

# **Studio Geologico Ortelli**

di Ortelli Matteo

via Ragazzini 3/1 - 48018 FAENZA

Tel./Fax 0546/33141 – cell. 3485173749

Partita I.V.A. 02418280398

Cod. Fisc. RTLMTT68H30D458A

**RELAZIONE SULL'INDAGINE GEOLOGICA GEOTECNICA E  
SISMICA SUI TERRENI ESEGUITA IN VIA TEBANO, LOCALITÀ  
“CA' DI LOLLI”, IN COMUNE DI FAENZA PER LA  
REALIZZAZIONE DI UNA SERRA FREDDA, SERRA PER  
FITOTRONI E SCREEN HOUSE/DEPOSITO  
PROCEDIMENTO UNICO ART. 53 L. R. 24/2017**



Committente:  
C.A.V. Centro Attività Vivaistiche  
via Tebano n. 45  
48018 FAENZA (RA)

**RELAZIONE SULL'INDAGINE GEOLOGICA GEOTECNICA E  
SISMICA SUI TERRENI ESEGUITA IN VIA TEBANO,  
LOCALITÀ "CA' DI LOLLI", IN COMUNE DI FAENZA PER LA  
REALIZZAZIONE DI UNA SERRA FREDDA, SERRA PER  
FITOTRONI E SCREEN HOUSE / DEPOSITO  
PROCEDIMENTO UNICO ART. 53 L. R. 24/2017**

Su specifica richiesta della Ditta "C.A.V. Centro Attività Vivaistiche", con sede in via Tebano n. 45 in località Ca' di Lolli, comune di Faenza (RA), è stata eseguita una indagine geologica, idrogeologica, geotecnica e sismica su un'area sita in via Tebano n. 144, in comune di Faenza, distinta al NCT del comune di Faenza al Fg. 161, mappali 116 – 174 – 179 – 181 – 208, come da planimetria allegata, estesa alle aree contermini di possibile influenza, per la realizzazione di una serra fredda, una serra per fitotroni e screen house / deposito – procedimento Unico Art. 53 L.R. 24/2017.

Scopo dell'indagine è la verifica delle caratteristiche di edificabilità dell'area, pertanto, si sono analizzate le caratteristiche geologiche, idrogeologiche ed idromorfologiche e le implicazioni sismiche e geotecniche che ne derivano, i cui dati vengono di seguito riportati.

L'indagine è stata realizzata nel mese di maggio 2022 mediante sopralluoghi per accertare la natura litologica e morfologica dei terreni superficiali, acquisizione di materiale bibliografico, osservazione di fotografie aeree, ed utilizzando anche le risultanze di precedenti indagini per indagare in profondità alcune caratteristiche geotecniche dei terreni

sotto al piano di posa delle fondazioni e per stimare il profilo della velocità delle onde di taglio (Vs) per fornire la categoria di suolo di fondazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni.

In allegato si riportano le risultanze delle prove eseguite in forma diagrammatica e le relative ubicazioni in planimetria.

## **MODELLO GEOLOGICO**

### ***Inquadramento geografico***

L'area in oggetto si trova circa km 5,2 a Sud - Ovest dell'abitato di Castelbolognese in fregio a via Tebano all'incirca fra le località "Maccolina" a Sud e "Ca' di Lolli" a Nord, in un'area rurale, coltivata prevalentemente a seminativo semplice, presenta una forma irregolare, grossolanamente trapezoidale ed ha una superficie di m<sup>2</sup> 41.583 circa.

### ***Inquadramento geologico e geomorfologico***

L'area d'intervento si trova in destra idrografica del Torrente Senio, ad una quota compresa fra m 58 e m 66 circa s.l.m. e, dal punto di vista stratigrafico, insiste su depositi continentali abbastanza recenti, appartenenti alla Formazione dei terrazzi alluvionali (*Pleistocene sup.* - *Olocene*) ed in particolare al terrazzo del IV ordine per la parte Sud-Ovest e del III ordine per la parte Nord-Est, del Torrente Senio.

Dal punto di vista litologico la Formazione dei terrazzi alluvionali è costituita da terreni granulari sabbiosi, sabbioso limosi e limoso sabbiosi con intercalati depositi fini coesivi, argillosi, argilloso limosi e limoso argillosi, ma anche grossolani, ghiaiosi e sabbioso ghiaiosi.

I banchi e le lenti di ghiaia sono posizionati, prevalentemente, alla base della successione stratigrafica, al contatto col sottostante substrato argilloso marino, ma nei terrazzi di spessore rilevante possono trovarsi anche a quote diverse. I litotipi più fini, limi ed argille, presentano andamento lenticolare con spessore molto variabile ed estensione laterale, in proporzione, molto elevata; quelli più grossolani, ghiaia e sabbia, hanno spessore molto variabile ed estensione laterale più modesta, soprattutto quando si presentano sotto forma di “corpi canalizzati”.

Le lenti di ghiaia e sabbia fungono, solitamente, da acquifero per falde freatiche superficiali, ma a volte anche artesiane più profonde.

Le alluvioni ghiaioso sabbiose indicano le diverse posizioni assunte nel tempo dall'alveo del Torrente Senio, durante le varie fasi interglaciali del Quaternario; i vari ordini dei terrazzi sono, di norma, separati da una scarpata erosiva con acclività variabile, a volte antropizzata, a testimonianza delle varie fasi di divagazione della corrente nell'alveo e della successiva ripresa dell'attività erosiva; la parte pianeggiante corrisponde alla fase di sedimentazione, la scarpata alla fase erosiva.

La Formazione dei terrazzi alluvionali fa parte della “Successione neogenico – quaternaria del margine appenninico padano” ed in particolare del “Sintema Emiliano Romagnolo Superiore” (*Pleistocene medio – Olocene*) – “Subsintema di Ravenna” (*Pleistocene sup. – Olocene*) – Unità di Modena (*Olocene*).

Il “Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore” è costituito da depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di interconoide recenti, (da 0 a 0,45 Ma), passanti lateralmente a limi più o

meno sabbiosi e argillosi di piana alluvionale; in affioramento comprende anche depositi litorali e marini. È suddiviso in subsintemi, sulla base dell'individuazione di deboli discordanze angolari o di scarpate erosive particolarmente ampie.

Il “Subsintema di Ravenna” è costituito da ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, limi e limi sabbiosi, rispettivamente depositi di conoide ghiaiosa, intravallivi terrazzati e di interconoide. L'unità comprende più ordini di terrazzo nelle zone intravallive.

L’“Unità di Modena” è costituita da ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, talora organizzate in corpi a geometrie lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi. Si tratta di depositi alluvionali intravallivi, terrazzati (primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive), deltizi, litorali, di conoide e, localmente, di piana inondabile.

I terreni alluvionali poggiano in contatto stratigrafico, a volte erosivo, sui depositi marini della Formazione delle argille grigio - azzurre (*Pliocene inf.* - *Pleistocene inf.*) in posizione autoctona.

La Formazione delle argille grigio-azzurre fa parte della “Successione neogenico-quadernaria del margine appenninico padano” ed è costituita da argille, argille marnose con una percentuale di argilla non superiore al 40% - 50%, localmente siltose, marne argillose e siltose, in strati medi e, subordinatamente sottili, di colore grigio scuro e grigio-azzurre, talora grigio plumbeo se in posto, grigio chiaro o giallastro, se alterate, con giunti poco o non visibili per evidenti tracce di bioturbazione. Alla base

aumenta il contenuto marnoso, il colore diventa più chiaro e la stratificazione meno distinta.

Sono presenti intercalazioni lentiformi e livelli di sabbia e ghiaia in matrice sabbiosa di colore da grigio a giallastro a rossastro, di spessore molto variabile, da pochi centimetri a molti metri, più frequenti al tetto della formazione. Sono presenti anche abbondanti microfossili (Foraminiferi planctonici) a volte visibili anche a occhio nudo, mentre più rari sono i macrofossili (Gasteropodi, Pteropodi e Lamellibranchi), sia come biosomi che come bioclasti, a volte concentrati in “nidi”.

Nelle parti non edificate i terreni superficiali si presentano sciolti, alterati dalle lavorazioni agricole, prevalentemente limoso sabbioso argillosi, di colore da nocciola a bruno; in profondità, sulla base dei dati bibliografici, nella parte centrale e settentrionale fino a m 3 circa di profondità si individuano terreni prevalentemente limoso sabbiosi e sabbioso limosi, seguiti da un banco di ghiaia in matrice sabbiosa, mentre nella parte meridionale fino a m 6 circa di profondità si individuano alternanze di terreni prevalentemente limoso sabbiosi e sabbioso limosi con terreni argilloso limosi e limoso argillosi.

La Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna evidenzia che sull'area in oggetto non sono presenti particolari allineamenti morfologici superficiali correlabili a strutture attive sepolte.

In particolare a Nord-Est, circa all'altezza dell'abitato di Biancanigo, si individua il fronte di un sovrascorrimento sepolto con possibilità di riattivazione, di età *Pliocene – Pleistocene inf.* (4,50 – 1,0 Ma), con andamento Nord-Ovest / Sud-Est ed immersione verso Sud-Ovest, mentre

a Sud-Ovest, in corrispondenza dell'abitato di Brisighella, si individua un fronte di accavallamento del basamento sepolto, attivo, recente ( $< 1$  Ma), determinato sulla base di dati morfologici di superficie. Infine lungo la S. P. n. 306 "Brisighellese" individua una faglia attiva, con direzione circa Nord / Sud ed immersione verso Est.

Nel raggio di circa dieci chilometri dall'area d'intervento la Carta Sismotettonica dell'Emilia Romagna evidenzia la presenza di epicentri macrosismici con Magnitudo massima  $M \geq 6$ .

Il bacino padano è un'area geologicamente giovane, che mantiene ancora in atto l'innalzamento delle regioni appenniniche in parallelo con l'abbassamento della pianura per subsidenza, con epicentro nel delta del Po, ed indici più elevati nella fascia costiera adriatica.

Dal sito della Cartografia di Arpaè il tasso di subsidenza dell'area d'intervento nel periodo 2011 – 2016 risulta compreso fra mm/anno 0,0 e mm/anno 2,5 circa; considerando che il prof. Raimondo Selli dell'Università di Bologna considerava naturale un tasso di subsidenza nella Pianura Padana di circa mm/anno 2 – 3 si tratta, almeno nel periodo più recente, di abbassamenti bassi confrontabili con quelli naturali.

Sia l'area d'intervento che quelle circostanti nel corso dei secoli, sono state fortemente antropizzate soprattutto con attività agricole, che hanno radicalmente modificato l'ambiente naturale, ma anche con la realizzazione di edifici abitativi rurali. Gli originari lineamenti geomorfologici, determinati dall'azione erosiva / deposizionale dei corsi d'acqua, sono perciò parzialmente scomparsi, ma in alcuni casi ancora ben

riconoscibili in base a “testimoni frammentari” quali ad esempio le scarpate d’erosione e gli alvei dei corsi d’acqua.

Dal punto di vista morfologico l’area d’intervento si presenta sub-pianeggiante con modesta inclinazione verso Ovest in direzione del Torrente Senio e si trova nella zona dei terrazzi fluviali intravallivi del Torrente Senio. In particolare la parte centrale e Nord insiste sul terrazzo del III ordine e quella Sud sul terrazzo del IV ordine, i due terrazzi sono separati da una scarpata erosiva, ancora bene evidente anche se mascherata da una folta vegetazione arborea ed arbustiva ed alta m 4 – 5 circa.

Elementi di morfologia antropica sono evidenti, localmente, in alcuni fabbricati rialzati artificialmente rispetto al piano di campagna limitrofo.

### ***Inquadramento idrologico ed idrogeologico***

Particolare importanza riveste l’analisi idrologica ed idrogeologica, per quanto attiene sia la determinazione della profondità minima della falda freatica in quanto può interferire con la tipologia di edificazione dell’area, sia ed in particolare con l’eventuale esondabilità del sito.

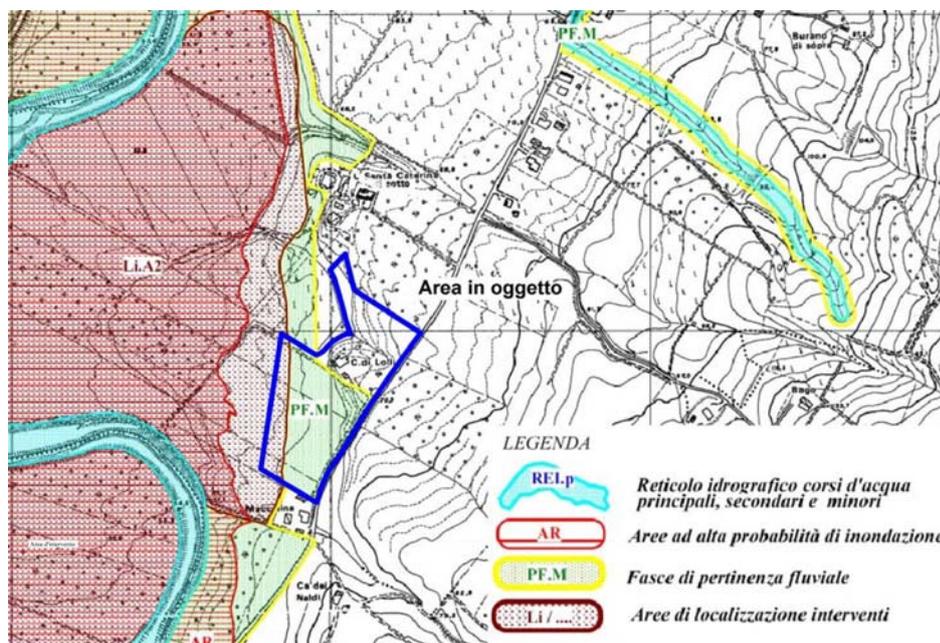
La parte non edificata dell’area è attraversata da una fitta rete di fossetti e scoline che raccolgono le acque meteoriche convogliandole ai fossi principali che, successivamente, le scaricano nel Torrente Senio.

L’elemento idrologico più importante presente nelle vicinanze dell’area d’intervento è il Torrente Senio che corre in zona Ovest ad una distanza variabile fra m 100 e m 600 circa con direzione locale circa Sud / Nord ed andamento ad ampi meandri raccordati da brevi tratti rettilinei ed arginato solo nei tratti che scorrono sul terrazzo del IV ordine.

Nell'ampia area compresa fra il confine Ovest dell'area d'indagine ed il Torrente Senio sono in corso da molti anni i lavori di realizzazione delle "casce d'espansione" che dovrebbero consentire la laminazione dei picchi di piena del Torrente Senio ed impedire che esondi più a valle nella zona di Castel Bolognese.

Inoltre tutta l'area dei terrazzi intravallivi è caratterizzata dalla presenza di numerosi laghetti artificiali ad uso irriguo, alcuni di grandi dimensioni, altri molto più piccoli.

Il "Progetto di Revisione Generale del Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Senio, II-Rischio Idraulico e Assetto Rete Idrografica", Tav. "RI.16" della ex - Autorità di Bacino del Reno, di cui a seguire si riporta uno stralcio, classifica la parte più bassa dell'area d'intervento,



appartenente al terrazzo alluvionale del IV ordine del Torrente Senio, alle "Fasce di pertinenza fluviale" ed una ulteriore, più piccola, parte di questa, più vicina all'alveo, alle "Aree di localizzazione interventi" dove verranno realizzate le casce d'espansione per la regimazione dei picchi di piena. La parte più alta dell'area d'intervento, appartenente al terrazzo

alluvionale del III ordine del Torrente Senio, ricade al di fuori sia delle “Aree ad alta probabilità di esondazione” che delle “Fasce di pertinenza fluviale”.

Al termine dell’indagine nei fori di prova non è stata rilevata presenza di falda al di sopra del banco di ghiaia fino a m 3 – 6 circa di profondità dal piano di campagna.

L’indagine eseguita dalla ex-USL n. 37 “Faenza” sulla qualità delle acque della prima falda negli anni 1990 – 91 aveva evidenziato la presenza di una falda con livello statico a circa m 5 di profondità dal piano di campagna.

#### ***Permeabilità superficiale***

La litologia ed il rimaneggiamento superficiale subito dai terreni ad opera delle lavorazioni agricole sono i soli elementi che condizionano la permeabilità che risulta, principalmente, del tipo per fratturazione e, secondariamente, per porosità. I terreni superficiali, al di sotto del terreno vegetale, sono prevalentemente limoso sabbiosi, caratterizzati da permeabilità media.

#### ***Stabilità dell’area***

Gli elementi morfologici ed idrologici condizionano il grado di stabilità dell’area; sia il rilevamento di superficie, sia l’osservazione di fotografie aeree hanno permesso di escludere qualsiasi elemento di dissesto su tutta l’area oggetto di studio.

## **INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Per lo studio dei terreni dell'area d'indagine sono state utilizzate le risultanze di n. 4 prove penetrometrie dinamiche medio leggere eseguite per due precedenti indagini: n. 2 (n. 1 – 3) nel 2013 nella parte centro-settentrionale e n. 2 (n. 1 – 5) nel 2016 nella zona meridionale ed atte a porre in evidenza l'uniformità dei terreni dell'area, la natura, alcune caratteristiche meccaniche dei terreni interessati alle fondazioni e l'eventuale presenza e profondità di falde idriche sotterranee e/o sospese.

Le penetrometrie dinamiche sono state spinte ad una profondità tale da investigare il sottosuolo fino alle zone nelle quali le tensioni indotte dagli eventuali manufatti soprastanti non provocano deformazioni apprezzabili nel terreno o fino "a rifiuto".

Le profondità sono riferite al piano di campagna e l'ubicazione delle prove viene riportata in cartografia allegata con cerchio e numerazione progressiva.

Le prove sono state eseguite con penetrometro dinamico medio leggero tipo "Emilia", attrezzato con maglio di daN 30 di peso cadente da una altezza costante di cm 20, aste di daN 2,5 di peso e punta conica a perdere di diametro superiore a quello delle aste per minimizzare l'attrito del terreno sulla batteria delle aste durante l'infissione; i dati, rappresentati come numero di colpi necessari per determinare una penetrazione di cm 10, vengono riportati in allegato.

Dalla resistenza alla punta riscontrata nelle prove, applicando la "formula degli Olandesi":

$$Qd = \frac{M^2 \cdot H}{e \cdot (P + M) \cdot A}$$

ove:

$M$  = massa del maglio

$H$  = altezza di caduta del maglio

$P$  = peso delle aste

$e$  = penetrazione della punta per un colpo di maglio cadente da altezza  $H$

$A$  = sezione della punta (cm<sup>2</sup> 10)

si ottiene il carico dinamico in daN/cm<sup>2</sup>.

Sulla base dei dati di resistenza dinamica all'infissione della punta, correlati con quanto individuato con l'indagine di superficie ed alla notevole distanza tra le prove, risulta che i terreni evidenziano eterogeneità dei valori in senso orizzontale, fra la parte centro – settentrionale e la parte meridionale dell'area d'indagine; al contempo le due zone, al loro interno, evidenziano omogeneità da buona a discreta dei valori in senso orizzontale.

Più in particolare nella zona delle prove n. 1/2013 e 3/2013, limitrofe ad una scarpata d'erosione fluviale, evidenziano la presenza di terreni con resistenza geomeccanica da bassa a molto bassa fino a circa m 1,3 circa di profondità, seguiti da terreni con resistenza a compressione da buona a molto buona fino a circa m 2,3 – 2,8 circa di profondità; a tali quote le prove sono andate a rifiuto su un banco di ghiaia.

Nella zona della prova n. 1/2016 i terreni evidenziano la presenza di terreni con resistenza mediamente discreta fino a m 2,0 circa di profondità, seguiti da terreni con resistenza geomeccanica da bassa a molto bassa fino a circa m 4,7 circa di profondità, poi ancora da terreni con resistenza a compressione crescente da discreta a buona fino a circa m 5,9 circa di profondità dal piano di campagna. La prova n. 5/2016 si

differenza per l'assenza del primo strato più resistente e per la presenza di un banco di ghiaia alla profondità di m 5 circa.

Al termine dell'indagine non è stata rilevata presenza di acqua di falda in alcuno dei fori di prova al di sopra del banco di ghiaia e fino a m 3 – 6 circa di profondità dal piano di campagna.

## **CARATTERI SISMICI**

Il decreto di riclassificazione sismica della Regione Emilia Romagna, emanato dal Ministero dei LL. PP ha confermato l'inserimento del territorio del Comune di Faenza in zona sismica di 2° categoria a cui corrisponde a un valore di accelerazione orizzontale di picco convenzionale al substrato sismico ( $a_g$ ) pari a **0,25**. Sulla base della Normativa Sismica Regionale vigente, ai fini della determinazione delle azioni sismiche, per l'area in oggetto occorrerà considerare un valore di accelerazione di picco orizzontale al suolo, cioè per  $T = 0$ , espressa in frazione dell'accelerazione di gravità ( $g$ )  $a_{refg} = \mathbf{0,2089}$  corrispondente al più vicino punto della griglia regionale riportato nell'Allegato 4 del D.G.R. n. 564/2021. Entrambi i valori di accelerazione sono calcolati con possibilità di eccedenza del 10% in 50 anni, corrispondente ad un tempo di ritorno di 475 anni.

Per configurazioni superficiali semplici le NTC consentono di adottare una classificazione in quattro categorie topografiche, basata sulle caratteristiche della superficie topografica e dell'ubicazione

dell'intervento, da cui ricavare il valore del Coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$ .

Facendo riferimento a quanto emerso dallo studio geomorfologico, si può notare come l'area d'intervento sia disposta su due livelli sub-pianeggianti e separati da una scarpata con pendenza inferiore a  $15^\circ$  e praticamente tutta classificabile in Categoria Topografica "T1 – "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione inferiore od uguale a  $15^\circ$ ", quindi non soggetta a penalizzazione derivante dalla morfologia ed a cui corrisponde un valore massimo del Coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1,0$ .

#### *Verifica alla liquefazione*

Dal punto di vista litologico, pur con possibili piccole variazioni locali, la stratigrafia dell'area è caratterizzata, prevalentemente, da alternanze di terreni limoso argillosi, limoso sabbiosi, sabbiosi e, più in profondità, da terreni ghiaioso sabbiosi.

È chiaro, a questo punto, che l'unico problema nel quale si potrebbe incorrere e che, quindi, potrebbe penalizzare il lotto è costituito dalla liquefazione ciclica dei terreni granulari saturi per effetto delle sollecitazioni sismiche.

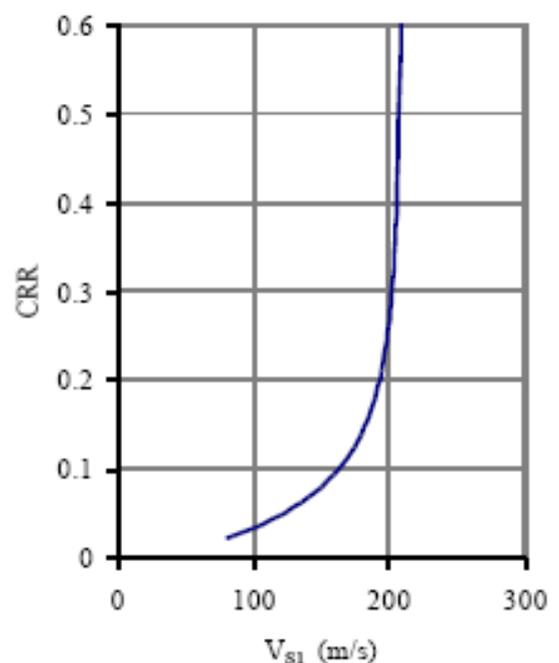
Per quanto riguarda le caratteristiche granulometriche, è noto che la dimensione e la gradazione delle particelle sono fattori con influenza non trascurabile sulla suscettibilità alla liquefazione.

Da esperienze sperimentali è emerso che, per portare ad una deformazione del 5% suoli litologicamente costituiti da sabbie medio-grossolane e da altri materiali più grossolani (si ricorda che si considera

liquefazione quando si ha una deformazione del 20%), l'ampiezza di sforzo ciclico necessaria è circa doppia rispetto a suoli costituiti da sabbie medio-fini, oppure fini, od anche leggermente limose. Per le argille è necessario aumentare lo sforzo di 5 volte. Se ne deduce che ghiaia ed argilla, anche se più o meno limose, non sono suscettibili alla liquefazione.

Il caso in esame, pur con i problemi relativi all'esatta definizione delle caratteristiche dei sismi occorsi (e a quella praticamente impossibile di quelli che potranno avvenire), sembra fornire risultati rassicuranti; infatti la falda freatica è assente fino a m 3 – 6 circa di profondità, quindi fino a tale quota, in assenza di terreni saturi, non si può avere liquefazione dei terreni stessi; al di sotto si individuano prima un banco di ghiaia di alcuni metri di spessore, poi i depositi formazionali argilloso limosi della Formazione delle argille grigio – azzurre con spessori superiori ai m 100, entrambi non liquefacibili. Si esclude, quindi, che si possano avere fenomeni di liquefazione nei terreni a seguito di eventi sismici di intensità ed accelerazione orizzontale al suolo attesi nel comune di Faenza.

Ad ulteriore conferma si riporta, a lato, anche il diagramma per la stima della resistenza normalizzata alla liquefazione CRR di un terreno sabbioso saturo in funzione dei profili di  $V_s$  (da D.G.R. n. 564/2021).



Le velocità delle onde Vs individuate nel corso dell'indagine geofisica sono superiori a m/s 220 circa già a partire da m 1,85 circa di profondità, quindi al di sopra di tale quota i terreni presentano valori di resistenza ciclica bassi e, pertanto, potrebbero essere a rischio di liquefazione, ma l'assenza di falda idrica esclude tale eventualità, mentre al di sotto i terreni presentano valori di resistenza ciclica molto elevati e, pertanto, risultano non liquefacibili.

### ***Indagine geofisica***

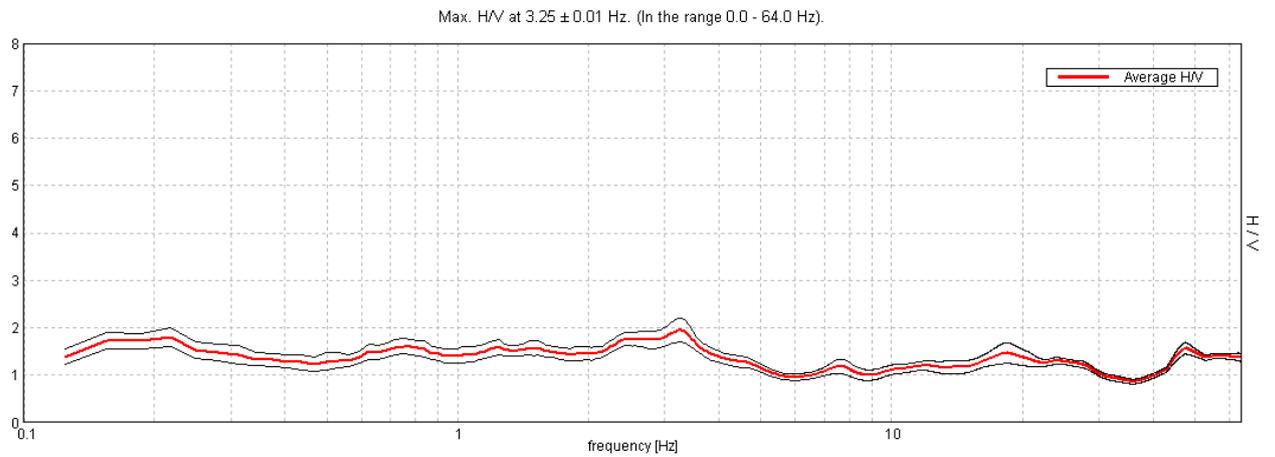
Sull'area d'intervento è stata eseguita un'indagine geofisica HVSR mediante acquisizione ad alta definizione del microtremore sismico ambientale e delle vibrazioni con tomografo digitale portatile "TROMINO" atta a stimare il profilo della velocità delle onde di taglio (Vs) per fornire la categoria di suolo di fondazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni.

Lo strumento dispone di tre canali connessi a tre sensori elettrodinamici (velocimetri) ad alta risoluzione disposti secondo le tre direzioni ortogonali (N-S, E-W, e verticalmente); i dati di rumore sismico, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz.

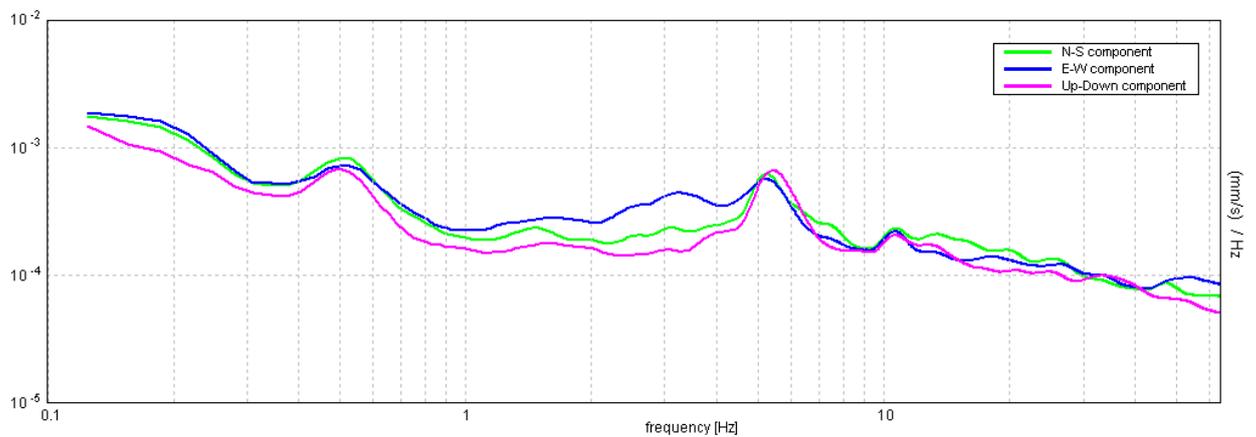
Dalle registrazioni del rumore sismico ambientale in campo libero, sono state ricavate le curve H/V con i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s;
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale;
- rimozione dei transienti sulla serie temporale degli H/V.

Di seguito si riportano le risultanze delle indagini elaborate graficamente:

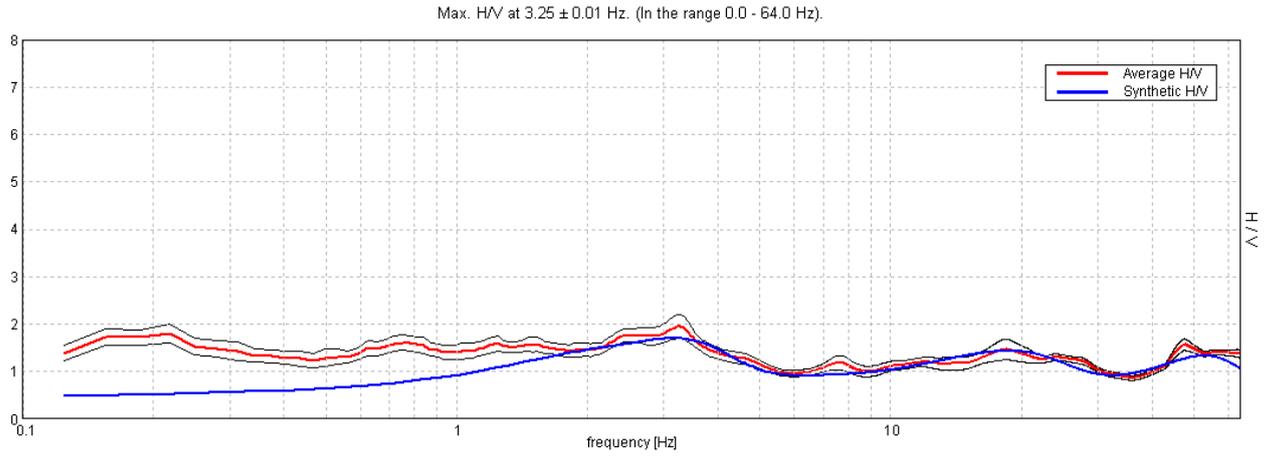


Curva H/V media su frequenza: la linea rossa corrisponde alla media dei tremori registrati, mentre le 2 linee nere corrispondono all'intervallo di confidenza del 95%

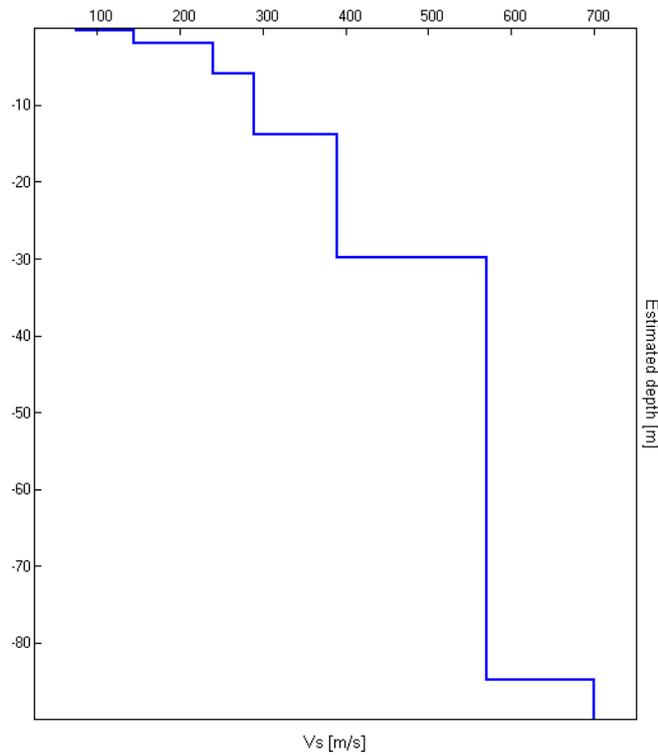


Spettro di ampiezza in velocità delle tre componenti del moto

Dall'elaborazione dei due grafici soprariportati si può ottenere la curva sintetica H/V basata sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in Aki (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981), di cui di seguito si riporta l'elaborazione grafica.



Curva H/V media su frequenza: la linea rossa corrisponde alla media dei tremori registrati mentre la linea blu corrisponde alla curva sintetica



Profilo della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) stimato per il sottosuolo sulla base dell'inversione vincolata della curva H/V.

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	$V_s$ [m/s]
0.35	0.35	75
1.85	1.50	145
5.85	4.00	240
13.85	8.00	290
29.85	16.00	390
84.85	55.00	570
inf.	inf.	700

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s_{eq}} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

con:

$h_i$  = spessore dell'*i*-esimo strato;

$V_{s_i}$  = velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato;

$H$  = profondità del substrato, definito come una formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  superiore a m/s 800.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a m 30, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s_{eq}}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo  $H = m\ 30$  nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Ne consegue una velocità delle onde sismiche secondarie  $V_{s30}$  (free field) pari a **m/s 298** che corrispondono sempre ad una *categoria di suolo di fondazione tipo C*, ossia: “depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.

## **ANALISI SEMPLIFICATA PER IL SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO**

L'analisi semplificata per il secondo livello di approfondimento sismico del comune di Faenza, per l'area soggetta a Procedimento Unico, non evidenzia alcuna richiesta di terzo livello di approfondimento. A sua volta l'analisi di terzo livello di approfondimento del comune di Faenza non ha zonizzato l'area d'intervento, quindi considerando che anche sulla base delle prove e delle indagini eseguite in sito, i terreni non sono soggetti a rischio di liquefazione per gli eventi sismici di Magnitudo attesa nel comune di Faenza, si procede solo all'aggiornamento dell'analisi semplificata di primo e secondo livello di approfondimento come richiesto dal D.G.R. 564/2021.

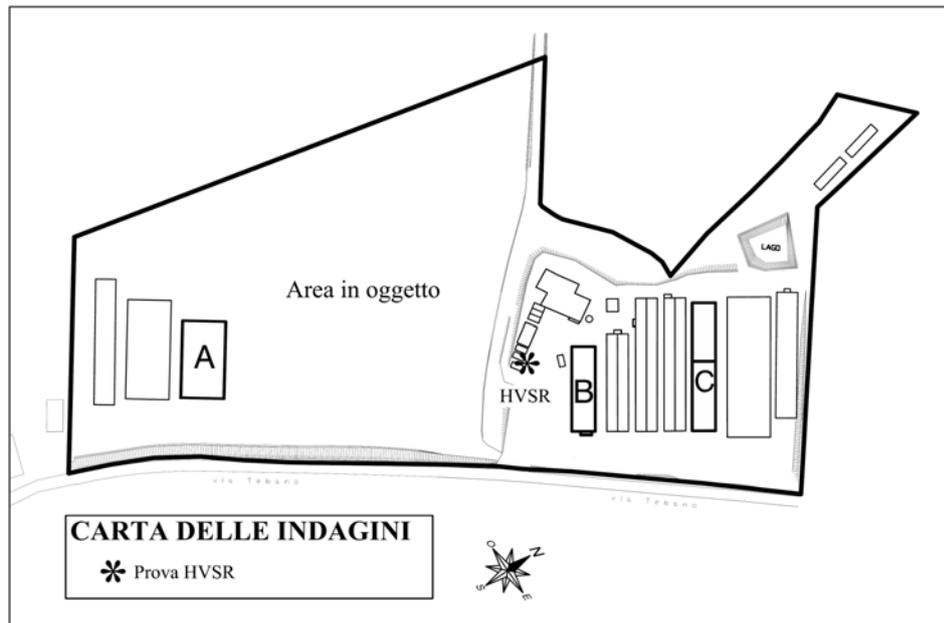
### **Primo livello di approfondimento - integrazione**

La cartografia richiesta dal D.G.R. 564/2021 per il Primo Livello di approfondimento viene realizzata ex-novo sulla base delle indagini in sito eseguite sull'area soggetta a Procedimento Unico.

#### **1) Carta delle indagini**

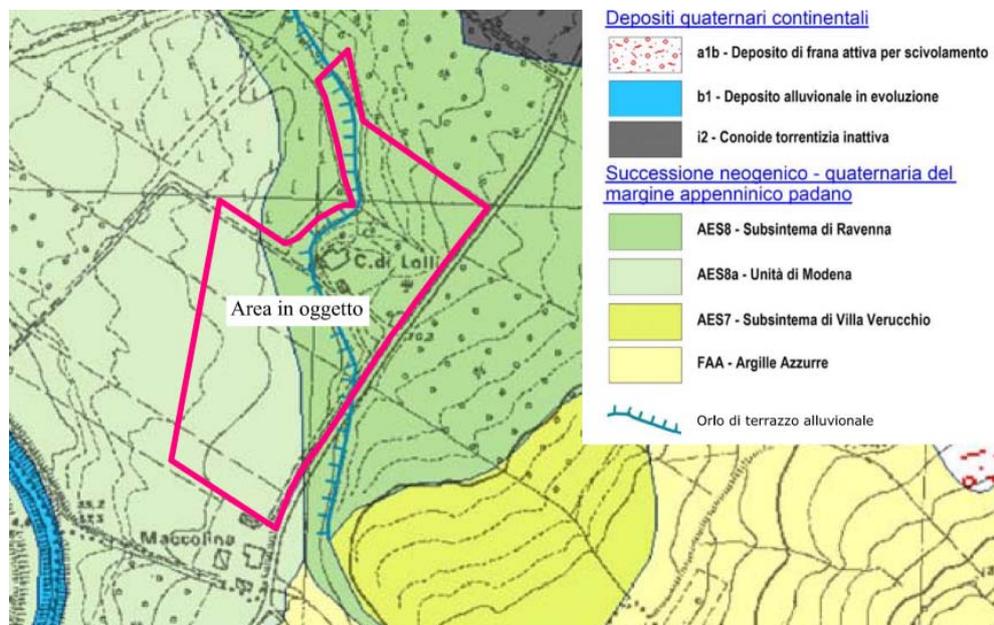
Considerata la modesta estensione dell'area in oggetto, per la realizzazione della "Carta delle indagini" sono state utilizzate le risultanze di una prova sismica a stazione singola HVSR eseguita nell'anno 2013 per la costruzione di un servizio agricolo.

A seguire si riporta la carta con ubicata la prova eseguita.



## 2) Carta geologico - tecnica

Per la realizzazione della “Carta geologico - tecnica” viene utilizzato e riportato a seguire uno stralcio dalla Carta Geologica della Regione Emilia Romagna su base C.T.R. in scala 1:10.000.



### 3) Carta delle frequenze naturali dei terreni

Considerata la modesta estensione dell'area in oggetto, per la realizzazione della "Carta delle frequenze naturali del terreno" sono state utilizzate le risultanze di una prova a stazione singola HVSR eseguita nell'anno 2013 per la costruzione di un servizio agricolo; l'area risulta insistere su terreni dotati di contrasti di impedenza bassi (ampiezza di picco  $1.5 \leq H/V < 2$ ) e spessori compresi tra m 30 e m 10 (indicativamente  $2 \text{ Hz} < f_0 < 8 \text{ Hz}$ ).

A seguire si riporta una carta dove viene ubicata la prova eseguita.

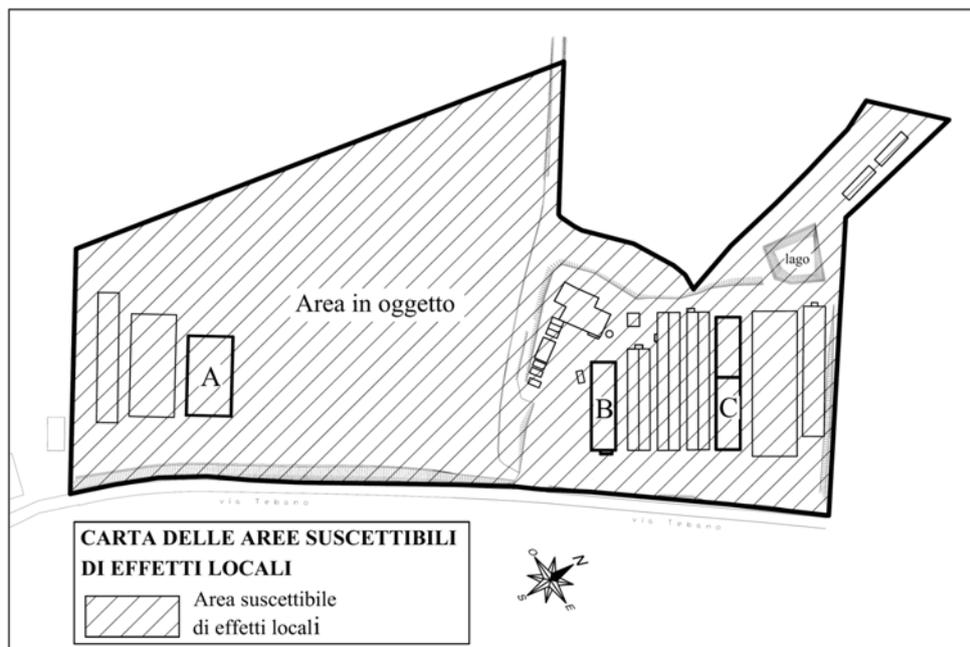


### 4) Carta delle aree suscettibili di effetti locali

La "Carta delle aree suscettibili di effetti locali" realizzata sulla base di quanto richiesto dal D.G.R. 564/2021 per il Primo Livello di approfondimento evidenzia che tutta l'area in oggetto può essere classificata come "Zona suscettibile di amplificazioni locali" ma, sulla

base delle considerazioni eseguite nei capitoli precedenti, si può escludere che ci siano “zone suscettibili di instabilità”.

A seguire si riporta la relativa cartografia realizzata ad hoc.



### **Secondo livello di approfondimento: analisi semplificata-integrazione**

Il secondo livello di approfondimento ha le seguenti finalità:

- la verifica delle condizioni di pericolosità indicate dal precedente livello di approfondimento e conferma o eventuale nuova perimetrazione delle aree in cui effettuare la microzonazione sismica;
- la suddivisione dettagliata del territorio in base all'amplificazione attesa;
- la conferma o migliore definizione delle aree, indicate dal livello di approfondimento precedente, in cui si ritengono necessari approfondimenti di terzo livello e indicazione delle indagini e analisi da effettuare.

In questo caso l'area di Procedimento Unico si trova in un'area pianeggianti e sub-pianeggianti, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, in cui il modello geologico può essere assimilato ad un modello fisico monodimensionale, per il quale si esclude che ci siano

“zone suscettibili di instabilità”, quindi l’analisi semplificata è ritenuta sufficiente per la stima dell’amplificazione e si possono utilizzare le tabelle indicate nell’Allegato A2 (D.G.R. 564/2021).

L’analisi semplificata ha lo scopo di valutare l’effettivo grado di pericolosità sismica locale per l’elaborazione della carta di microzonazione che indica:

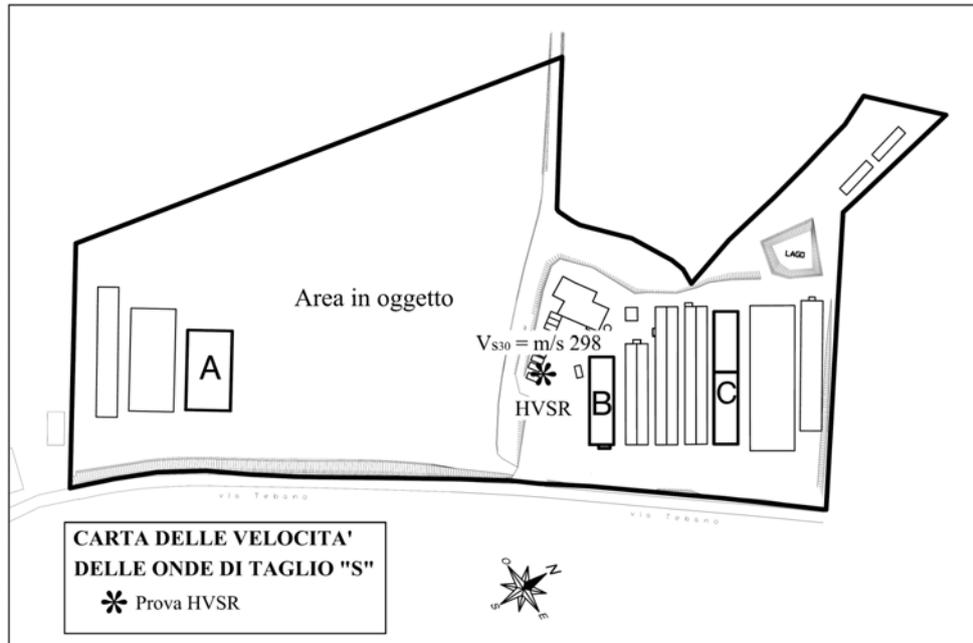
- quali ambiti di riqualificazione e nuovo insediamento possano essere attuati senza la necessità di eseguire nuove indagini;
- quali ambiti di riqualificazione e nuovo insediamento siano subordinati allo svolgimento di ulteriori indagini.

La cartografia richiesta dal D.G.R. 564/2021 per il Secondo Livello di approfondimento viene realizzata ex-novo sulla base delle indagini in sito eseguite sull’area soggetta a Procedimento Unico.

*1) Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)*

Anche considerata la ridotta estensione dell’Area di Procedimento Unico, per la realizzazione della “Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)” sono state utilizzate le risultanze di una prova sismica a stazione singola HVSR eseguita nell’anno 2013 per la costruzione di un servizio agricolo. Si tratta di una misurazione della  $V_{s30}$ , in quanto l’area di Variante si trova in un’area di terrazzo alluvionale intravallivo dove H è maggiore di m 50.

A seguire si riporta una carta dove vengono ubicate le prove eseguite.



## 2) Carta di microzonazione sismica di secondo livello

La Carta di Microzonazione Sismica di Secondo Livello viene aggiornata, secondo le specifiche del D.G.R. 564/2021, utilizzando le Tabelle dell'Allegato A2 e l'amplificazione verrà quantificata in termini di PGA, SA1, SA2, SA3, SI1, SI2 che esprimono l'amplificazione per caratteristiche stratigrafiche.

Trovandosi l'area di Variante in una zona sub-pianeggiante, le cui scarpate d'erosione risultano con differenza di quota molto inferiore a m 30, non ci sarà alcun incremento per cause topografiche ed il coefficiente  $S_T$  risulta uguale a 1,0.

Queste tabelle permettono di calcolare i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento; la loro scelta viene fatta sulla base delle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo ed in particolare della profondità e del tipo di substrato. Nell'area di Procedimento Unico

non sono presenti elementi geologici sepolti che possano modificare il moto in superficie.

Sulla base delle Zone Sismiche definite dalla Regione Emilia Romagna l'area di Procedimento Unico ricade nelle Zone di "APPENNINO" con coperture su substrato non rigido, caratterizzate da  $V_s \ll m/s \ 800$ .

Utilizzando le relative Tabelle un valore della  $V_{s30} = m/sec \ 298$ , si ricavano i seguenti valori dei fattori di amplificazione:

- PGA - F.A. = 2,0
- SA1 - F.A. = 2,2 ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ )
- SA2 - F.A. = 2,3 ( $0,4s \leq T \leq 0,8s$ )
- SA3 - F.A. = 1,7 ( $0,7s \leq T \leq 1,1$ )
- SI1 - F.A. = 2,3 ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ )
- SI2 - F.A. = 1,9 ( $0,5s \leq T \leq 1,0s$ )



### 3) Carta della distribuzione sul territorio dei valori di $H_{SM}$

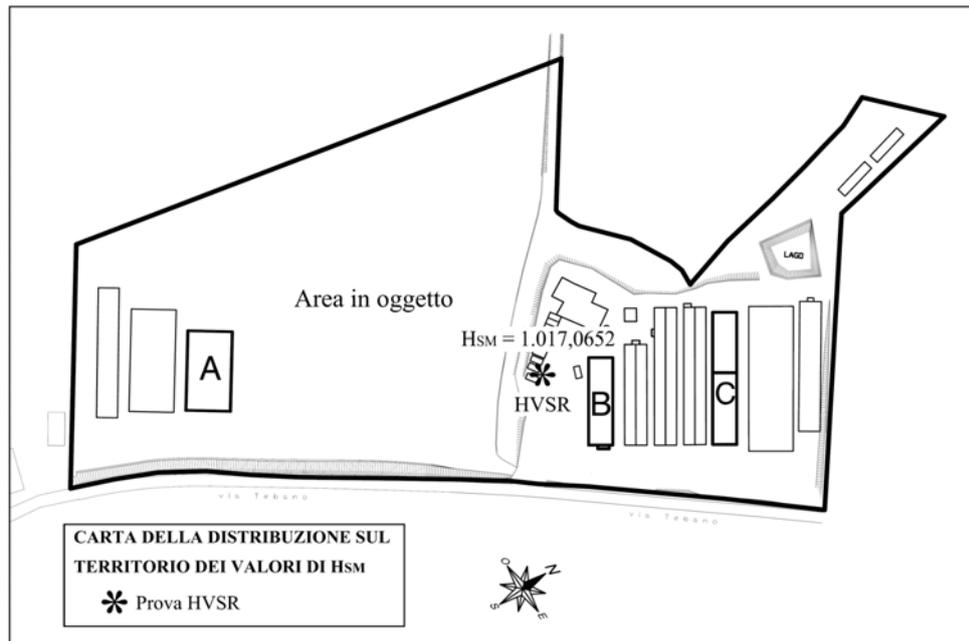
Il parametro  $H_{SM}$  esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto ed è dato dal prodotto del parametro "Acceleration Spectrum Intensity" ( $ASI_{UHS}$ ), calcolato per l'intervallo di periodo  $0,1s \leq T \leq 0,5s$ ,

diviso per  $\Delta T = 0,4$  e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodo:

$$H_{SM} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \cdot FA$$

Il valore di  $ASI_{UHS}/\Delta T$ , calcolato per il punto più vicino della griglia INGV, è stato ricavato dal file reso disponibile dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (Allegato A4 - D.G.R. 564/2021) e risulta 462,302381.

Il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per l'intervallo di periodi  $0,1s \leq T \leq 0,5s$  viene ricavato dalle Tabelle dell'Allegato A2 riportate nel D.G.R. 564/2021 e risulta  $FA = SA1 = 2,2$ ; ne consegue un valore di  $H_{SM} = 1017,0652 \text{ cm/sec}^2$ .



## CARATTERISTICHE EDIFICATORIE

Alla luce dei risultati dell'indagine geomorfologica ed idrogeologica e delle prove eseguite, non sussistono impedimenti di carattere geologico, idrogeologico, geotecnico e sismico all'attuazione del Procedimento Unico - Art. 53 L.R. 24/2017, come da progetto.

Considerando le caratteristiche geotecniche dei terreni, l'ampiezza dell'area indagata, la destinazione d'uso a serre e stante la natura esclusivamente pianificatoria della presente relazione, per cui non è dato conoscere il tipo e le dimensioni delle strutture che verranno realizzate, si ipotizzano fondazioni superficiali a cordoli larghi m 0,5 di lato con piano di posa alla profondità di circa m 1,0 dalla quota del piano di campagna esistente al momento dell'esecuzione delle prove.

Sulla base di quanto sopra riportato si possono determinare i valori della capacità portante  $R_d$  in modo analitico, facendo riferimento a correlazioni con i risultati delle prove penetrometriche dinamiche.

Come richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, tra tutti i possibili parametri geotecnici caratteristici  $X_k$  dei terreni di fondazione, verranno ricavati, in particolare, l'angolo di attrito interno ( $\Phi_k$ ), la coesione non drenata ( $c_{uk}$ ) ed il peso per unità di volume del terreno ( $\gamma_k$ ); ai parametri caratteristici viene applicato il coefficiente parziale ( $\gamma_{M1}$ ), relativo all'Approccio 2 (M1 + R3), per ottenere i parametri geotecnici di progetto  $X_d$  e la resistenza statica  $R$  dei terreni, alla quale viene applicato un ulteriore coefficiente parziale ( $\gamma_R = 2,3$ ) per ottenere il valore di progetto della capacità portante statica  $R_d$ .

Nel caso specifico i parametri caratteristici  $X_k$  del terreno di fondazione verranno ricavati dall'angolo di attrito interno  $\Phi$ , misurato direttamente in sito mediante l'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche dinamiche, dalla coesione non drenata  $c_u$  e dal peso per unità di volume  $\gamma$  ricavati da dati bibliografici.

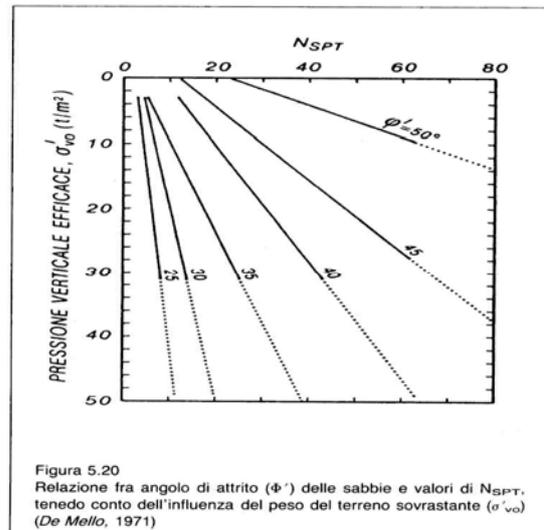
In fase esecutiva questi parametri dovranno essere definiti più specificatamente sulla base di nuove indagini specifiche per i singoli manufatti progettati.

Per le penetrometrie dinamiche è stato correlato il numero dei colpi ( $N_{10}$ ) con il numero dei colpi ( $N_{SPT}$ ) sulla base dello studio condotto da Vannelli e Benassi (1983) che hanno poi tabulato i risultati.

Gli autori concludono che ( $N_{10}$ ) del penetrometro medio leggero è leggermente più basso rispetto a ( $N_{SPT}$ ) della Standard Penetration Test e, di conseguenza, una correlazione 1:1 è da ritenersi cautelativa.

Dal numero dei colpi ( $N_{10}$ ), utilizzando il diagramma di De Mello (1971), che tiene conto anche dell'influenza del peso del terreno sovrastante  $\sigma'_{vo}$ , si possono ricavare i valori dell'angolo di attrito interno del terreno ogni cm 10.

L'angolo di attrito interno caratteristico  $\Phi_k$  e la coesione non drenata caratteristica  $c_{uk}$  dei terreni di fondazione sono stati definiti sulla base del



tipo di fondazione e della profondità del piano di posa che sono stati ipotizzati.

Avendo ipotizzato una fondazione superficiale a cordoli, per la determinazione dei valori caratteristici  $X_k$  viene considerato uno spessore di terreno al di sotto del piano di posa (bulbo di influenza) della fondazione pari a tre volte la larghezza  $B = m\ 0,5$  del cordolo stesso, cioè  $3B = m\ 1,5$  quindi i terreni che vanno da  $m\ 1,0$  a  $m\ 2,5$  di profondità dal piano di campagna.

Per il calcolo dei parametri geotecnici caratteristici dei terreni di fondazione  $X_k$  esistono numerosi approcci statistici differenti; tra quelli applicabili nel caso in esame, considerando che si tratta di un'ipotesi riferita a tutta l'area in oggetto, si è scelto un approccio conservativo.

Utilizzando una distribuzione normale dei dati, si ottiene un angolo di attrito interno caratteristico  $\Phi_k = 18,0^\circ$  ed applicando il coefficiente  $\gamma_{M1} = 1,0$ , l'angolo di attrito interno di progetto rimane  $\Phi_d = 18,0^\circ$ .

Da indicazione bibliografiche si ricava una coesione non drenata caratteristica  $c_{uk} = \text{daN/cm}^2\ 0,05$ ; applicando il coefficiente  $\gamma_{M1} = 1,0$  la coesione non drenata di progetto rimane  $c_{ud} = \text{daN/cm}^2\ 0,05$ .

Il peso di volume caratteristico corrisponde al peso di volume di progetto, viene ricavato da bibliografia e in assenza di falda idrica risulta,  $\gamma_d = \text{t/m}^3\ 1,85$ . Applicando la formula di Terzaghi si ottiene:

$$R = c_{ud} \cdot N_c + \gamma_d \cdot D_f \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma_d \cdot B \cdot N_\gamma$$

dove:

$\Phi_d$  = angolo di attrito interno di progetto ( $18,0^\circ$ )

$c_{ud}$  = coesione non drenata di progetto ( $\text{daN/cm}^2\ 0,05$ );

$\gamma_d$  = peso unità di volume terreno asciutto (circa  $t/m^3$  1,85);

$D_f$  = profondità del piano di posa della fondazione (m 1,0 da P.C.);

$B$  = larghezza del cordolo (m 0,5);

$N_c - N_q - N_\gamma$  = fattori adimensionali della portanza.

La resistenza statica del terreno risulta, pertanto  $R = daN/cm^2$  1,72 a cui si dovrà applicare il coefficiente parziale  $\gamma_{R3} = 2,3$  per ottenere la capacità portante statica  $R_d = daN/cm^2$  0,75.

In fase esecutiva occorrerà redigere opportuna relazione geologica e geotecnica per ogni manufatto in progetto che confermi o modifichi tali parametri e consideri eventuali differenziazioni geotecniche locali.

## **STRADE E PARCHEGGI - DETERMINAZIONE DEGLI SPESSORI DEL SOTTOFONDO**

La conoscenza delle caratteristiche dei terreni è da considerarsi indispensabile per la stabilità della fascia interessata direttamente od indirettamente dalle strade e dalle aree di parcheggio. Sulla base delle risultanze individuate con l'indagine eseguita e delle prove dinamiche eseguite in varie zone da adibire a strade e/o parcheggi, si ritiene che, sotto l'aspetto geotecnico, il terreno direttamente interessato da strade e parcheggi, sia idoneo a sopportare i carichi trasmessi dalla viabilità stradale.

Essendo i terreni superficiali scarsamente addensati, poco omogenei ed interessati per la più gran parte da lavori agricoli, si rende necessario eseguire l'asporto della parte superficiale, dotata di abbondante matrice vegetale, per una profondità di m 0,4 – 0,5 circa, quindi procedere ad

opportuna e preventiva compattazione dell'area con rullo vibrante di peso adeguato, superiore a 10 ton. Ovviamente tali lavori dovranno essere eseguiti su terreno asciutto ed in periodo stagionale favorevole.

Per lo strato di fondazione si potranno utilizzare sabbia e ghiaia in natura, o stabilizzato nelle zone soggette a carichi particolarmente pesanti, da compattare con rullo vibrante su strati di circa cm 30.

La valutazione degli spessori potrà essere eseguita col metodo dell'indice di gruppo (I.G.) utilizzando i dati di laboratorio di campioni del materiale utilizzato per la sopraelevazione.

$$I.G. = 0,2 \cdot a + 0.005 \cdot a \cdot c + 0.01 \cdot b \cdot d$$

dove:

$a$  = passante al setaccio 200 A.S.T.M. meno 35 (con minimo 0 e massimo 40).

$b$  = passante al setaccio 200 A.S.T.M. meno 15 (con minimo 0 e massimo 40).

$c$  = limite di liquidità meno 40 (con minimo 0 e massimo 20).

$d$  = indice di plasticità meno 10 (con minimo 0 e massimo 20).

## CONCLUSIONI

Sulla base delle indagini eseguite, non sussistono impedimenti di carattere geologico, idrogeologico, geotecnico e sismico all'attuazione del Procedimento Unico - Art. 53 L.R. 24/2017, come da progetto.

Al netto della modesta estensione dell'area in oggetto le penetrometrie eseguite mostrano la presenza di terreni con resistenza meccanica abbastanza eterogenea in senso orizzontale.

Al termine dell'indagine non fu rilevata presenza di acqua di falda nei fori di prova fino alla profondità dal piano di campagna di m 3 – 6.

Considerando che l'area in oggetto è destinata alla realizzazione di serre e che la presente relazione è di tipo preliminare pianificatorio, viene ipotizzata una fondazione superficiale a cordoli larghi m 0,5 con piano di posa a circa m 1,0 di profondità dal piano di campagna.

L'angolo di attrito interno caratteristico e l'angolo di attrito interno di progetto risultano  $\Phi_k = \Phi_d = 18,0^\circ$ ; la coesione non drenata caratteristica e la coesione non drenata di progetto risultano  $c_{uk} = c_{ud} = \text{kg/cm}^2 0,05$  ed il peso per unità di volume del terreno non saturo, caratteristico e di progetto, risultano  $\gamma_k = \gamma_d = \text{t/m}^3 1,85$ .

La resistenza statica del terreno risulta  $R = \text{kg/cm}^2 1,72$  mentre la capacità portante statica  $R_d = \text{kg/cm}^2 0,75$ .

Sotto l'aspetto sismico l'area non risulta essere soggetta a rischio di liquefazione dei terreni ed è da ritenersi esente da penalizzazioni dovute a particolari situazioni indotte dall'attività sismica di Magnitudo ed accelerazione orizzontale attesi nel Comune di Faenza.

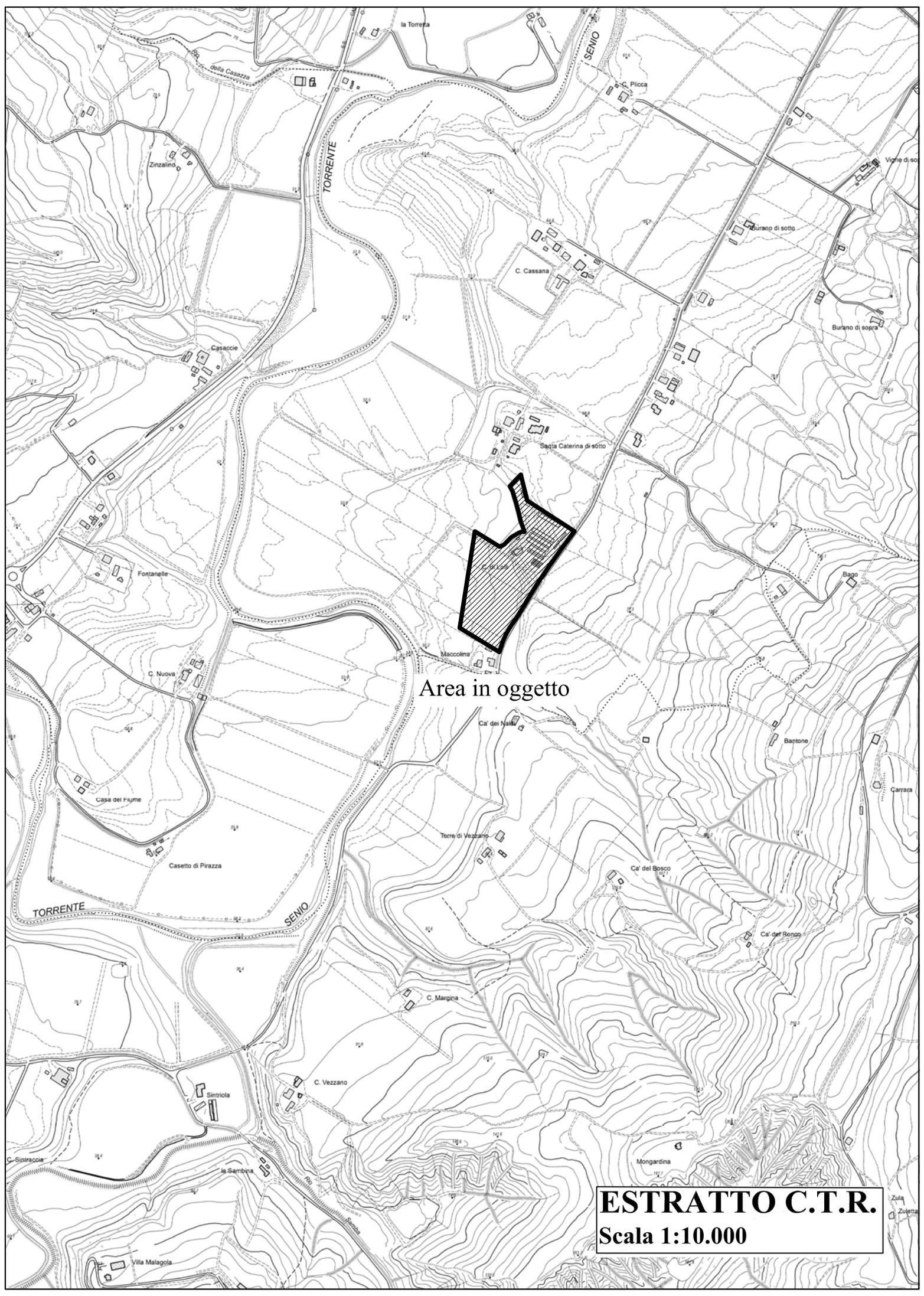
Sulla base della Normativa Sismica vigente, la velocità delle onde sismiche secondarie  $V_{s30}$  (free field) è risultata di m/s **298**, corrispondente sempre ad una *categoria di suolo di fondazione tipo C*; la Categoria Topografica è "T 1" a cui corrisponde un valore massimo del Coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1,0$ .

Faenza, 12/05/2022



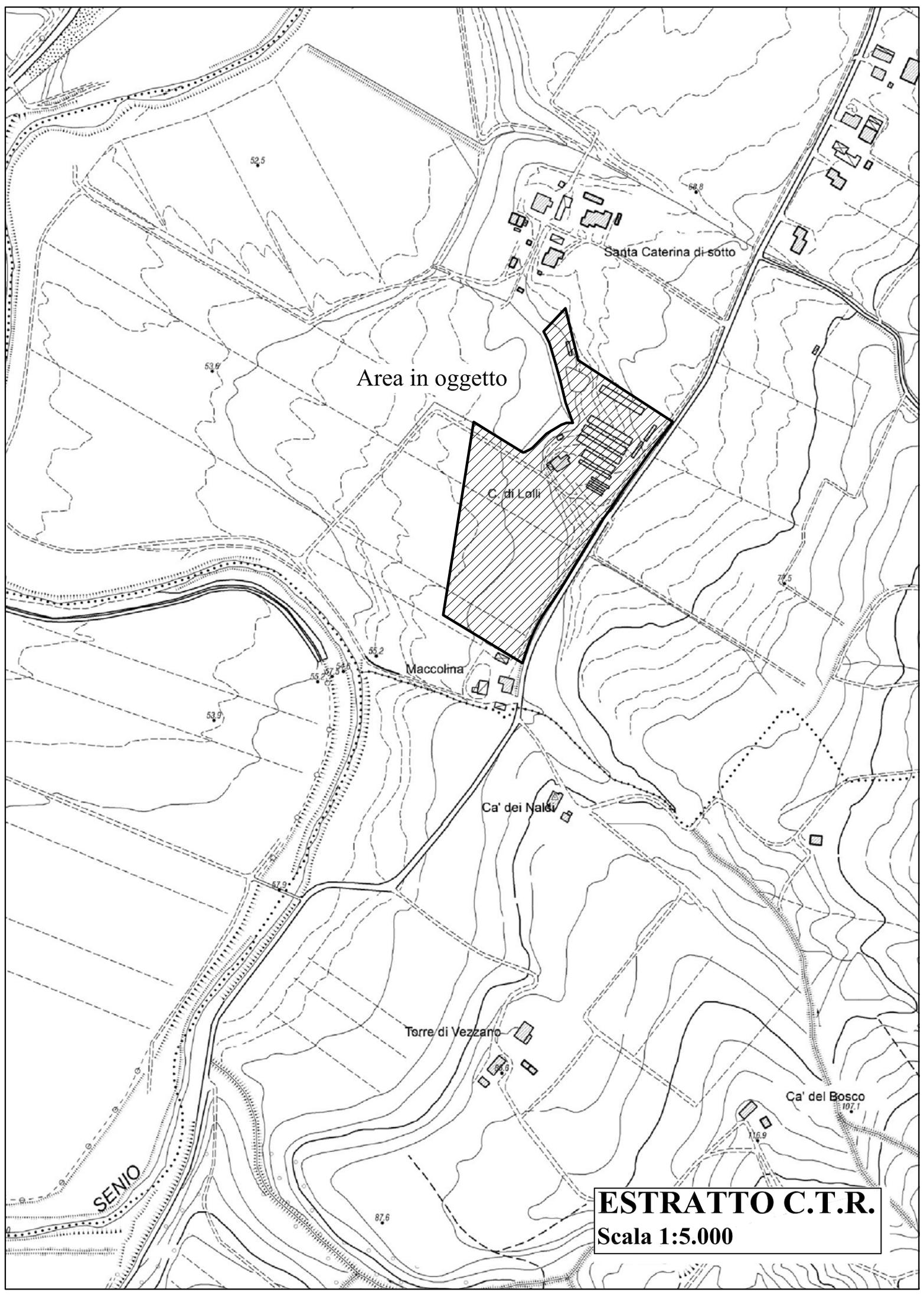
Il Geologo  
dott. Matteo Ortelli





**Area in oggetto**

**ESTRATTO C.T.R.**  
**Scala 1:10.000**



Area in oggetto

Sagta Caterina di sotto

C. di Lalli

Maccolina

Ca' dei Nalù

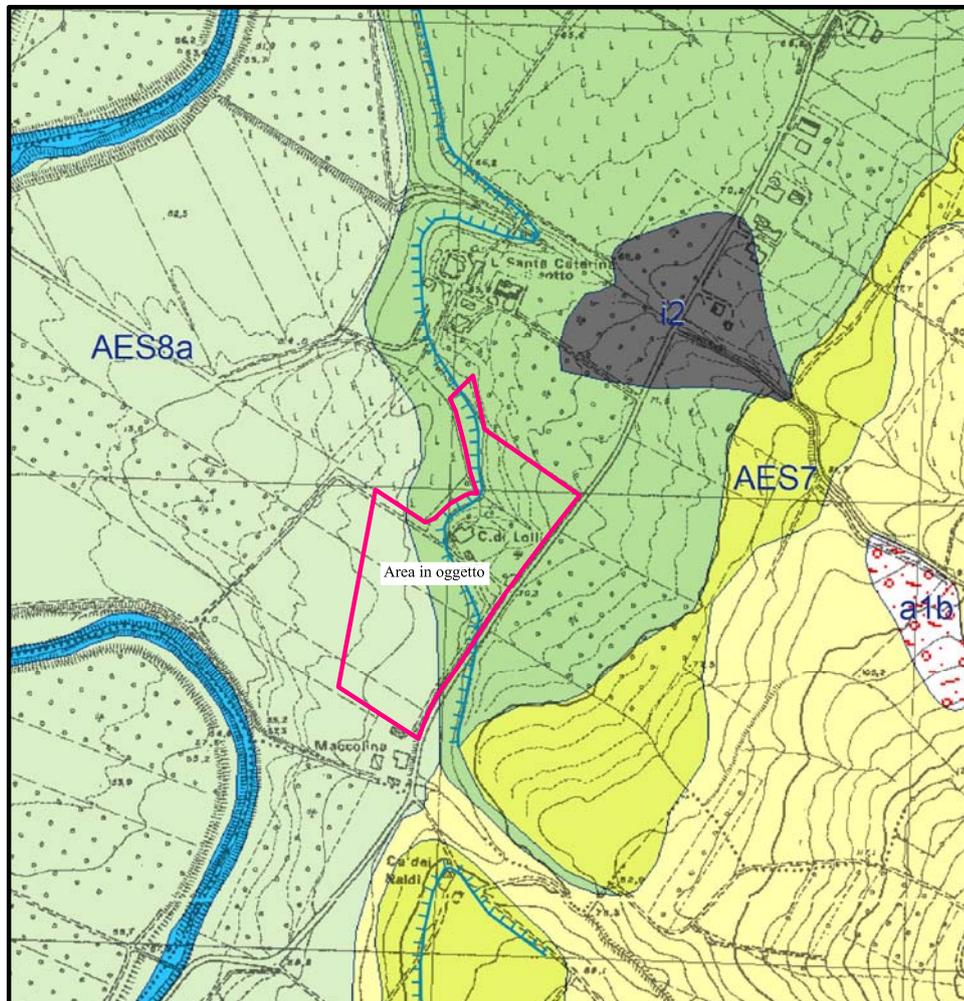
Torre di Vezzano

Ca' del Bosco

SENIO

**ESTRATTO C.T.R.**  
Scala 1:5.000

## SEZIONE 239100 - CAMPIANO



### LEGENDA

#### Depositi quaternari continentali



a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento



b1 - Deposito alluvionale in evoluzione

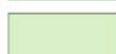


i2 - Conoide torrentizia inattiva

#### Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano



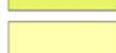
AES8 - Subsintema di Ravenna



AES8a - Unità di Modena



AES7 - Subsintema di Villa Verucchio



FAA - Argille Azzurre



Orlo di terrazzo alluvionale



Direzione Provinciale di Ravenna Ufficio Provinciale - Territorio - Direttore SERGIO PROFFETA

Vis. tel. (0.90 euro)

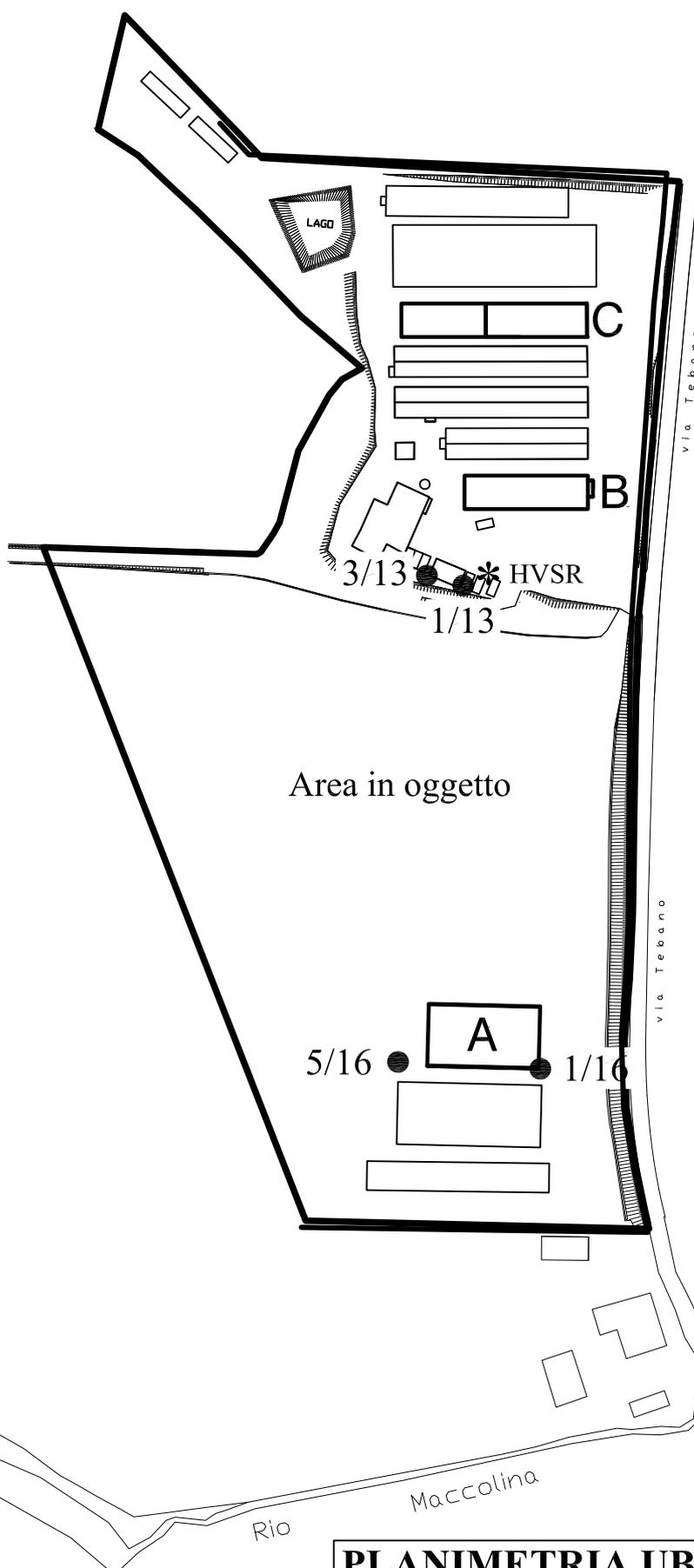
E=1000

N=-28500

1 Particella: 641

Area in oggetto

**ESTRATTO CATASTALE**  
Comune di Faenza Fg. 161 mapp. li 116-174-179-181-208  
Scala 1:2.000



**PLANIMETRIA UBICAZIONE PROVE** **Scala 1:2.000**

● penetrometria dinamica

\* Prova HVSR

**Prova n. 1**  
**Committente C.A.V.**  
**Loc. via Tebano - Faenza (RA)**  
**Data 26 febbraio 2013**  
**Studio Geologico Associato Ortelli**

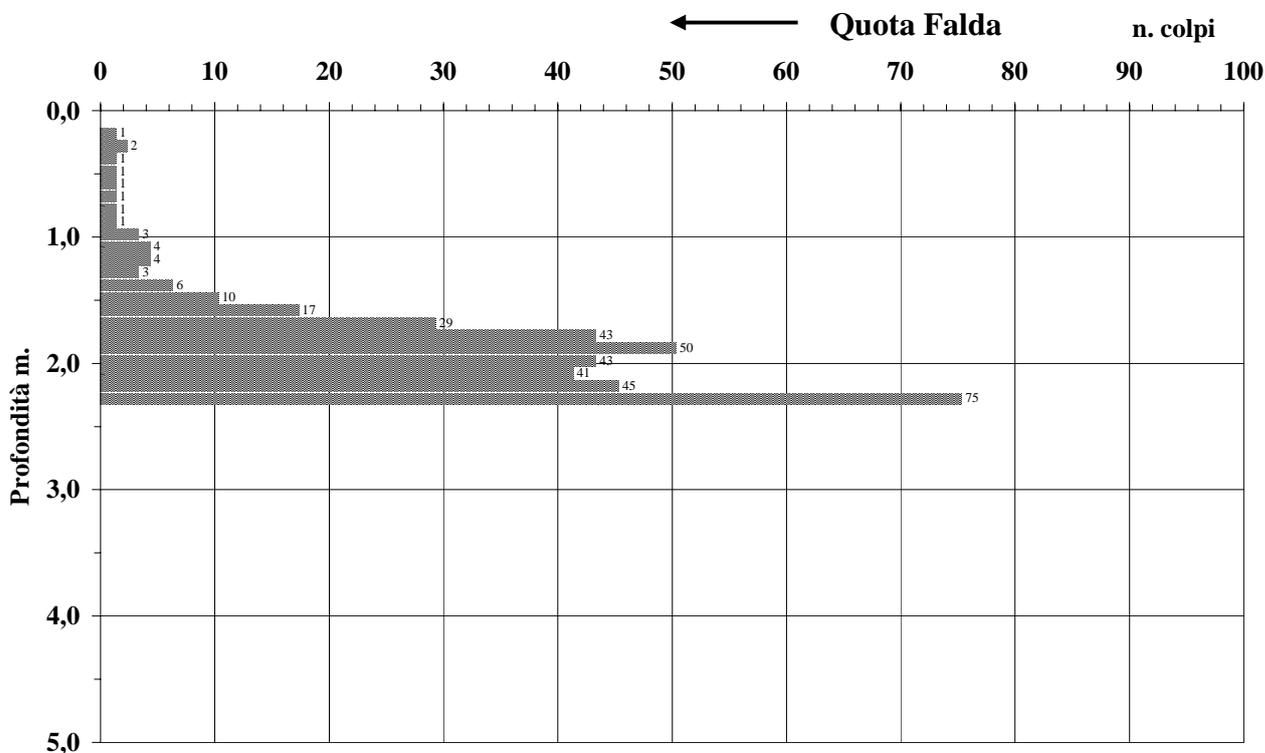
Prof. m	Colpi	Resistenza Dinamica	Angolo Attrito	Prof. m	Colpi	Resistenza Dinamica	Angolo Attrito	Prof. m	Colpi	Resistenza Dinamica	Angolo Attrito
0,00		in daN/cm <sup>2</sup>	in °								
0,10	0	-	-	5,10	0	-	-	10,10	0	-	-
0,20	1	<b>3,60</b>	<b>20,00</b>	5,20	0	-	-	10,20	0	-	-
0,30	2	<b>7,20</b>	<b>20,00</b>	5,30	0	-	-	10,30	0	-	-
0,40	1	<b>3,60</b>	<b>20,00</b>	5,40	0	-	-	10,40	0	-	-
0,50	1	<b>3,60</b>	<b>20,00</b>	5,50	0	-	-	10,50	0	-	-
0,60	1	<b>3,60</b>	<b>20,00</b>	5,60	0	-	-	10,60	0	-	-
0,70	1	<b>3,60</b>	<b>20,00</b>	5,70	0	-	-	10,70	0	-	-
0,80	1	<b>3,60</b>	<b>20,00</b>	5,80	0	-	-	10,80	0	-	-
0,90	1	<b>3,60</b>	<b>20,00</b>	5,90	0	-	-	10,90	0	-	-
1,00	3	<b>10,29</b>	<b>25,50</b>	6,00	0	-	-	11,00	0	-	-
1,10	4	<b>13,71</b>	<b>29,50</b>	6,10	0	-	-	11,10	0	-	-
1,20	4	<b>13,71</b>	<b>29,00</b>	6,20	0	-	-	11,20	0	-	-
1,30	3	<b>10,29</b>	<b>25,00</b>	6,30	0	-	-	11,30	0	-	-
1,40	6	<b>20,57</b>	<b>33,00</b>	6,40	0	-	-	11,40	0	-	-
1,50	10	<b>34,29</b>	<b>38,00</b>	6,50	0	-	-	11,50	0	-	-
1,60	17	<b>58,29</b>	<b>44,00</b>	6,60	0	-	-	11,60	0	-	-
1,70	29	<b>99,43</b>	<b>47,50</b>	6,70	0	-	-	11,70	0	-	-
1,80	43	<b>147,43</b>	<b>50,00</b>	6,80	0	-	-	11,80	0	-	-
1,90	50	<b>171,43</b>	<b>50,00</b>	6,90	0	-	-	11,90	0	-	-
2,00	43	<b>140,73</b>	<b>50,00</b>	7,00	0	-	-	12,00	0	-	-
2,10	41	<b>134,18</b>	<b>50,00</b>	7,10	0	-	-				
2,20	45	<b>147,27</b>	<b>50,00</b>	7,20	0	-	-				
2,30	75	<b>245,45</b>	<b>50,00</b>	7,30	0	-	-				
2,40	0	-	-	7,40	0	-	-				
2,50	0	-	-	7,50	0	-	-				
2,60	0	-	-	7,60	0	-	-				
2,70	0	-	-	7,70	0	-	-				
2,80	0	-	-	7,80	0	-	-				
2,90	0	-	-	7,90	0	-	-				
3,00	0	-	-	8,00	0	-	-				
3,10	0	-	-	8,10	0	-	-				
3,20	0	-	-	8,20	0	-	-				
3,30	0	-	-	8,30	0	-	-				
3,40	0	-	-	8,40	0	-	-				
3,50	0	-	-	8,50	0	-	-				
3,60	0	-	-	8,60	0	-	-				
3,70	0	-	-	8,70	0	-	-				
3,80	0	-	-	8,80	0	-	-				
3,90	0	-	-	8,90	0	-	-				
4,00	0	-	-	9,00	0	-	-				
4,10	0	-	-	9,10	0	-	-				
4,20	0	-	-	9,20	0	-	-				
4,30	0	-	-	9,30	0	-	-				
4,40	0	-	-	9,40	0	-	-				
4,50	0	-	-	9,50	0	-	-				
4,60	0	-	-	9,60	0	-	-				
4,70	0	-	-	9,70	0	-	-				
4,80	0	-	-	9,80	0	-	-				
4,90	0	-	-	9,90	0	-	-				
5,00	0	-	-	10,00	0	-	-				

**Prova n. 3**  
**Committente C.A.V.**  
**Loc. via Tebano - Faenza (RA)**  
**Data 26 febbraio 2013**  
**Studio Geologico Associato Ortelli**

Prof. m	Colpi	Resistenza Dinamica	Angolo Attrito	Prof. m	Colpi	Resistenza Dinamica	Angolo Attrito	Prof. m	Colpi	Resistenza Dinamica	Angolo Attrito
0,00		in daN/cm <sup>2</sup>	in °								
0,10	0	-	-	5,10	0	-	-	10,10	0	-	-
0,20	0	-	-	5,20	0	-	-	10,20	0	-	-
0,30	7	<b>25,20</b>	<b>37,00</b>	5,30	0	-	-	10,30	0	-	-
0,40	3	<b>10,80</b>	<b>27,00</b>	5,40	0	-	-	10,40	0	-	-
0,50	16	<b>57,60</b>	<b>45,50</b>	5,50	0	-	-	10,50	0	-	-
0,60	8	<b>28,80</b>	<b>37,50</b>	5,60	0	-	-	10,60	0	-	-
0,70	3	<b>10,80</b>	<b>26,00</b>	5,70	0	-	-	10,70	0	-	-
0,80	8	<b>28,80</b>	<b>37,00</b>	5,80	0	-	-	10,80	0	-	-
0,90	5	<b>18,00</b>	<b>32,00</b>	5,90	0	-	-	10,90	0	-	-
1,00	1	<b>3,43</b>	<b>20,00</b>	6,00	0	-	-	11,00	0	-	-
1,10	1	<b>3,43</b>	<b>20,00</b>	6,10	0	-	-	11,10	0	-	-
1,20	2	<b>6,86</b>	<b>20,00</b>	6,20	0	-	-	11,20	0	-	-
1,30	2	<b>6,86</b>	<b>20,00</b>	6,30	0	-	-	11,30	0	-	-
1,40	5	<b>17,14</b>	<b>31,00</b>	6,40	0	-	-	11,40	0	-	-
1,50	7	<b>24,00</b>	<b>34,50</b>	6,50	0	-	-	11,50	0	-	-
1,60	9	<b>30,86</b>	<b>37,00</b>	6,60	0	-	-	11,60	0	-	-
1,70	9	<b>30,86</b>	<b>36,50</b>	6,70	0	-	-	11,70	0	-	-
1,80	9	<b>30,86</b>	<b>36,50</b>	6,80	0	-	-	11,80	0	-	-
1,90	9	<b>30,86</b>	<b>36,50</b>	6,90	0	-	-	11,90	0	-	-
2,00	17	<b>55,64</b>	<b>43,50</b>	7,00	0	-	-	12,00	0	-	-
2,10	28	<b>91,64</b>	<b>47,00</b>	7,10	0	-	-				
2,20	29	<b>94,91</b>	<b>47,00</b>	7,20	0	-	-				
2,30	37	<b>121,09</b>	<b>48,50</b>	7,30	0	-	-				
2,40	32	<b>104,73</b>	<b>47,50</b>	7,40	0	-	-				
2,50	41	<b>134,18</b>	<b>49,00</b>	7,50	0	-	-				
2,60	39	<b>127,64</b>	<b>48,50</b>	7,60	0	-	-				
2,70	51	<b>166,91</b>	<b>50,00</b>	7,70	0	-	-				
2,80	75	<b>245,45</b>	<b>50,00</b>	7,80	0	-	-				
2,90	0	-	-	7,90	0	-	-				
3,00	0	-	-	8,00	0	-	-				
3,10	0	-	-	8,10	0	-	-				
3,20	0	-	-	8,20	0	-	-				
3,30	0	-	-	8,30	0	-	-				
3,40	0	-	-	8,40	0	-	-				
3,50	0	-	-	8,50	0	-	-				
3,60	0	-	-	8,60	0	-	-				
3,70	0	-	-	8,70	0	-	-				
3,80	0	-	-	8,80	0	-	-				
3,90	0	-	-	8,90	0	-	-				
4,00	0	-	-	9,00	0	-	-				
4,10	0	-	-	9,10	0	-	-				
4,20	0	-	-	9,20	0	-	-				
4,30	0	-	-	9,30	0	-	-				
4,40	0	-	-	9,40	0	-	-				
4,50	0	-	-	9,50	0	-	-				
4,60	0	-	-	9,60	0	-	-				
4,70	0	-	-	9,70	0	-	-				
4,80	0	-	-	9,80	0	-	-				
4,90	0	-	-	9,90	0	-	-				
5,00	0	-	-	10,00	0	-	-				

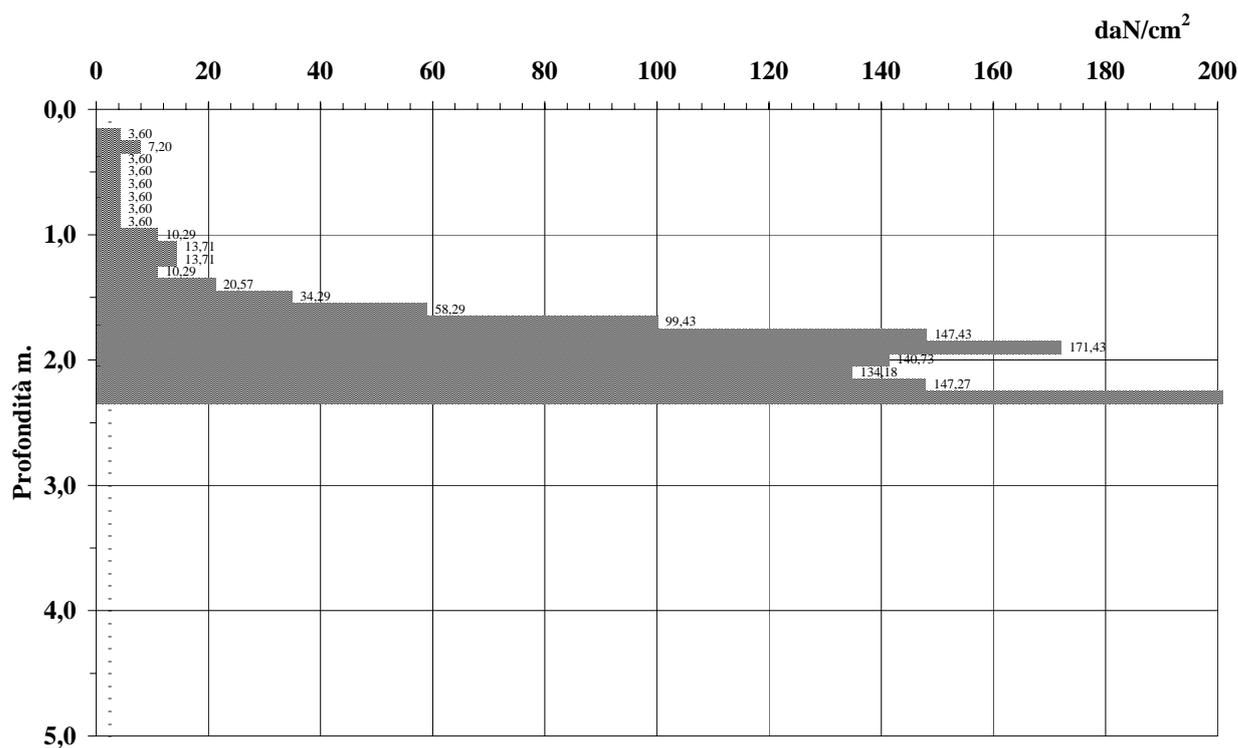
# DIAGRAMMA PENETROMETRICO

■ Prova n. 1  
 Committente C.A.V.  
 Loc. via Tebano - Faenza (RA)  
 Data 26 febbraio 2013  
 Studio Geologico Associato Ortelli



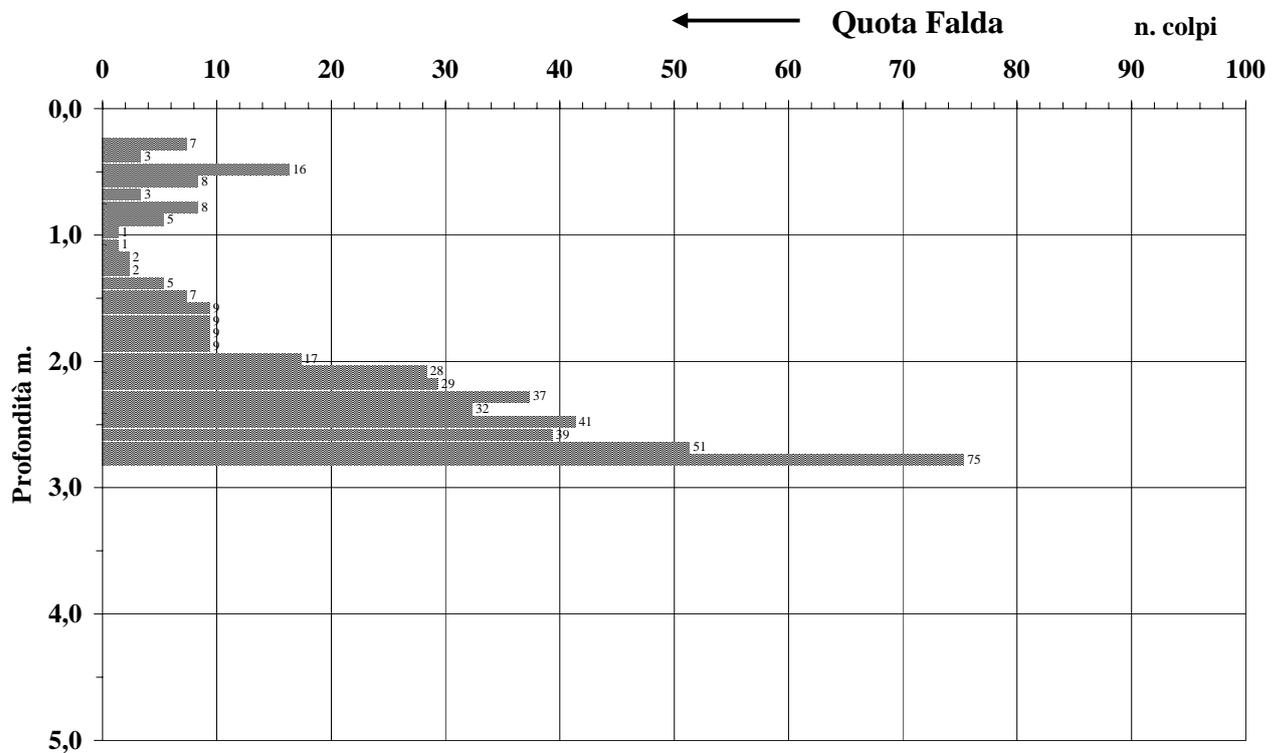
# DIAGRAMMA DELLA RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA

■ Prova n. 1



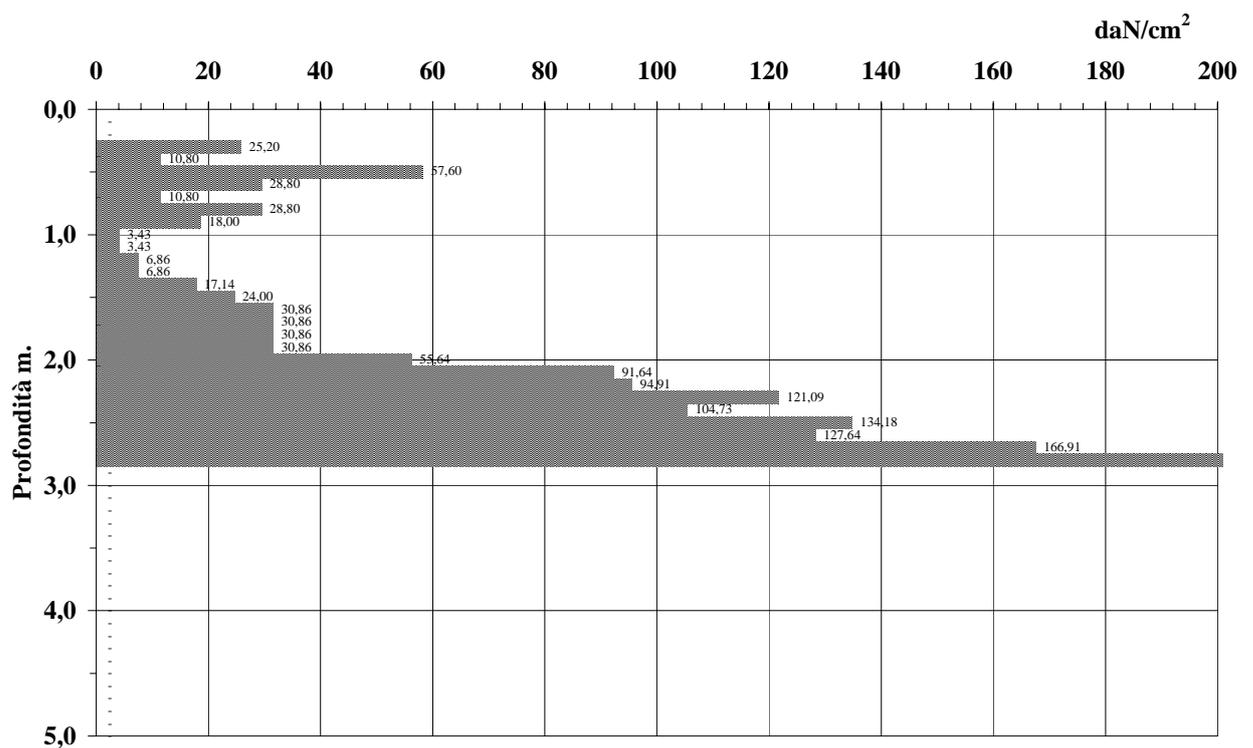
# DIAGRAMMA PENETROMETRICO

■ Prova n. 3  
 Committente C.A.V.  
 Loc. via Tebano - Faenza (RA)  
 Data 26 febbraio 2013  
 Studio Geologico Associato Ortelli



# DIAGRAMMA DELLA RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA

■ Prova n. 3



**Prova n. 1**  
**Committente C.A.V.**  
**Loc. via Tebano - Faenza**  
**Data 21 aprile 2016**  
**Studio Geologico Ortelli**

Prof. m	Colpi	Resistenza Dinamica	Angolo Attrito	Prof. m	Colpi	Resistenza Dinamica	Angolo Attrito	Prof. m	Colpi	Resistenza Dinamica	Angolo Attrito
0.00		in daN/cm <sup>2</sup>	in °								
0.10	11	39.60	43.00	5.10	8	23.04	31.00	10.10	0	-	-
0.20	7	25.20	37.00	5.20	9	25.92	32.00	10.20	0	-	-
0.30	4	14.40	31.00	5.30	11	31.68	34.00	10.30	0	-	-
0.40	4	14.40	30.50	5.40	12	34.56	35.00	10.40	0	-	-
0.50	4	14.40	30.50	5.50	14	40.32	36.00	10.50	0	-	-
0.60	3	10.80	26.00	5.60	16	46.08	37.00	10.60	0	-	-
0.70	4	14.40	30.00	5.70	19	54.72	38.50	10.70	0	-	-
0.80	5	18.00	32.50	5.80	25	72.00	41.50	10.80	0	-	-
0.90	6	21.60	34.50	5.90	24	69.12	41.00	10.90	0	-	-
1.00	5	17.14	32.00	6.00	0	-	-	11.00	0	-	-
1.10	6	20.57	33.50	6.10	0	-	-	11.10	0	-	-
1.20	7	24.00	35.00	6.20	0	-	-	11.20	0	-	-
1.30	7	24.00	35.00	6.30	0	-	-	11.30	0	-	-
1.40	6	20.57	33.00	6.40	0	-	-	11.40	0	-	-
1.50	5	17.14	31.00	6.50	0	-	-	11.50	0	-	-
1.60	6	20.57	33.00	6.60	0	-	-	11.60	0	-	-
1.70	6	20.57	32.50	6.70	0	-	-	11.70	0	-	-
1.80	7	24.00	34.00	6.80	0	-	-	11.80	0	-	-
1.90	10	34.29	37.50	6.90	0	-	-	11.90	0	-	-
2.00	7	22.91	34.00	7.00	0	-	-	12.00	0	-	-
2.10	4	13.09	27.50	7.10	0	-	-				
2.20	3	9.82	23.50	7.20	0	-	-				
2.30	3	9.82	23.00	7.30	0	-	-				
2.40	5	16.36	29.50	7.40	0	-	-				
2.50	10	32.73	36.50	7.50	0	-	-				
2.60	6	19.64	31.00	7.60	0	-	-				
2.70	4	13.09	26.50	7.70	0	-	-				
2.80	4	13.09	26.00	7.80	0	-	-				
2.90	2	6.55	20.00	7.90	0	-	-				
3.00	5	15.65	29.00	8.00	0	-	-				
3.10	4	12.52	25.50	8.10	0	-	-				
3.20	3	9.39	22.00	8.20	0	-	-				
3.30	4	12.52	25.50	8.30	0	-	-				
3.40	3	9.39	22.00	8.40	0	-	-				
3.50	2	6.26	20.00	8.50	0	-	-				
3.60	3	9.39	22.00	8.60	0	-	-				
3.70	4	12.52	25.00	8.70	0	-	-				
3.80	3	9.39	21.50	8.80	0	-	-				
3.90	3	9.39	21.50	8.90	0	-	-				
4.00	2	6.00	20.00	9.00	0	-	-				
4.10	2	6.00	20.00	9.10	0	-	-				
4.20	4	12.00	24.50	9.20	0	-	-				
4.30	3	9.00	21.00	9.30	0	-	-				
4.40	4	12.00	24.50	9.40	0	-	-				
4.50	5	15.00	27.00	9.50	0	-	-				
4.60	6	18.00	29.00	9.60	0	-	-				
4.70	6	18.00	28.50	9.70	0	-	-				
4.80	7	21.00	30.00	9.80	0	-	-				
4.90	7	21.00	30.00	9.90	0	-	-				
5.00	7	20.16	30.00	10.00	0	-	-				

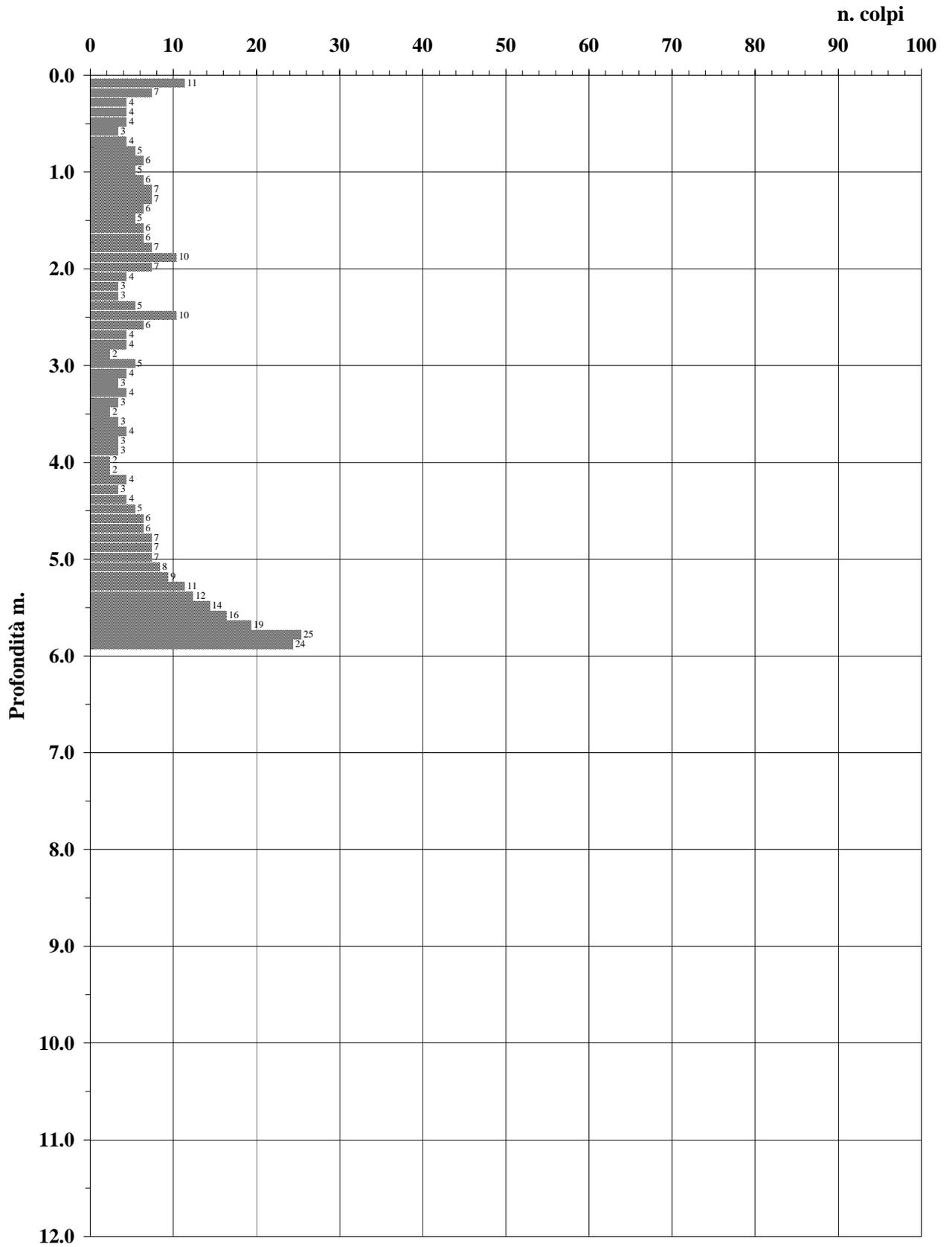
**Prova n. 5**  
**Committente C.A.V.**  
**Loc. via Tebano - Faenza**  
**Data 21 aprile 2016**  
**Studio Geologico Ortelli**

Prof. m	Colpi	Resistenza Dinamica	Angolo Attrito	Prof. m	Colpi	Resistenza Dinamica	Angolo Attrito	Prof. m	Colpi	Resistenza Dinamica	Angolo Attrito
0.00		in daN/cm <sup>2</sup>	in °								
0.10	5	18.00	34.00	5.10	0	-	-	10.10	0	-	-
0.20	3	10.80	27.50	5.20	0	-	-	10.20	0	-	-
0.30	2	7.20	20.00	5.30	0	-	-	10.30	0	-	-
0.40	1	3.60	20.00	5.40	0	-	-	10.40	0	-	-
0.50	1	3.60	20.00	5.50	0	-	-	10.50	0	-	-
0.60	2	7.20	20.00	5.60	0	-	-	10.60	0	-	-
0.70	1	3.60	20.00	5.70	0	-	-	10.70	0	-	-
0.80	0.1	0.36	-	5.80	0	-	-	10.80	0	-	-
0.90	0.1	0.36	-	5.90	0	-	-	10.90	0	-	-
1.00	4	13.71	29.50	6.00	0	-	-	11.00	0	-	-
1.10	3	10.29	25.00	6.10	0	-	-	11.10	0	-	-
1.20	4	13.71	29.00	6.20	0	-	-	11.20	0	-	-
1.30	2	6.86	20.00	6.30	0	-	-	11.30	0	-	-
1.40	1	3.43	20.00	6.40	0	-	-	11.40	0	-	-
1.50	2	6.86	20.00	6.50	0	-	-	11.50	0	-	-
1.60	3	10.29	24.50	6.60	0	-	-	11.60	0	-	-
1.70	2	6.86	20.00	6.70	0	-	-	11.70	0	-	-
1.80	3	10.29	24.00	6.80	0	-	-	11.80	0	-	-
1.90	5	17.14	30.50	6.90	0	-	-	11.90	0	-	-
2.00	4	13.09	27.50	7.00	0	-	-	12.00	0	-	-
2.10	4	13.09	27.50	7.10	0	-	-				
2.20	5	16.36	30.00	7.20	0	-	-				
2.30	5	16.36	30.00	7.30	0	-	-				
2.40	4	13.09	27.00	7.40	0	-	-				
2.50	4	13.09	27.00	7.50	0	-	-				
2.60	4	13.09	26.50	7.60	0	-	-				
2.70	5	16.36	29.00	7.70	0	-	-				
2.80	5	16.36	29.00	7.80	0	-	-				
2.90	5	16.36	29.00	7.90	0	-	-				
3.00	3	9.39	22.50	8.00	0	-	-				
3.10	4	12.52	25.50	8.10	0	-	-				
3.20	4	12.52	25.50	8.20	0	-	-				
3.30	4	12.52	25.50	8.30	0	-	-				
3.40	2	6.26	20.00	8.40	0	-	-				
3.50	2	6.26	20.00	8.50	0	-	-				
3.60	3	9.39	22.00	8.60	0	-	-				
3.70	3	9.39	21.50	8.70	0	-	-				
3.80	3	9.39	21.50	8.80	0	-	-				
3.90	3	9.39	21.50	8.90	0	-	-				
4.00	3	9.00	21.50	9.00	0	-	-				
4.10	5	15.00	27.00	9.10	0	-	-				
4.20	3	9.00	21.50	9.20	0	-	-				
4.30	5	15.00	27.00	9.30	0	-	-				
4.40	5	15.00	27.00	9.40	0	-	-				
4.50	3	9.00	21.00	9.50	0	-	-				
4.60	3	9.00	21.00	9.60	0	-	-				
4.70	2	6.00	20.00	9.70	0	-	-				
4.80	4	12.00	24.00	9.80	0	-	-				
4.90	13	39.00	36.00	9.90	0	-	-				
5.00	75	216.00	50.00	10.00	0	-	-				

# DIAGRAMMA PENETROMETRICO

■ Prova n. 1  
 Committente C.A.V.  
 Loc. via Tebano - Faenza  
 Data 21 aprile 2016  
 Studio Geologico Ortelli

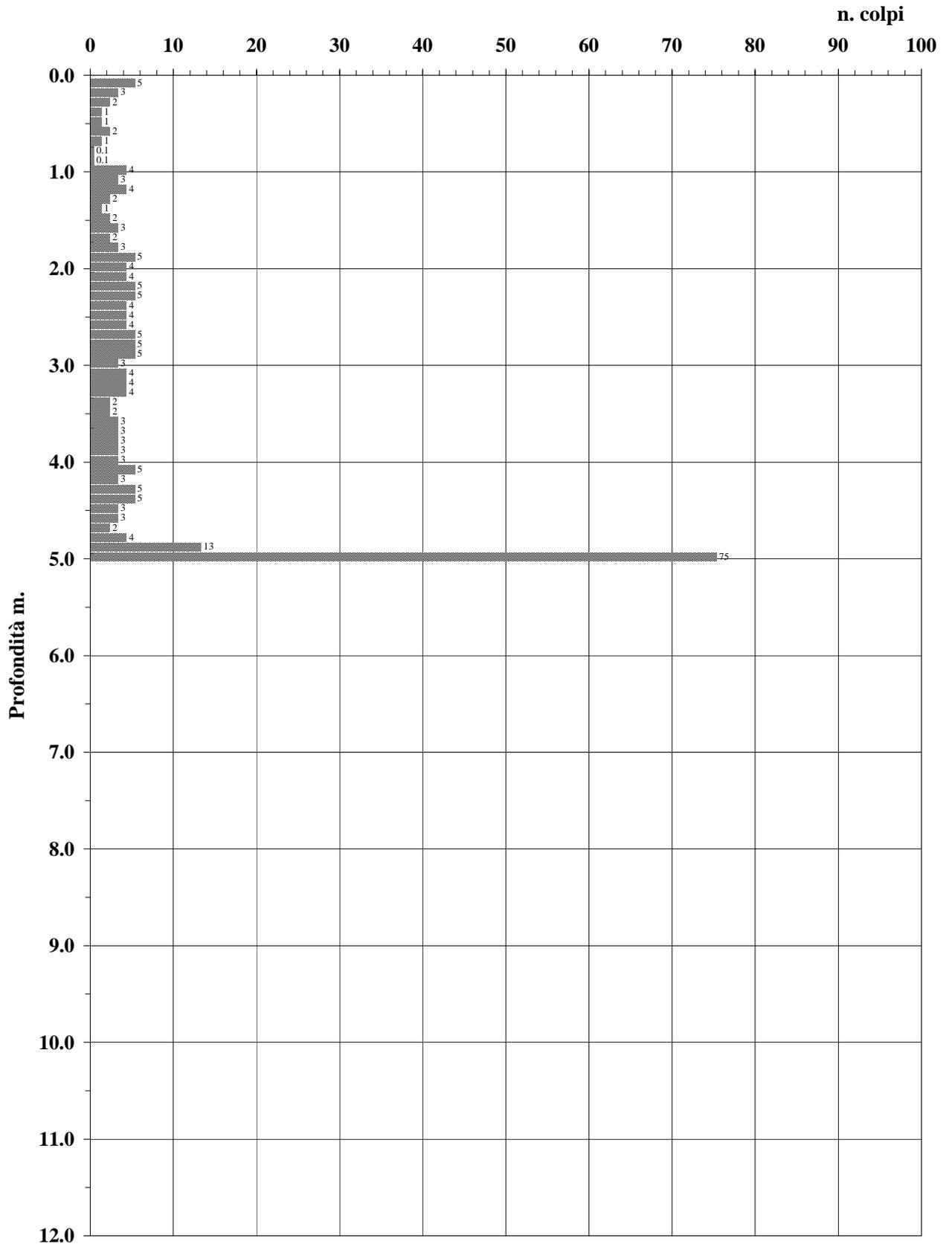
← Quota Falda



# DIAGRAMMA PENETROMETRICO

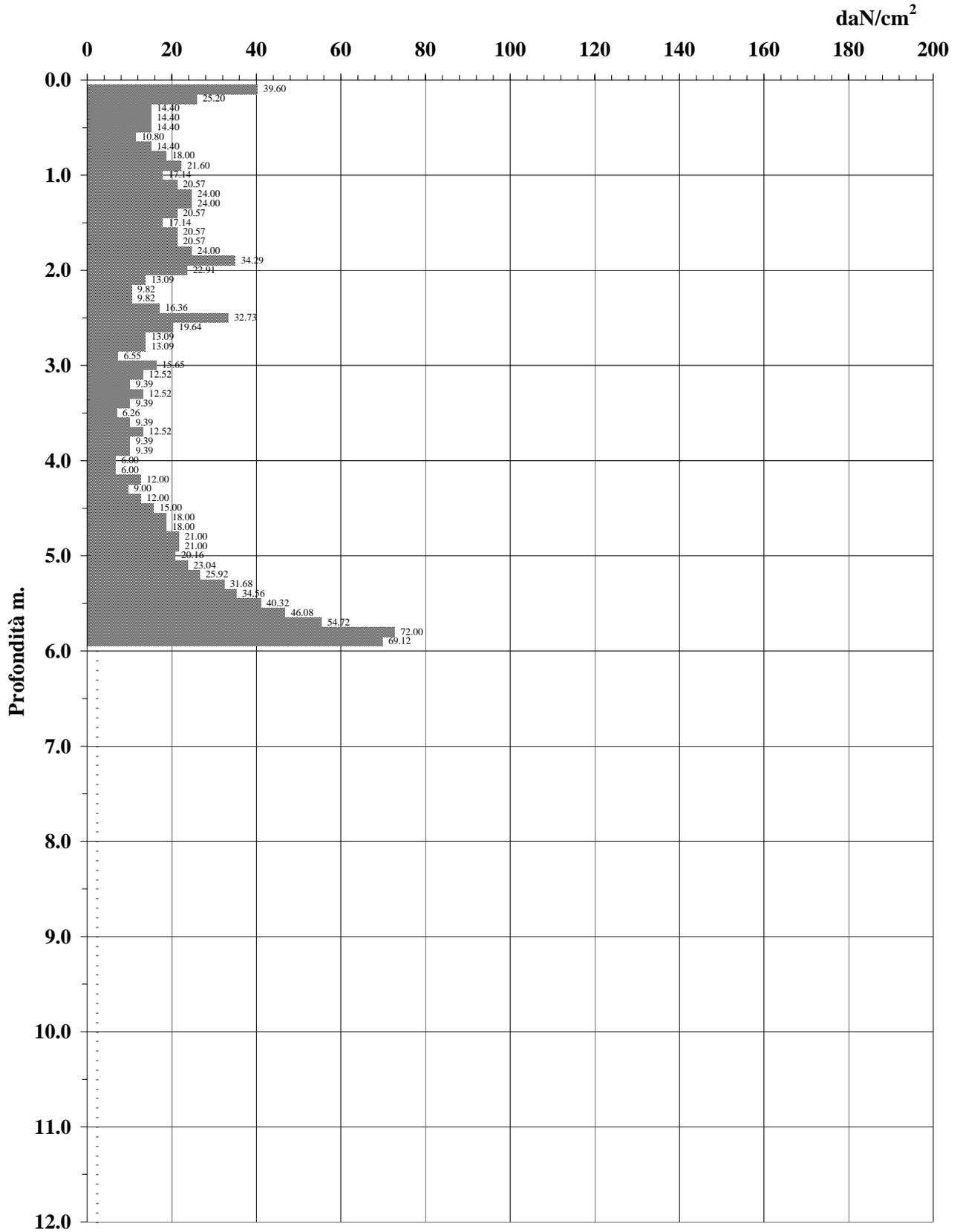
■ Prova n. 5  
 Committente C.A.V.  
 Loc. via Tebano - Faenza  
 Data 21 aprile 2016  
 Studio Geologico Ortelli

← Quota Falda



# DIAGRAMMA DELLA RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA

■ Prova n. 1



# DIAGRAMMA DELLA RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA

■ Prova n. 5

