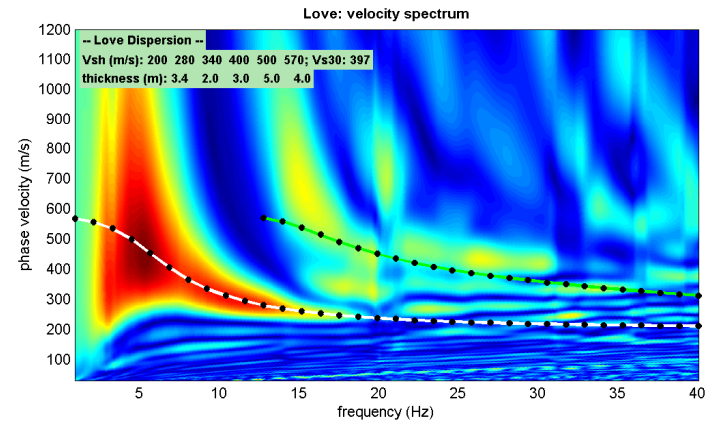
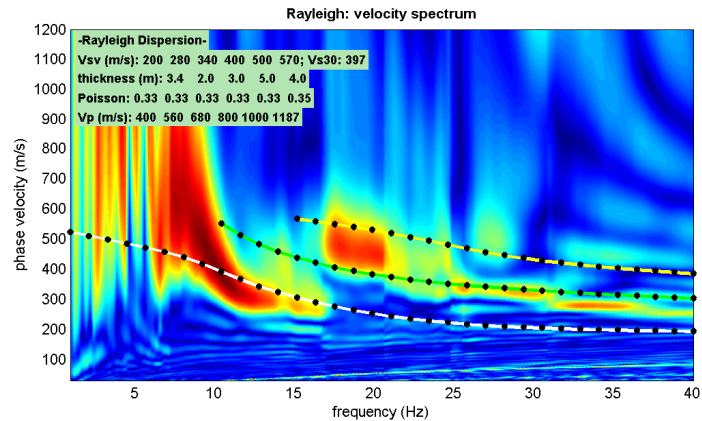


Componente di Love - dati acquisiti (a sinistra), spettro di velocità calcolato (a destra).

Risultati analisi MASW



Profilo verticale della V_{sh}
Nella colonna: V_{sh} (m/s),
densità (gr/cm³) e spessore (m).



Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi di dati MASW.
 In basso: spettri osservati con sovrapposte le curve di dispersione (componente di Rayleigh a sinistra e di Love a destra).
 In alto: profilo verticale V_S identificato dall'inversione.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT, 30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu, 30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT, 30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu, 30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT, 30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu, 30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu, 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.

Categorie di sottosuolo (D.M. 14/01/2008 - Tabella 3.2.II e 3.2.III)

COMUNE DI TAVARNELLE VAL DI PESA
PROVINCIA DI FIRENZE

REALIZZAZIONE DI UNA CANTINA AL SERVIZIO DELL'AZ. AGR.
POGGIO ROZZI, SITA IN " Via DELLA ROMITA n° 29 "

RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA & GEOGNOSTICA
di supporto alla Variante al RUC

Committente:
Eberhard Toggenburg
Via Castel Roncolo n° 1 - Bolzano

Rif. 8/2015 - C

A L L E G A T O B

Diagrammi e schede penetrometriche dinamiche

Studio di Geologia e Idrogeologia
DOTT. MARIA ANGELA BOTTA
Via Valdichiana n° 61, 50127 - Firenze
Tel & Fax 055/4224405
e-mail: ma.botta@yahoo.it

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

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

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,91 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente : Nspt = $\beta_t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

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

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
 - lavoro :
 - località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)
 - note :

- data : 05/11/2015
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	----	1	5,00 - 5,20	7	37,4	----	6
0,20 - 0,40	2	14,9	----	1	5,20 - 5,40	9	48,1	----	6
0,40 - 0,60	3	22,3	----	1	5,40 - 5,60	11	58,8	----	6
0,60 - 0,80	3	22,3	----	1	5,60 - 5,80	11	58,8	----	6
0,80 - 1,00	3	20,7	----	2	5,80 - 6,00	9	45,5	----	7
1,00 - 1,20	4	27,6	----	2	6,00 - 6,20	11	55,6	----	7
1,20 - 1,40	7	48,3	----	2	6,20 - 6,40	12	60,7	----	7
1,40 - 1,60	8	55,2	----	2	6,40 - 6,60	14	70,8	----	7
1,60 - 1,80	11	75,9	----	2	6,60 - 6,80	17	86,0	----	7
1,80 - 2,00	22	141,6	----	3	6,80 - 7,00	17	81,6	----	8
2,00 - 2,20	20	128,7	----	3	7,00 - 7,20	16	76,8	----	8
2,20 - 2,40	23	148,0	----	3	7,20 - 7,40	16	76,8	----	8
2,40 - 2,60	23	148,0	----	3	7,40 - 7,60	17	81,6	----	8
2,60 - 2,80	23	148,0	----	3	7,60 - 7,80	20	96,0	----	8
2,80 - 3,00	21	126,5	----	4	7,80 - 8,00	22	100,5	----	9
3,00 - 3,20	18	108,4	----	4	8,00 - 8,20	23	105,1	----	9
3,20 - 3,40	14	84,3	----	4	8,20 - 8,40	24	109,6	----	9
3,40 - 3,60	11	66,3	----	4	8,40 - 8,60	28	127,9	----	9
3,60 - 3,80	7	42,2	----	4	8,60 - 8,80	32	146,2	----	9
3,80 - 4,00	6	34,0	----	5	8,80 - 9,00	37	161,2	----	10
4,00 - 4,20	8	45,3	----	5	9,00 - 9,20	38	165,6	----	10
4,20 - 4,40	8	45,3	----	5	9,20 - 9,40	43	187,4	----	10
4,40 - 4,60	7	39,6	----	5	9,40 - 9,60	44	191,7	----	10
4,60 - 4,80	9	51,0	----	5	9,60 - 9,80	45	196,1	----	10
4,80 - 5,00	8	42,7	----	6	9,80 - 10,00	50	208,3	----	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
 - lavoro :
 - località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)
 - note :

- data : 05/11/2015
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	3	22,3	----	1	6,00 - 6,20	6	30,3	----	7
0,20 - 0,40	2	14,9	----	1	6,20 - 6,40	9	45,5	----	7
0,40 - 0,60	2	14,9	----	1	6,40 - 6,60	9	45,5	----	7
0,60 - 0,80	5	37,2	----	1	6,60 - 6,80	5	25,3	----	7
0,80 - 1,00	5	34,5	----	2	6,80 - 7,00	12	57,6	----	8
1,00 - 1,20	3	20,7	----	2	7,00 - 7,20	8	38,4	----	8
1,20 - 1,40	4	27,6	----	2	7,20 - 7,40	21	100,8	----	8
1,40 - 1,60	3	20,7	----	2	7,40 - 7,60	20	96,0	----	8
1,60 - 1,80	4	27,6	----	2	7,60 - 7,80	8	38,4	----	8
1,80 - 2,00	4	25,7	----	3	7,80 - 8,00	12	54,8	----	9
2,00 - 2,20	3	19,3	----	3	8,00 - 8,20	9	41,1	----	9
2,20 - 2,40	4	25,7	----	3	8,20 - 8,40	12	54,8	----	9
2,40 - 2,60	6	38,6	----	3	8,40 - 8,60	9	41,1	----	9
2,60 - 2,80	4	25,7	----	3	8,60 - 8,80	10	45,7	----	9
2,80 - 3,00	4	24,1	----	4	8,80 - 9,00	11	47,9	----	10
3,00 - 3,20	8	48,2	----	4	9,00 - 9,20	8	34,9	----	10
3,20 - 3,40	7	42,2	----	4	9,20 - 9,40	7	30,5	----	10
3,40 - 3,60	6	36,1	----	4	9,40 - 9,60	9	39,2	----	10
3,60 - 3,80	8	48,2	----	4	9,60 - 9,80	6	26,1	----	10
3,80 - 4,00	7	39,6	----	5	9,80 - 10,00	6	25,0	----	11
4,00 - 4,20	8	45,3	----	5	10,00 - 10,20	7	29,2	----	11
4,20 - 4,40	13	73,6	----	5	10,20 - 10,40	10	41,7	----	11
4,40 - 4,60	4	22,7	----	5	10,40 - 10,60	14	58,3	----	11
4,60 - 4,80	5	28,3	----	5	10,60 - 10,80	20	83,3	----	11
4,80 - 5,00	8	42,7	----	6	10,80 - 11,00	26	103,7	----	12
5,00 - 5,20	5	26,7	----	6	11,00 - 11,20	35	139,6	----	12
5,20 - 5,40	5	26,7	----	6	11,20 - 11,40	37	147,6	----	12
5,40 - 5,60	7	37,4	----	6	11,40 - 11,60	40	159,6	----	12
5,60 - 5,80	5	26,7	----	6	11,60 - 11,80	42	167,6	----	12
5,80 - 6,00	6	30,3	----	7	11,80 - 12,00	45	172,3	----	13

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
 - lavoro :
 - località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)
 - note :

- data : 05/11/2015
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	----	1	5,40 - 5,60	5	26,7	----	6
0,20 - 0,40	2	14,9	----	1	5,60 - 5,80	6	32,1	----	6
0,40 - 0,60	3	22,3	----	1	5,80 - 6,00	6	30,3	----	7
0,60 - 0,80	2	14,9	----	1	6,00 - 6,20	6	30,3	----	7
0,80 - 1,00	2	13,8	----	2	6,20 - 6,40	6	30,3	----	7
1,00 - 1,20	3	20,7	----	2	6,40 - 6,60	5	25,3	----	7
1,20 - 1,40	2	13,8	----	2	6,60 - 6,80	15	75,9	----	7
1,40 - 1,60	4	27,6	----	2	6,80 - 7,00	10	48,0	----	8
1,60 - 1,80	3	20,7	----	2	7,00 - 7,20	5	24,0	----	8
1,80 - 2,00	4	25,7	----	3	7,20 - 7,40	6	28,8	----	8
2,00 - 2,20	4	25,7	----	3	7,40 - 7,60	4	19,2	----	8
2,20 - 2,40	4	25,7	----	3	7,60 - 7,80	4	19,2	----	8
2,40 - 2,60	3	19,3	----	3	7,80 - 8,00	5	22,8	----	9
2,60 - 2,80	3	19,3	----	3	8,00 - 8,20	7	32,0	----	9
2,80 - 3,00	4	24,1	----	4	8,20 - 8,40	7	32,0	----	9
3,00 - 3,20	5	30,1	----	4	8,40 - 8,60	8	36,5	----	9
3,20 - 3,40	3	18,1	----	4	8,60 - 8,80	7	32,0	----	9
3,40 - 3,60	3	18,1	----	4	8,80 - 9,00	13	56,6	----	10
3,60 - 3,80	4	24,1	----	4	9,00 - 9,20	18	78,4	----	10
3,80 - 4,00	3	17,0	----	5	9,20 - 9,40	23	100,2	----	10
4,00 - 4,20	4	22,7	----	5	9,40 - 9,60	31	135,1	----	10
4,20 - 4,40	5	28,3	----	5	9,60 - 9,80	36	156,9	----	10
4,40 - 4,60	4	22,7	----	5	9,80 - 10,00	39	162,5	----	11
4,60 - 4,80	5	28,3	----	5	10,00 - 10,20	43	179,1	----	11
4,80 - 5,00	6	32,1	----	6	10,20 - 10,40	46	191,6	----	11
5,00 - 5,20	5	26,7	----	6	10,40 - 10,60	46	191,6	----	11
5,20 - 5,40	5	26,7	----	6	10,60 - 10,80	50	208,3	----	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 4

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
 - lavoro :
 - località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)
 - note :

- data : 05/11/2015
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	3	22,3	----	1	5,00 - 5,20	5	26,7	----	6
0,20 - 0,40	2	14,9	----	1	5,20 - 5,40	5	26,7	----	6
0,40 - 0,60	1	7,4	----	1	5,40 - 5,60	7	37,4	----	6
0,60 - 0,80	2	14,9	----	1	5,60 - 5,80	7	37,4	----	6
0,80 - 1,00	2	13,8	----	2	5,80 - 6,00	6	30,3	----	7
1,00 - 1,20	4	27,6	----	2	6,00 - 6,20	6	30,3	----	7
1,20 - 1,40	4	27,6	----	2	6,20 - 6,40	5	25,3	----	7
1,40 - 1,60	4	27,6	----	2	6,40 - 6,60	8	40,5	----	7
1,60 - 1,80	5	34,5	----	2	6,60 - 6,80	8	40,5	----	7
1,80 - 2,00	6	38,6	----	3	6,80 - 7,00	10	48,0	----	8
2,00 - 2,20	4	25,7	----	3	7,00 - 7,20	11	52,8	----	8
2,20 - 2,40	6	38,6	----	3	7,20 - 7,40	13	62,4	----	8
2,40 - 2,60	7	45,0	----	3	7,40 - 7,60	16	76,8	----	8
2,60 - 2,80	6	38,6	----	3	7,60 - 7,80	14	67,2	----	8
2,80 - 3,00	6	36,1	----	4	7,80 - 8,00	15	68,5	----	9
3,00 - 3,20	6	36,1	----	4	8,00 - 8,20	17	77,7	----	9
3,20 - 3,40	5	30,1	----	4	8,20 - 8,40	18	82,2	----	9
3,40 - 3,60	5	30,1	----	4	8,40 - 8,60	22	100,5	----	9
3,60 - 3,80	5	30,1	----	4	8,60 - 8,80	22	100,5	----	9
3,80 - 4,00	5	28,3	----	5	8,80 - 9,00	24	104,6	----	10
4,00 - 4,20	6	34,0	----	5	9,00 - 9,20	28	122,0	----	10
4,20 - 4,40	7	39,6	----	5	9,20 - 9,40	33	143,8	----	10
4,40 - 4,60	6	34,0	----	5	9,40 - 9,60	35	152,5	----	10
4,60 - 4,80	6	34,0	----	5	9,60 - 9,80	38	165,6	----	10
4,80 - 5,00	6	32,1	----	6	9,80 - 10,00	41	170,8	----	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

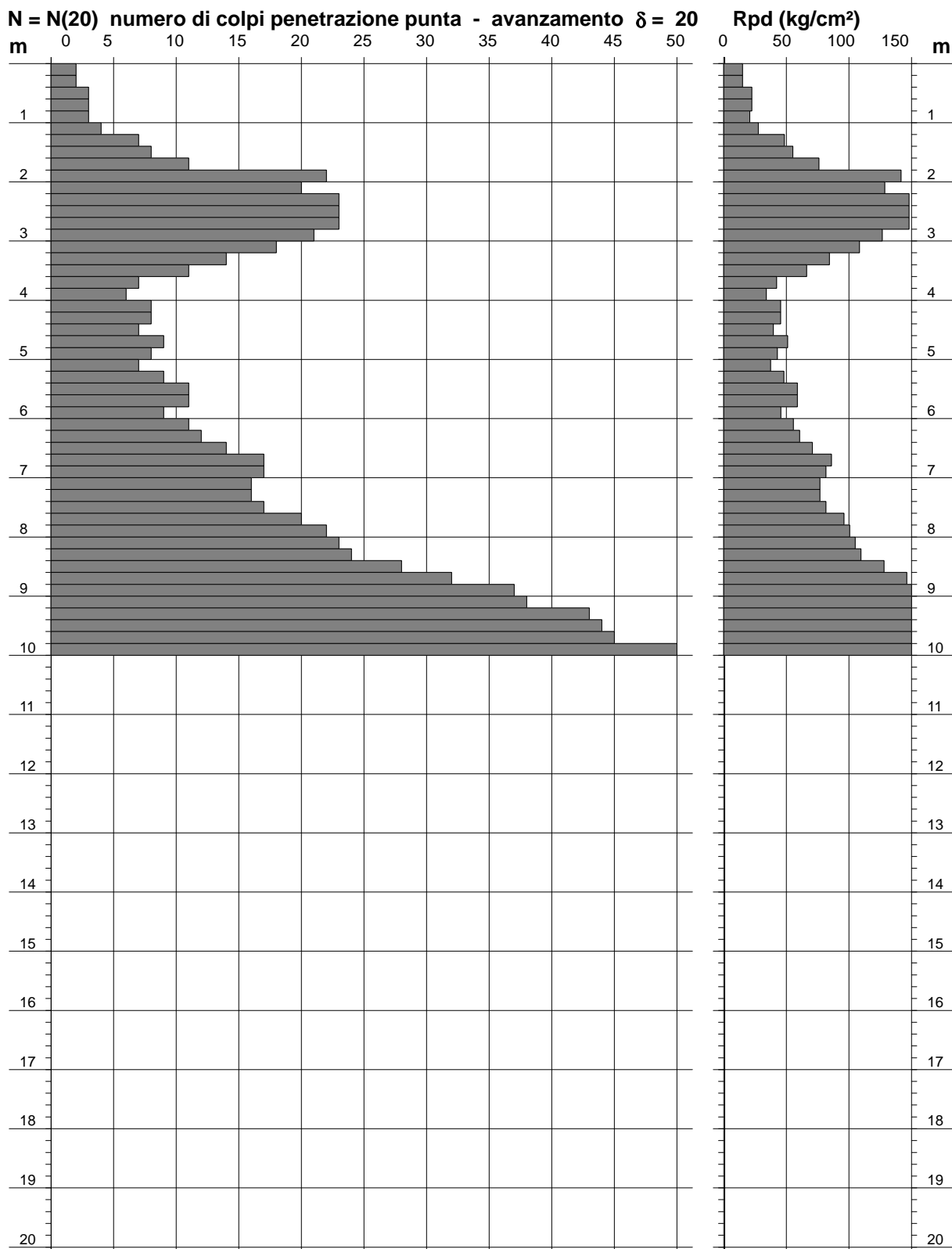
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 1

Scala 1: 100

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
 - lavoro :
 - località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)
 - note :

- data : 05/11/2015
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1



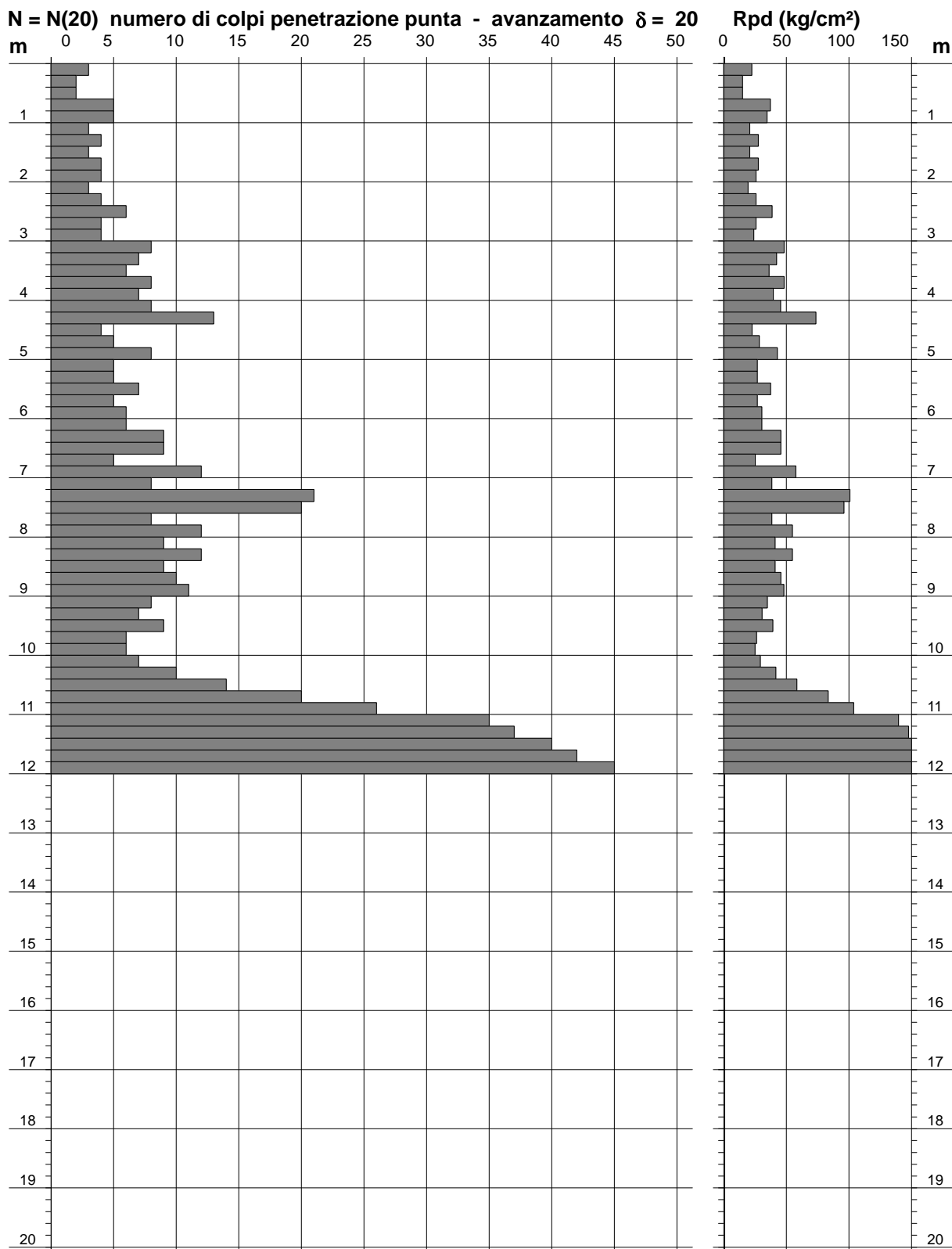
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 2

Scala 1: 100

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
 - lavoro :
 - località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)
 - note :

- data : 05/11/2015
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1



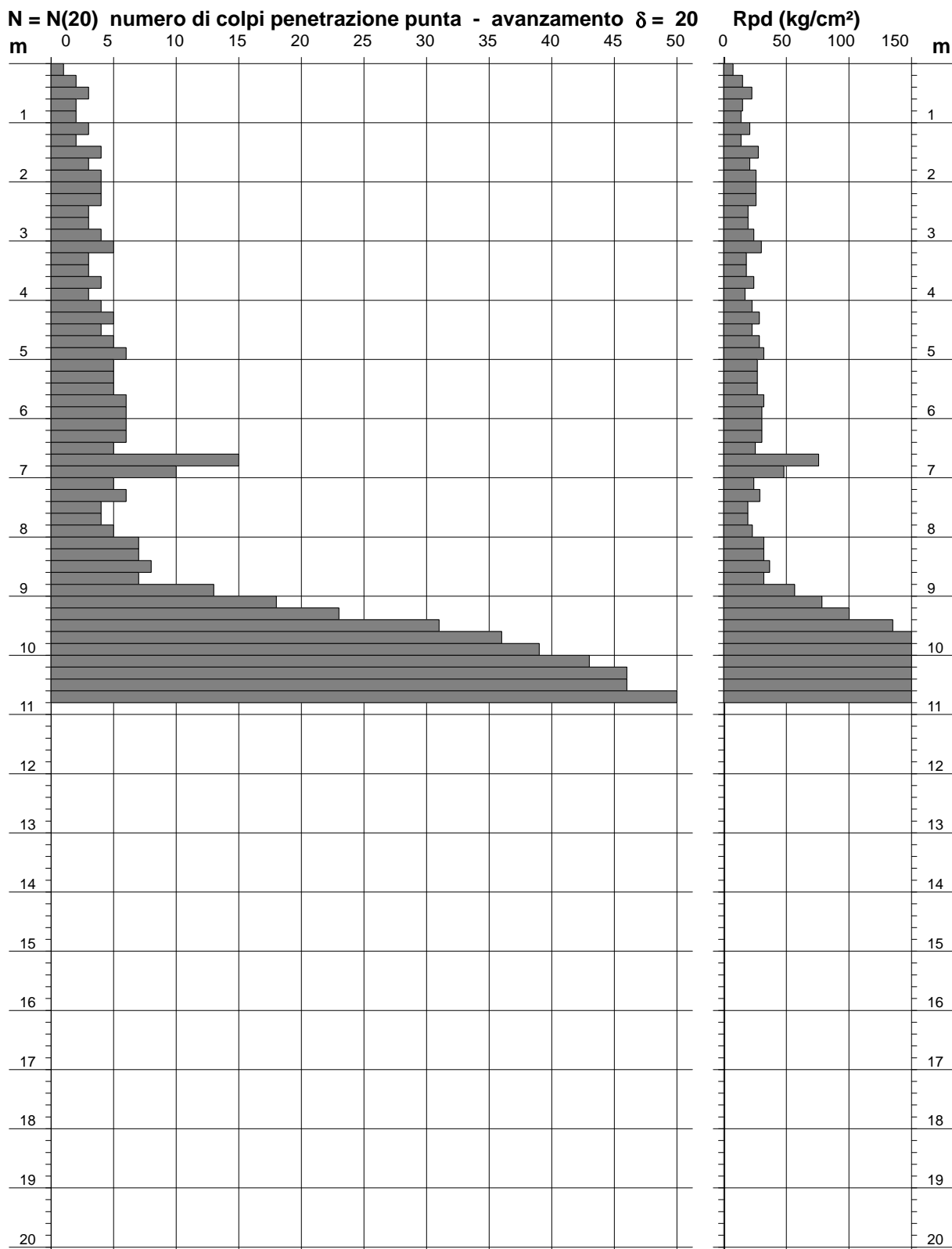
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 3

Scala 1: 100

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
 - lavoro :
 - località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)
 - note :

- data : 05/11/2015
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1



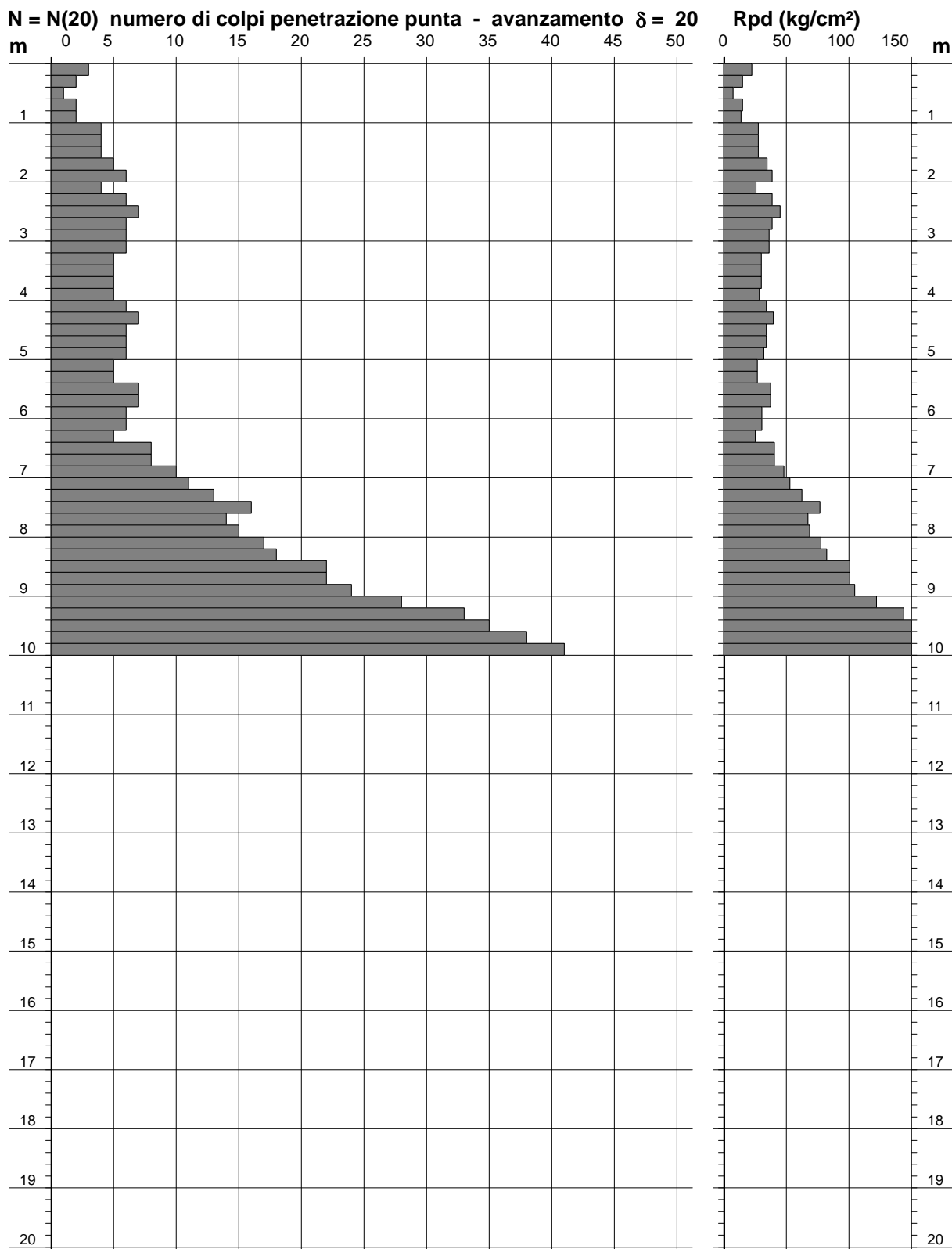
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 4

Scala 1: 100

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
 - lavoro :
 - località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)
 - note :

- data : 05/11/2015
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

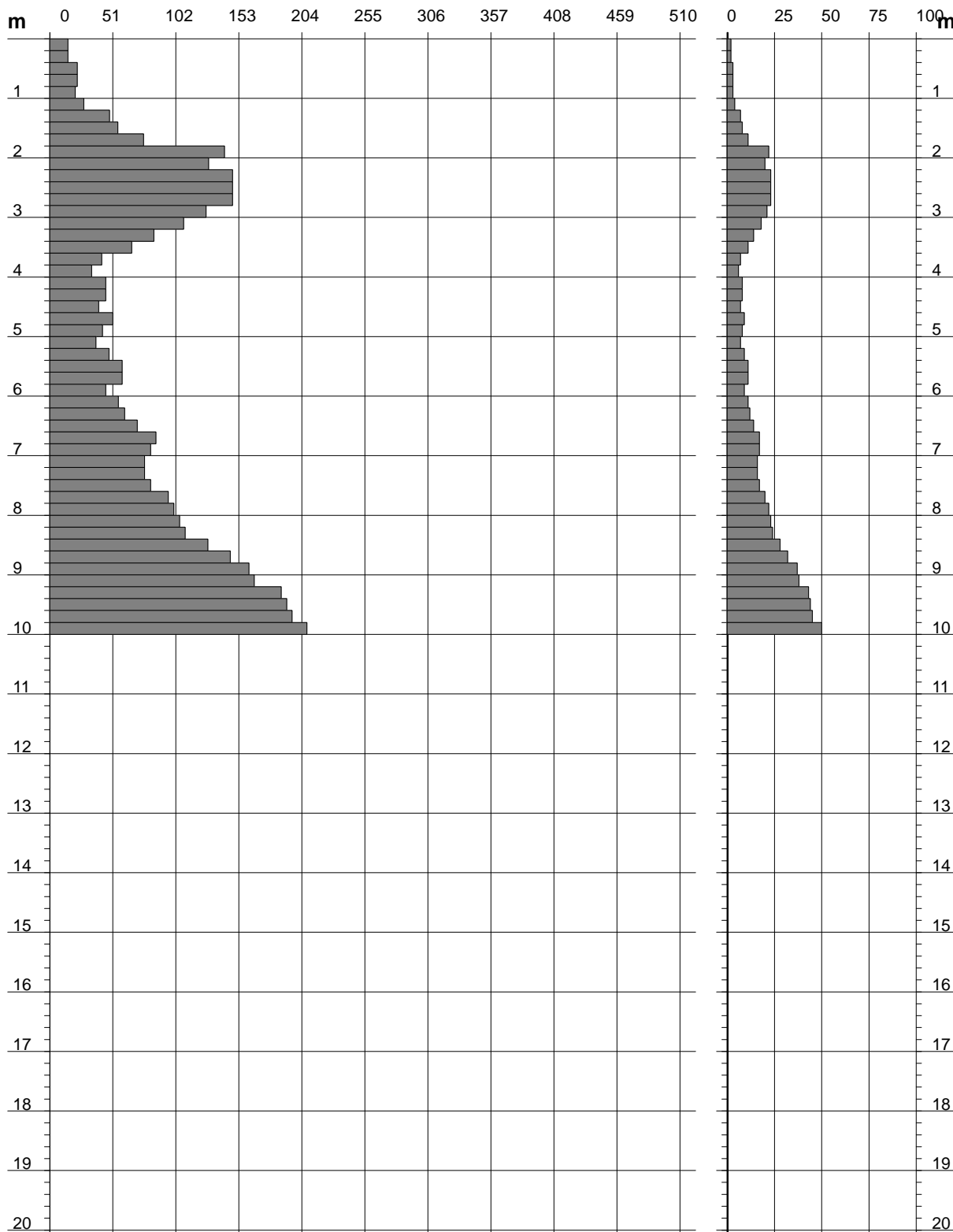
DIN 1
Scala 1: 100

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
- lavoro :
- località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)

- data : 05/11/2015
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi $\delta = 20$



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

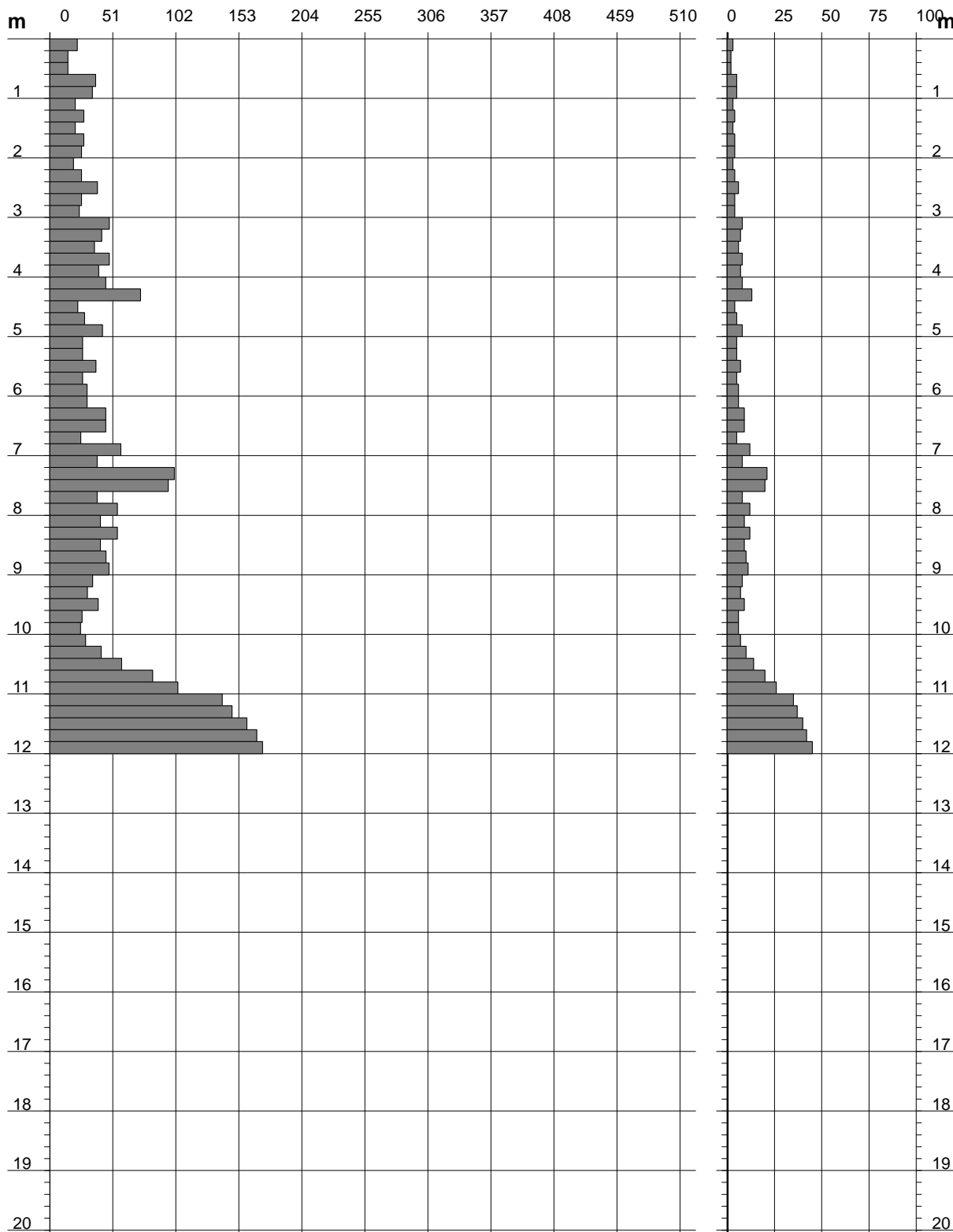
DIN 2
Scala 1: 100

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
- lavoro :
- località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)

- data : 05/11/2015
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi $\delta = 20$



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

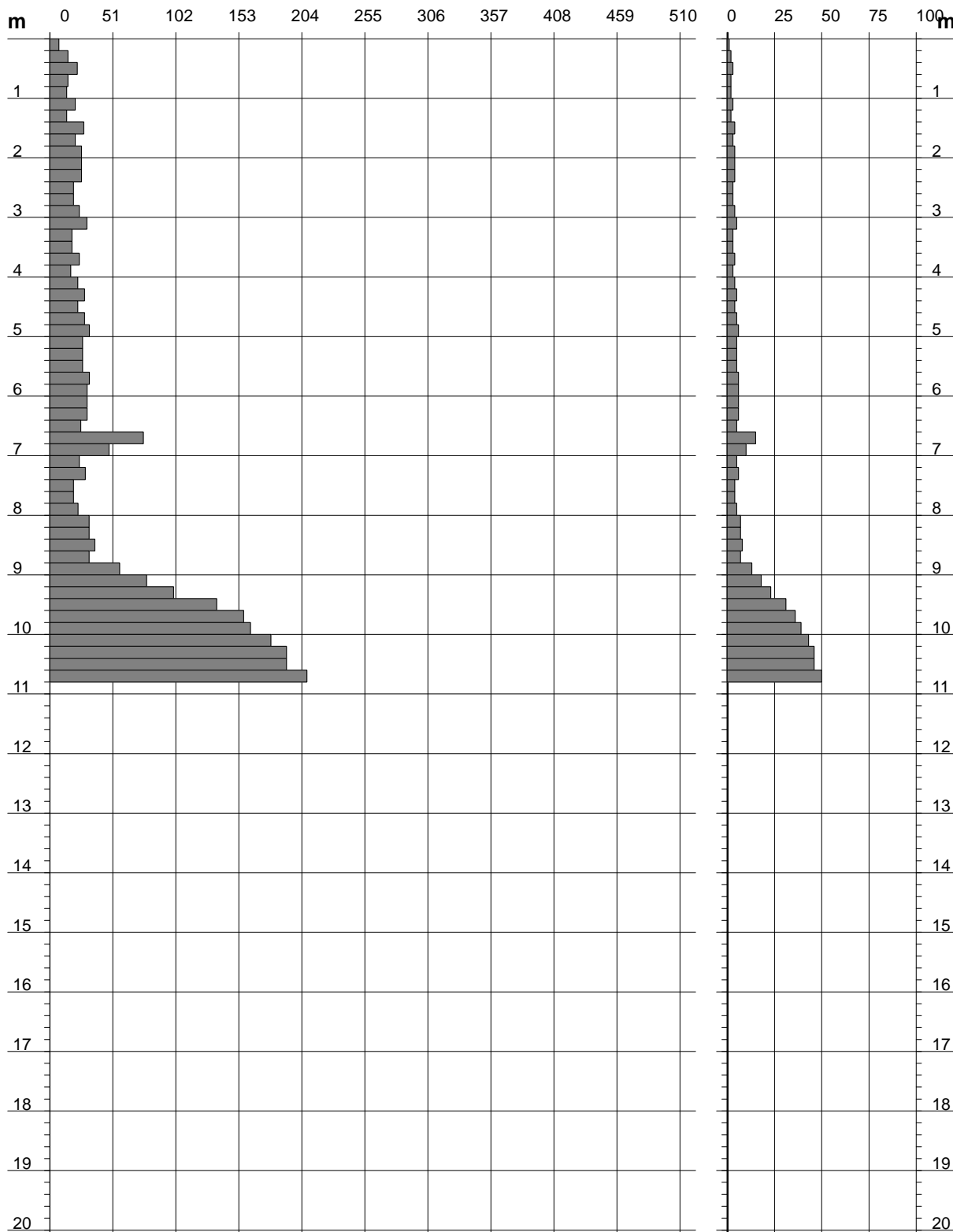
DIN 3
Scala 1: 100

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
- lavoro :
- località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)

- data : 05/11/2015
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi $\delta = 20$



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

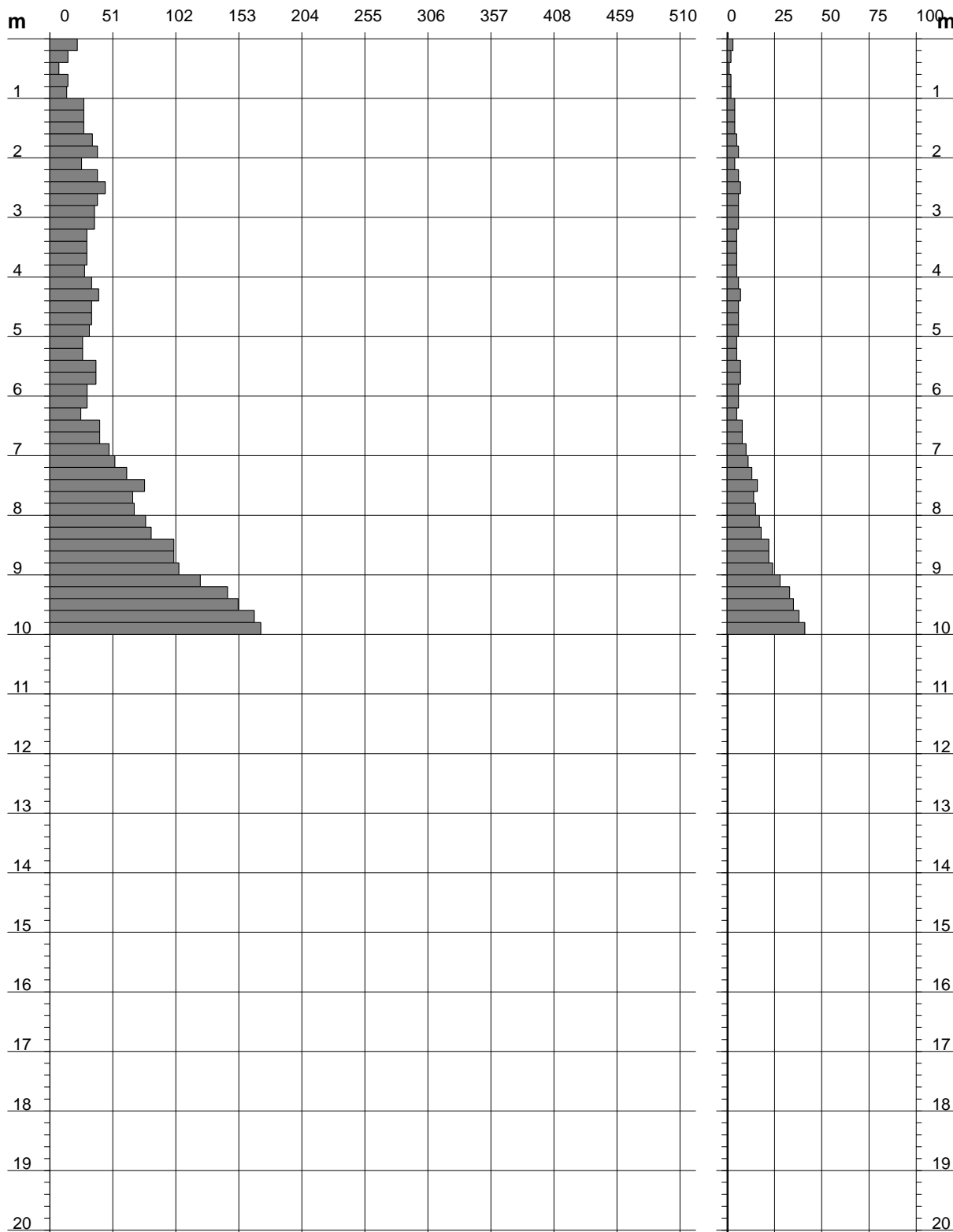
DIN 4
Scala 1: 100

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
- lavoro :
- località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)

- data : 05/11/2015
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi $\delta = 20$



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
 - lavoro :
 - località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)
 - note :

- data : 05/11/2015
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,20	N	2,8	2	4	2,4	----	2,1	3,6	3	1,52	5
			Rpd	20,5	15	28	17,7	4,9	15,6	25,4	22		
2	1,20	1,80	N	8,7	7	11	7,8	----	----	----	9	1,52	14
			Rpd	59,8	48	76	54,1	----	----	----	62		
3	1,80	3,40	N	20,5	14	23	17,3	3,2	17,3	23,7	20	1,52	30
			Rpd	129,2	84	148	106,8	22,9	106,3	152,1	126		
4	3,40	6,40	N	8,9	6	12	7,5	1,9	7,1	10,8	9	1,52	14
			Rpd	48,8	34	66	41,4	9,4	39,3	58,2	49		
5	6,40	7,60	N	16,2	14	17	15,1	1,2	15,0	17,3	16	1,52	24
			Rpd	78,9	71	86	74,9	5,3	73,7	84,2	78		
6	7,60	8,40	N	22,3	20	24	21,1	----	----	----	22	1,52	33
			Rpd	102,8	96	110	99,4	----	----	----	101		
7	8,40	9,20	N	33,8	28	38	30,9	----	----	----	34	1,52	52
			Rpd	150,2	128	166	139,1	----	----	----	151		
8	9,20	10,00	N	45,5	43	50	44,3	----	----	----	46	1,52	70
			Rpd	195,9	187	208	191,6	----	----	----	198		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.20		5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
2	1.20	1.80		14	41.0	31.2	299	1.96	1.53	0.88	1.95	30	0.795
3	1.80	3.40		30	65.0	36.0	423	2.05	1.69	1.88	2.14	18	0.490
4	3.40	6.40		14	41.0	31.2	299	1.96	1.53	0.88	1.95	30	0.795
5	6.40	7.60		24	56.0	34.2	376	2.01	1.63	1.50	2.07	22	0.591
6	7.60	8.40		33	68.0	36.8	446	2.07	1.71	2.06	2.18	16	0.444
7	8.40	9.20		52	85.8	41.3	592	2.16	1.86	3.25	2.41	08	0.208
8	9.20	10.00		70	92.5	44.0	731	2.19	1.92	4.38	2.63	02	0.046

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
 - lavoro :
 - località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)
 - note :

- data : 05/11/2015
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,60	N	2,3	2	3	2,2	----	----	----	2	1,52	3
			Rpd	17,4	15	22	16,1	----	----	----			
2	0,60	3,00	N	4,1	3	6	3,5	----	3,2	5,0	4	1,52	6
			Rpd	27,3	19	39	23,3	6,4	20,9	33,7			
3	3,00	4,40	N	8,1	6	13	7,1	2,3	5,9	10,4	8	1,52	12
			Rpd	47,6	36	74	41,9	12,3	35,3	59,9			
4	4,40	6,20	N	5,7	4	8	4,8	1,2	4,4	6,9	6	1,52	9
			Rpd	30,2	23	43	26,4	6,2	24,0	36,4			
5	6,20	7,20	N	8,6	5	12	6,8	----	----	----	9	1,52	14
			Rpd	42,5	25	58	33,9	----	----	----			
6	7,20	7,60	N	20,5	20	21	20,3	----	----	----	20	1,52	30
			Rpd	98,4	96	101	97,2	----	----	----			
7	7,60	9,00	N	10,1	8	12	9,1	1,6	8,6	11,7	10	1,52	15
			Rpd	46,3	38	55	42,3	6,6	39,6	52,9			
8	9,00	10,20	N	7,2	6	9	6,6	1,2	6,0	8,3	7	1,52	11
			Rpd	30,8	25	39	27,9	5,4	25,4	36,2			
9	10,20	11,00	N	17,5	10	26	13,8	----	----	----	18	1,52	27
			Rpd	71,8	42	104	56,7	----	----	----			
10	11,00	12,00	N	39,8	35	45	37,4	----	----	----	40	1,52	61
			Rpd	157,3	140	172	148,5	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00	0,60		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	0,60	3,00		6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
3	3,00	4,40		12	38.0	30.6	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31	0.842
4	4,40	6,20		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
5	6,20	7,20		14	41.0	31.2	299	1.96	1.53	0.88	1.95	30	0.795
6	7,20	7,60		30	65.0	36.0	423	2.05	1.69	1.88	2.14	18	0.490
7	7,60	9,00		15	42.5	31.5	307	1.96	1.54	0.94	1.96	29	0.773
8	9,00	10,20		11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	0.69	1.91	32	0.867
9	10,20	11,00		27	60.5	35.1	399	2.03	1.66	1.69	2.10	20	0.539
10	11,00	12,00		61	89.1	42.7	662	2.17	1.89	3.81	2.52	05	0.121

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 3

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
 - lavoro :
 - località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)
 - note :

- data : 05/11/2015
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,40	N	1,5	1	2	1,3	----	----	----	2	1,52	3
		Rpd	11,2	7	15	9,3	----	----	----			
2	0,40 6,60	N	4,1	2	6	3,0	1,2	2,8	5,3	4	1,52	6
		Rpd	24,0	14	32	18,9	5,3	18,7	29,3			
3	6,60 7,00	N	12,5	10	15	11,3	----	----	----	12	1,52	18
		Rpd	61,9	48	76	55,0	----	----	----			
4	7,00 8,80	N	5,9	4	8	4,9	1,5	4,4	7,3	6	1,52	9
		Rpd	27,4	19	37	23,3	6,3	21,1	33,7			
5	8,80 9,40	N	18,0	13	23	15,5	----	----	----	18	1,52	27
		Rpd	78,4	57	100	67,5	----	----	----			
6	9,40 10,80	N	41,6	31	50	36,3	6,6	35,0	48,2	42	1,52	64
		Rpd	175,0	135	208	155,0	25,0	150,0	200,0			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.40		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	0.40 6.60		6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
3	6.60 7.00		18	47.0	32.4	330	1.98	1.57	1.13	2.00	26	0.708
4	7.00 8.80		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
5	8.80 9.40		27	60.5	35.1	399	2.03	1.66	1.69	2.10	20	0.539
6	9.40 10.80		64	90.3	43.1	685	2.18	1.90	4.00	2.55	04	0.095

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace

E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata

Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 4

- committente : Sig. Eberhard Toggenburg
 - lavoro :
 - località : Strada Romita, 29 Tavarnelle V.P. (FI)
 - note :

- data : 05/11/2015
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,00	N	2,0	1	3	1,5	----	----	----	2	1,52	3
			Rpd	14,7	7	22	11,1	----	----	----			
2	1,00	6,40	N	5,6	4	7	4,8	----	4,6	6,5	6	1,52	9
			Rpd	32,7	25	45	29,0	5,1	27,6	37,8			
3	6,40	8,40	N	13,0	8	18	10,5	3,6	9,4	16,6	13	1,52	20
			Rpd	61,7	41	82	51,1	15,5	46,2	77,1			
4	8,40	9,20	N	24,0	22	28	23,0	----	----	----	24	1,52	37
			Rpd	106,9	101	122	103,7	----	----	----			
5	9,20	10,00	N	36,8	33	41	34,9	----	----	----	37	1,52	56
			Rpd	158,2	144	171	151,0	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.00		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.00	6.40		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
3	6.40	8.40		20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	1.25	2.02	25	0.667
4	8.40	9.20		37	72.0	37.8	477	2.09	1.74	2.31	2.23	14	0.387
5	9.20	10.00		56	87.3	41.9	623	2.16	1.87	3.50	2.46	06	0.168

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

COMUNE DI TAVARNELLE VAL DI PESA
PROVINCIA DI FIRENZE

REALIZZAZIONE DI UNA CANTINA AL SERVIZIO DELL'AZ. AGR.
POGGIO ROZZI, SITA IN " Via DELLA ROMITA n° 29 "

RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA & GEOGNOSTICA
di supporto alla Variante al RUC

Committente:
Eberhard Toggenburg
Via Castel Roncolo n° 1 - Bolzano

Rif. 8/2015 - C

A L L E G A T O C

Sintesi delle analisi geotecniche di laboratorio

Studio di Geologia e Idrogeologia
DOTT. MARIA ANGELA BOTTA
Via Valdichiana n° 61, 50127 - Firenze
Tel & Fax 055/4224405
e-mail: ma.botta@yahoo.it

RIEPILOGO DEI RISULTATI DI ANALISI DI LABORATORIO

Committente: **Dr. Eberhard Conte Toggenburg**

Dati del campione:

Provenienza: **Loc. Poggio Rozzi - Tavarnelle V.P. (FI)**

Sondaggio n° **1** Campione n° **1** Prof. m **1,7 - 1,9**

CODICE CAMPIONE **15053 01**

Descrizione del campione:

Argilla limosa bruna con inclusi calcarei.

GRANDEZZE FISICHE DETERMINATE	Contenuto di acqua %		21,5
	Peso di volume kN/m ³		19,1
	Peso specifico dei granuli		2,74
GRANDEZZE FISICHE CALCOLATE	Indice dei vuoti		0,71
	Porosità		0,41
	Grado di saturazione %		83,3
	Densità secca kN/m ³		15,7
LIMITI DI CONSISTENZA	Limite di liquidità		65
	Limite di plasticità		30
	Limite di ritiro		-
GRANULOMETRIA PER SETACCIATURA	Passante setaccio 200	%	-
COMPLETA (SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE)	ciottoli+ghiaia	%	-
	sabbia	%	-
	limo	%	-
	argilla	%	-
CLASSIFICAZIONE AASHO (GRUPPO e SOTTOGRUPPO)		-	-
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE SEMPLICE	(kPa)		-
PROVA DI TAGLIO DIRETTA	angolo di attrito interno (gradi)		23
	coesione (kPa)		31
PROVA TRIASSIALE CD	angolo di attrito interno eff. (gradi)		-
	coesione eff. (kPa)		-
PROVA TRIASSIALE CUD	angolo di attrito interno eff. (gradi)		-
	coesione eff. (kPa)		-
PROVA TRIASSIALE UU	coesione non drenata (kPa)		-
PROVA DI TAGLIO TORSIONALE	angolo di attrito di picco (gradi)		-
	coesione di picco (kPa)		-
	angolo di attrito residuo (gradi)		-
	coesione residua (kPa)		-
PROVA EDOMETRICA	Indice di compressione c _c		0,212
	Indice di rigonfiamento c _s		0,055
	Pressione di preconsolidazione		540
PERMEABILITA'	Coeff.di permeabilità k (cm/s)		-

ELABORAZIONE RISULTATI DATI SPERIMENTALI

PROVA DI TAGLIO

Committente: Dr. Eberhard Conte Toggenburg

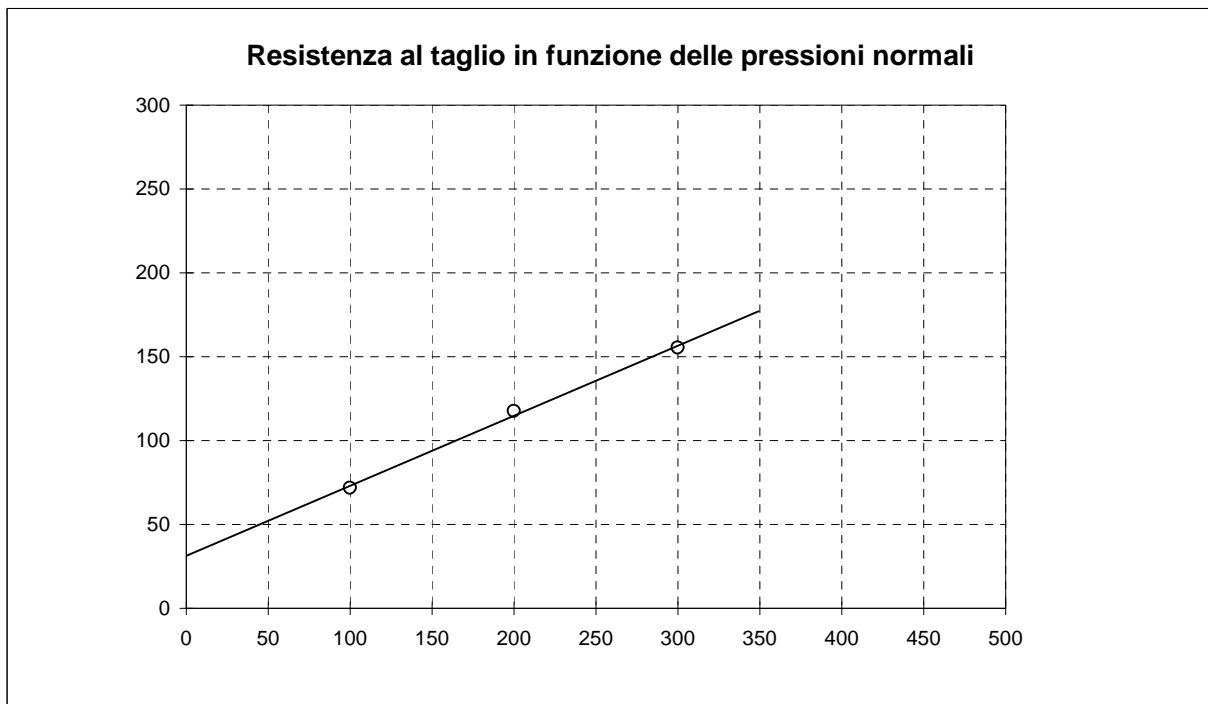
Dati del campione:

Provenienza: Loc. Poggio Rozzi - (FI)

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Prof. m 1,7 - 1,9

STATO TENSIONALE
A ROTTURA

Prova numero		1	2	3	
Pressione normale	kPa	100	200	300	
Resistenza al taglio	kPa	72	118	155	
Deformazione a rottura	mm	2,00	6,40	3,00	



Coesione = 31 kPa

Angolo di attrito interno 23 °

Coefficiente di correlazione della retta: 0,9885

ELABORAZIONE RISULTATI DATI SPERIMENTALI

PROVA EDOMETRICA -

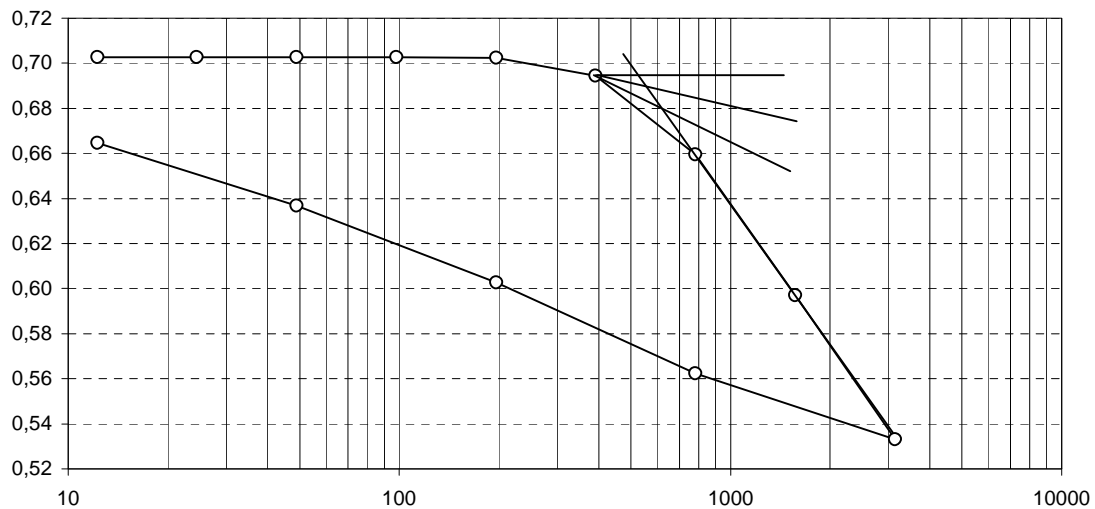
Committente: Dr. Eberhard Conte Toggenburg

Dati del campione:

Provenienza: Loc. Poggio Rozzi - Tavarnelle V.P. (FI)

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Prof. m 1,7 - 1,9

Diagramma indice dei vuoti - pressioni (scala logaritmica)



Press kPa	DH mm	e	mv kPa ⁻¹	E ed kPa
0	0,000	0,703	*	*
12	0,000	0,703	*	*
25	0,000	0,703	*	*
49	0,000	0,703	*	*
98	0,000	0,703	*	*
196	0,004	0,702	2,04E-06	490332
392	0,097	0,694	2,37E-05	42240
785	0,508	0,659	5,27E-05	18989
1569	1,242	0,597	4,80E-05	20834
3138	1,991	0,533	2,54E-05	39296

Indice di compressione C _c	0,212
Indice di decompressione C _s	0,055
Pressione di preconsolidazione s' _p	kPa 540
Pressione di rigonfiamento s _r	kPa *