



Via Bon Brenzoni 13  
37060 Mozzecane VR  
T 045 6340448 F 045 6348854  
Info@faccioligabrielli.com  
www.faccioligabrielli.com

comune **Valeggio sul Mincio -  
Verona**

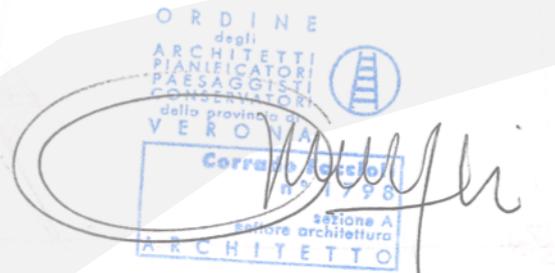
oggetto **Piano Urbanistico Attuativo denominato Le Coste  
Via Santa Lucia - 37067 Valeggio sul Mincio - Verona**

proprietà **Bedoni Alberto e Maria Teresa  
Via Sibari Verona VR Italia**

progettazione  
e direzione lavori

**Hermes Gabrielli Architetto**  
CF: GBR HMS 73L21 L949U

**Corrado Faccioli Architetto**  
CF: FCC CRD 75H19 L949V



Titolo Tavola  
**Relazione Geologica**

**A.04**

Scala Disegno

Data: **18/04/18**

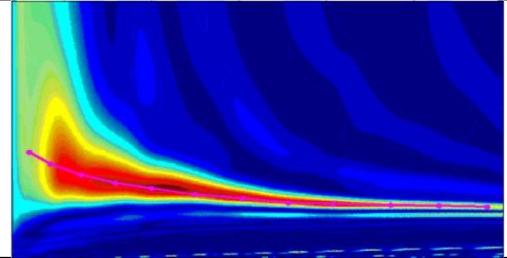
Note:

**Dr. Geol. Alberto Tonini**

Via Duca degli Abruzzi n°34-2 Mozzecane VERONA

Mail: alberto.geologo.tonini@gmail.com - Cell. 329 4150208

PEC: alberto.tonini@epap.sicurezzapostale.it



**REGIONE VENETO  
PROVINCIA DI VERONA  
COMUNE DI VALEGGIO SUL MINCIO**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI  
PRIMA URBANIZZAZIONE IN LOCALITA' SANTA LUCIA AI  
MONTI**

*Dr. Geol. Alberto Tonini*



Committente: Bedoni Alberto – Bedoni Maria Teresa

Cantiere: Piano Urbanistico Attuativo approvato con  
DCC n°13 del 20/03/2017 denominato “Le Coste” –  
Scheda n°123 art. 9 NTO

Località: Coste Faggiuoli – Valeggio sul Mincio VR

**RELAZIONE GEOLOGICA**

INDICE

1. Premessa	3
2. Quadro normativo di riferimento	3
3. Inquadramento geografico	3
4. Inquadramento geologico	3
5. Inquadramento geomorfologico	4
5.1 Aspetti pedologici	4
6. Inquadramento idrologico ed idrogeologico	5
7. Analisi dei vincoli	5
8. Indagini effettuate sui terreni e sulle rocce	5
8.1 Indagine freaticometrica	5
8.2 Prova di permeabilità Lefranc in pozzetto cilindrico	6
8.3 Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW)	8
8.4 Prospezione sismica passiva (HVSr)	11
9. Risultati delle indagini effettuate sui terreni - rocce	12
9.1 caratterizzazione geologica e geotecnica dei vari livelli litologici	12
9.2 Livello della falda freatica	12
9.3 Prova di permeabilità Lefranc	12
9.4 Risultati dell'Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW)	13
9.5 Risultati indagine sismica passiva (HVSr)	14
10. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA	15
10.1 Sismicità del territorio	15
10.2 Risposta sismica locale	16
10.2.1 Caratterizzazione sismica dei suoli con il metodo HVSr	17
11 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	17
12 CONCLUSIONI	18
APPENDICE DOCUMENTALE	19

## 1. Premessa

Lo scrivente geologo è stato incaricato dai Sigg. Bedoni Alberto e Maria Teresa di valutare le possibili penalità geologiche che s'ipotizza possano influenzare la realizzazione delle opere di prima urbanizzazione relative al Piano Urbanistico Attuativo approvato con DCC n°13 del 20/03/2017 denominato "Le Coste" – Scheda n°123 art. 9 NTO, ubicati in località Santa Lucia ai Monti nel comune di Valeggio sul Mincio. Il progetto prevede la realizzazione della sede stradale, della posa dei sottoservizi, della partizione dei lotti, e della sistemazione idraulica dell'area. I materiali con cui verranno realizzate tali opere verranno scelti prestando particolare attenzione a che non ostacolino il drenaggio superficiale. È prevista inoltre la realizzazione di un bacino di laminazione atto a compensare l'infiltrazione d'acqua insistente sulle coperture nel rispetto dell'invarianza idraulica.

## 2. Quadro normativo di riferimento

La stesura della seguente relazione è stata eseguita nel rispetto delle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

- **D.M. 14 Gennaio 2008** "Norme tecniche per le costruzioni".
- **CIRCOLARE 2 FEBBRAIO 2009, N. 617** "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- **Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri, 20 Marzo 2003, n. 3274** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica".
- **Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri, 28 Aprile 2006, n. 3519** "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- **Associazione Geotecnica Italiana; giugno 1977** "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".
- **Decreto Legislativo n°152 del 03 aprile 2006** "Testo Unico Ambientale".

## 3. Inquadramento geografico

L'area in esame è ubicata in Veneto, in provincia di Verona, e più precisamente nel territorio comunale di Valeggio sul Mincio. Esso si colloca a nordest del principale abitato di Valeggio sul Mincio e a sudovest dell'abitato di Santa Lucia ai Monti. A Sud del sito è evidente il Monte Mamaor, e a sudest il Monte Vento, su cui giace l'abitato di Custoza, appartenente al comune di Sommacampagna. Dal punto di Vista idrografico è visibile a nordest il Torrente Tione, il quale compie un ampio meandro a lobo semichiuso con culmine verso nordest. All'interno di tale ansa fluviale si colloca il Monte Cornone, colle che raggiunge un'altitudine di circa 118 metri sul livello del mare. Il contesto territoriale è di tipo collinare, e precedentemente il terreno era coltivato a vigneto, come del resto è molto diffuso in tutto il territorio circostante, essendo l'area indicata come Geografica Tipica del Vino Custoza.

## 4. Inquadramento geologico

Le informazioni utili al fine di delineare un quadro geologico – stratigrafico della zona sono state dedotte dall'osservazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e dalla stratigrafia del pozzo AGIP "Villafranca 1" eseguito in occasione della campagna di ricerca idrocarburi terminata nei primi anni '70.

Nel primo caso è apparsa evidente la presenza di depositi ghiaiosi e sabbiosi con intercalazioni di livelli argillosi fino ad una profondità di 383 m dal piano campagna. Successivamente s'incontrano depositi sabbiosi con intercalazioni argillose – siltose e rari orizzonti torbosi. In seguito è riscontrabile la presenza di sabbia ed argilla spesso siltosa con un banco di conglomerato alla base fino ad una profondità di 762 metri. Dall'osservazione del foglio 48 "Peschiera" della Carta Geologica d'Italia è apparsa evidente la presenza di alluvioni glaciali e fluvioglaciali ghiaiose ricoperte da terreno argilloso rossastro, riconducibili al Riss Recente.

## **5. Inquadramento geomorfologico**

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame è caratterizzata da una morfologia collinare a rilievi molto dolci, tipica delle aree caratterizzate da depositi morenici frontali. È infatti questo il caso dell'anfiteatro morenico gardesano in cui s'inserisce la porzione di territorio in questione.

Lo scioglimento dei ghiacciai Rissiani ha favorito l'instaurarsi di torrenti nelle aree più depresse, tra i quali il più prossimo è il Tione, il quale si esprime a nordest del sito in questione attraverso un ampio meandro leggermente bilobato, il quale racchiude il Monte Cornone, anch'esso di origine morenica. L'area oggetto di studio si trova in una posizione prossimale, ma rialzata rispetto al corso normale del torrente, quindi risulta pressoché nullo il rischio che la fuoriuscita delle acque dal torrente in condizioni di piena eccezionale si riversi in tale area.

L'osservazione di tale assetto oro – idrografico porta a presupporre uno spostamento del Torrente Tione verso sudovest in conseguenza di un abbassamento tettonico della porzione occidentale di territorio rispetto alla più resistente piattaforma di Trento.

### **5.1 Aspetti pedologici**

Per individuare le tipologie di suolo presenti nell'area si è fatto riferimento al lavoro eseguito nel 2004 in occasione della redazione del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente della Provincia di Verona da parte dell'Amministrazione Provinciale scaligera e dell'ARPAV. Da tale lavoro emerge che l'area in questione appartiene alla provincia di suoli GG anfiteatri morenici pleistocenici costituiti da lunghe ed arcuate colline, intervallate da depositi fluvioglaciali e fluviali. Più nello specifico è possibile inquadrare tali suoli nel sistema GG1, caratterizzati da suoli presenti sui principali cordoni morenici da moderatamente a ben rilevati sulla piana proglaciale esterna o sulle piane interne, costituite da depositi glaciali e secondariamente da depositi di contatto e fluvioglaciali. Tali livelli pedogenizzati risultano essere sottili, ghiaiosi ed a bassa differenziazione del profilo (*Endoskeletal Regosols*), su superfici antropizzate (terrazzamenti).

Dal punto di vista climatico, fattore chiave che influenza la pedogenesi, le precipitazioni medie annue sono comprese tra 800 e 110 mm, con prevalente distribuzione in primavera ed in autunno; le temperature medie sono comprese tra 12 e 13° C. I suoli in questione vengono prevalentemente coltivati a vigneto e seminativi.

## 6. Inquadramento idrologico e idrogeologico

L'area in esame risente, dal punto di vista idrogeologico, dell'influenza del sistema idraulico-agrario del Mincio. Esso comprende tutto il territorio di media e bassa pianura, ubicato per la maggior parte in provincia di Mantova. E' percorso per circa 75 km dal fiume Mincio, unico emissario del Lago di Garda, che, attraversate le colline moreniche, scende nella Pianura Padana; dopo un percorso di circa 40 km si allarga in un delta paludoso per formare in serie i laghi di Mantova ed immettersi quindi nel Po, a valle di Governolo, in provincia di Mantova. Il bacino si estende per circa 130 kmq. Analogamente alla maggior parte dei bacini di pianura, è caratterizzato da una rete idrografica abbastanza complessa. Ciò è dovuto anche all'articolata maglia di canali e condotte di irrigazione realizzata con la grande sistemazione idraulica Adige-Garda-Mincio-Tartaro-Canal Bianco-Po di Levante (Bagolini, 2013).

La morfologia della superficie di questa falda riprende le forme del territorio soprastante, anche se risulta addolcita nei punti di brusca variazione di quota (scarpate, terrazzi fluviali, ecc). La situazione idrogeologica nei livelli più profondi è stata ricostruita sulla base della documentazione proveniente dalle numerose perforazioni per pozzi effettuate nell'area per impiegare l'acqua di falda ad uso potabile, industriale ed irriguo. Questi rilevamenti geognostici, anche se puntuali, hanno permesso di correlare i vari litotipi, e quindi di trarre alcune considerazioni sul regime idrico sotterraneo.

Le serie stratigrafiche riprendono quello che potremmo definire il tema caratteristico dell'ambiente morenico. Dal loro esame si evidenzia chiaramente un sistema multifalde legato all'alternanza di livelli ad alta e bassa permeabilità, che si sviluppa in una serie di acquiferi di vario spessore e posti a differenti profondità. In particolare possiamo distinguere:

- una falda freatica superficiale, alimentata da precipitazioni ed irrigazioni esterne, di media potenzialità, con acque di scarsa qualità, che ne determinano uno scarso utilizzo.
- questa è sovrapposta ad acquiferi artesiani sfruttati tra 50 e 150 metri di profondità, di buona potenzialità e qualità, alimentati dal bacino imbrifero a monte. Essi sono protetti da inquinamenti superficiali grazie ai sedimenti a bassa permeabilità (Bagolini 2013, confermato da Sorbini-De Zanche 1973).

Il comprensorio dell'ex Consorzio di Bonifica Agro Veronese Tartaro Tione è delimitato a nord-ovest dal Canale diramatore Sommacampagna con direttrice Chievo-Sommacampagna-Valeggio sul Mincio, a nord-est dal fiume Adige nel tratto da Verona a San Giovanni Lupatoto e prosegue verso sud lungo il confine con il Consorzio di Bonifica Valli Grandi e Medio Veronese sino al Canal Bianco che ne delimita il confine più meridionale, a sud-ovest il comprensorio segue il limite provinciale tra Verona e Mantova.

La regimazione idraulica del territorio in questione è caratterizzata dalla raccolta dell'acqua meteorica in eccesso ricadente nel comprensorio che interessa i vari appezzamenti di terreno, e la regolazione dei flussi verso gli stessi nel periodo irriguo (Consorzio di Bonifica Veronese, 2013).

## 7. Analisi dei vincoli

Dall'osservazione del PAT del Comune di Valeggio sul Mincio risulta evidente che il sito oggetto di studio non è soggetto a nessun vincolo. La fascia di rispetto fluviale per la

presenza del Torrente Tione segna il suo limite a 150 metri dall'area in esame, e comunque i fabbricati si trovano ad una quota superiore rispetto al corso del Tione. In base ai tabulati di progetto è possibile osservare che l'inserimento dei due fabbricati rispetta la fascia di rispetto stradale, corrispondente a 25 metri lineari, ed una distanza da rustici esistenti la quale non deve superare i 200 metri lineari. Per un riscontro su quanto suddetto vedere l'allegato 3 in appendice documentale.

## **8. INDAGINI EFFETTUATE SUI TERRENI**

Per delineare un quadro rappresentativo dell'assetto geologico – geotecnico – idrogeologico dell'area in relazione alla tipologia di opere in progetto, sono stati eseguiti 4 (quattro) scavi con pala meccanica, spinti ad una profondità di 3,50 metri dal piano campagna.

All'interno di ciascun perforo è stato misurato, laddove presente, il livello della frangia freatica con l'utilizzo di idoneo freatimetro.

In corrispondenza del sondaggio denominato S1 è stata effettuata una prova di permeabilità Lefranc, in quanto in quel punto s'ipotizza l'ubicazione del bacino di laminazione, atto a disperdere le acque in eccesso indotte dalle opere di urbanizzazione.

### **8.1 Indagine freatimetrica**

L'individuazione del livello della falda freatica si determina attraverso uno strumento denominato freatimetro. Lo strumento consiste di un sensore elettrico collegato ad un rivelatore sonoro – luminoso tramite un filo elettrico che funge anche da cordella metrica.

Il sondino a contatto con l'acqua attiva il segnale sonoro – luminoso e permette all'operatore di leggere il valore di soggiacenza della falda tramite la cordella metrica integrata nel filo elettrico. Dall'interpolazione dei vari livelli letti in corrispondenza delle verticali d'indagine è possibile delineare lo schema di drenaggio locale, riferito al cantiere in esame ed al suo immediato intorno.

### **8.2 Prova di Permeabilità Lefranc in pozzetto cilindrico**

Allo scopo di delineare l'assetto idraulico del sito è stata eseguita una prova di permeabilità Lefranc in pozzetto cilindrico.

Le prove in pozzetto consentono di determinare in modo molto semplice la permeabilità di un terreno superficiale al di sopra del livello della falda idrica. Operativamente si realizza uno scavo, lo si riempie d'acqua e si valuta la portata necessaria per mantenere un livello costante (prove a carico costante) o si valuta l'abbassamento dell'acqua all'interno dello scavo (prove a carico variabile). Il pozzetto di prova può essere di forma quadrata o circolare e le dimensioni possono essere scelte basandosi sugli strumenti di scavo disponibili.

Basandosi sulla documentazione disponibile in rete ed in bibliografia, in questi casi si può suggerire comunque un lato del pozzetto di almeno 30-40 cm. La profondità del pozzetto è a discrezione dell'operatore. Occorre comunque evitare di avvicinarsi eccessivamente alla superficie di falda perché, secondo le raccomandazioni AGI, deve risultare:

$$H \geq 7h$$

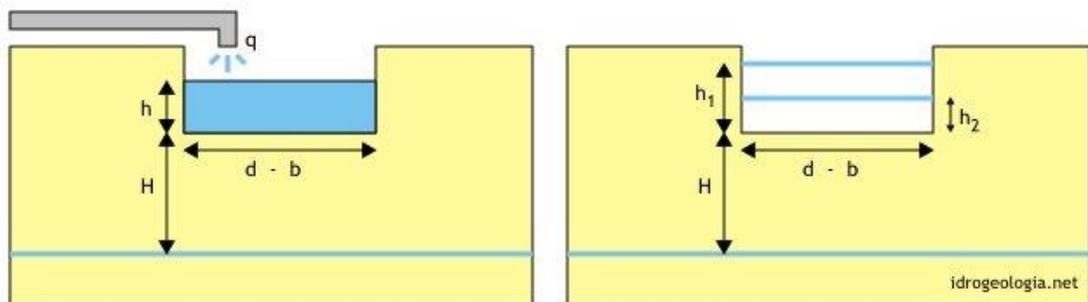
Nel caso di prove a carico variabile (fig. 1) il vincolo diviene:

$$\frac{h_1+h_2}{2} = H_m; H_m \text{ maggiore o uguale a } 7$$

Sempre secondo le raccomandazioni AGI devono essere valide anche le condizioni per le prove a carico variabile:

$$h_m > d/4$$

Prima di eseguire la prova il terreno deve essere preventivamente saturato mediante immissione d'acqua e si deve stabilire un regime di flusso permanente.



**Figura 1. A sinistra: prova di permeabilità in pozzetto a carico costante; a destra: prova di permeabilità in pozzetto a carico variabile (www.idrogeologia.net).**

La formula utilizzata per il sito in esame è la seguente, valida per pozzetto cilindrico:

$$k = \frac{d}{32} \cdot \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1}{h_m}$$

Nella prova a carico costante si misura la portata  $q$  necessaria per mantenere nel pozzetto un livello dell'acqua uguale ad  $h$ . Nella prova a carico variabile si porta il livello dell'acqua alla quota  $h_1$  e poi si misura in quanto tempo l'acqua scende al livello  $h_2$ . Per risalire al coefficiente di permeabilità, avendo utilizzato il pozzetto cilindrico:

In cui per ciascuna variabile s'intende:

$d$ : diametro del pozzetto;

$b$ : lato del pozzetto a base quadrata;

$h_m$ : altezza media dell'acqua nel pozzetto durante la prova a carico variabile;

$h_1$  e  $h_2$ : altezze dell'acqua nel pozzetto, misurate dalla base del pozzetto, all'inizio e alla fine della prova a carico variabile;

$t_2 - t_1$ : durata della prova a carico variabile.

Nelle formule tutte le distanze sono espresse in metri, i tempi in secondi e le portate in  $\text{m}^3/\text{sec}$ . Il valore risultante della permeabilità è espresso quindi in metri/sec.

### 8.3 Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW)

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi:

- 1) L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- 2) la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- 3) l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$ .

Per ottenere un profilo  $V_s$  bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori approssimati per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale  $V_s$  dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (*back scattered*) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato

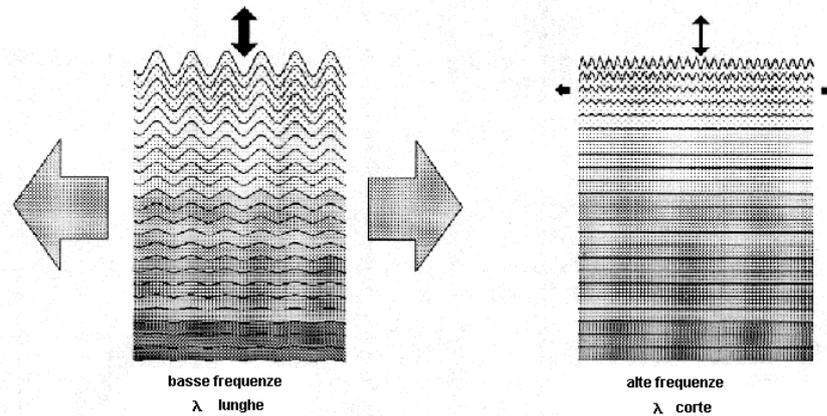
comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (*back scattered*) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili ( $x; y$ ), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso la tomografia MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo  $V_s$  di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione. MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza (<10Hz).



L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S ( $V_s$ ) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sismografo EEG BR24 24 canali;
- 24 geofoni a 4.5Hz;
- una mazza da 5 Kg.



**Figura 2. Disposizione dell'indagine MASW.**

#### 8.4 Prospezione sismica passiva – Metodo HVSR

La metodologia sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio) misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terrestre, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, microterremoti, vento) e dall'attività antropica. Il rumore sismico ambientale viene anche chiamato *microtremore* in quanto costituito da oscillazioni di piccolissima ampiezza se confrontate con quelle associate ai terremoti.

La denominazione di sismica passiva dipende dal fatto che il rumore non viene generato *artificialmente*, come nelle energizzazione della sismica attiva, ma è presente naturalmente.

In qualsiasi luogo pianeggiante sono sempre presenti delle vibrazioni associate alle onde oceaniche con dei picchi a 0,14 e 0,07 Hz. A questo comportamento spettrale di "fondo", sempre presente in varia forma, e soggetto a scarsissima attenuazione, si sovrappongono le sorgenti locali dovute alle attività antropiche (traffico, macchinari ecc..) e naturali. L'effetto di queste sorgenti locali è soggetto ad attenuazioni sempre maggiori all'aumentare della frequenza, dovute all'assorbimento anelastico associato all'attrito interno delle rocce e dei terreni.

La metodologia HVSR è stata introdotta da Nakamura (1989) per la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale, elementi di grande utilità per l'ingegneria sismica.

La frequenza fondamentale di risonanza ( $F$ ) dello strato di terreno  $n$  è data dalla formula:

$$F_n = V_s / 4 h$$

in cui  $V_s$  è la velocità media delle onde S nello strato  $N$  ed  $h$  è lo spessore.

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità è in grado di fornire previsioni sullo spessore  $h$  degli strati.

Viceversa, nota la stratigrafia è teoricamente possibile fornire una valutazione approssimativa della velocità delle onde S nei singoli strati.



Figura 3. Sismografo EEG con geofono triassiale in fase di acquisizione.

## 9. RISULTATI DELLE PROVE EFFETTUATE SUI TERRENI - ROCCE

### 9.1 Caratterizzazione geologica e geotecnica dei vari livelli litologici

L'elaborazione di un modello stratigrafico del sito è stato ottenuto per mezzo di 4 scavi esplorativi, eseguiti per mezzo di scavatore meccanico.

Nel presente lavoro l'interpretazione stratigrafica della sezione di sottosuolo investigata è stata condotta osservando le litologie risultanti dagli sbancamenti.

Sulla base dei dati restituiti dalle indagini di cui sopra, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di dettaglio del sottosuolo dell'area, per la quale si può fare riferimento al seguente schema:

**A – Terreno vegetale – limi argillosi:** questo strato si estende dal piano campagna ad una profondità di 0,80 – 1,00 metri; dal punto di vista litologico è costituito essenzialmente da terreni a tessitura medio – fine, da mediamente a molto consistenti. Il comportamento è prevalentemente coesivo.

**B – ghiaia sabbiosa – sabbia ghiaiosa:** questo strato è stato riscontrato sino alla profondità di 3,50 metri dal piano campagna attuale; dal punto di vista litologico tale unità è costituita in prevalenza da sedimenti a tessitura da medio – fine a medio grossolana, a comportamento prevalentemente granulare. Dal punto di vista meccanico, i litotipi risultano da moderatamente a molto addensati.

**C – Limo sabbioso:** questo strato si sviluppa da 2,60 a 3,50 metri di profondità dal piano campagna attuale in corrispondenza del sondaggio S2; dal punto di vista litologico tale unità è costituita prevalentemente da sedimenti a tessitura da medio – fine, incoerenti. Dal punto di vista meccanico, i depositi risultano perlopiù molto addensati.

### 9.2 Livello della falda freatica

Al termine di ciascuna prova penetrometrica è stato verificato e misurato il livello della falda freatica, il cui valore va riferito al periodo di esecuzione delle indagini (marzo 2018). Per quanto riguarda il cantiere in esame non è stato individuato alcun livello freatico, per cui si ritiene improbabile l'interferenza della frangia freatica con le opere di fondazione. Buona norma sarebbe eseguire uno scavo pilota per verificare l'esistenza di possibili livelli saturi e probabili fenomeni di filtrazione idrica all'interno degli scavi. Inoltre sarà importante garantire tempi di apertura degli scavi molto ridotti.

### 9.3 Prova di permeabilità Lefranc

Dalla prova di permeabilità effettuata si sono riscontrati gli abbassamenti riportati in tabella, registrati a tempi stabiliti, dopo opportuna saturazione con acqua del terreno presente nelle immediate vicinanze del tubo.

Tempo	Abbassamento (m)
0	0,20
30''	0,35
1'	0,40
1'30''	0,50
2'	0,60
2'30''	0,63
3'	0,66
3'30''	0,74
4'	0,76
4'30''	0,79
5'	0,83
5'30''	0,85
6'	0,88
6'30''	0,90
7'	0,92

Inserendo i valori elaborati all'interno della formula esposta nei principi teorici, il valore del coefficiente di permeabilità diviene:

Diametro (m)	0,12
Dislivello (m)	0,72
Intervallo di tempo (s)	420
Dislivello medio $h_m$	0,36
<b>Coefficiente di permeabilità (m/s)</b>	<b><math>1,78 \cdot 10^{-5}</math></b>

Il valore della permeabilità ricavato è assimilabile a quello di una sabbia grossolana, fatto che trova riscontro con quanto osservato in occasione della campagna geognostica.

#### 9.4 Risultati dell'Analisi Multicanale delle Onde Superficiali (MASW)

L'allegato 5 riporta i risultati delle prove MASW.

Nel riquadro in alto a sinistra è riportata l'immagine di dispersione dell'energia sismica. Al di sotto è riportata l'estrazione della curva di dispersione eseguita sull'immagine precedente.

Ancora sotto sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sia sotto forma di stratificazione  $V_s$  (spezzata di colore blu) che di Modulo di Taglio (spezzata verde). Per il calcolo del modulo di taglio è stata usata una formula approssimata per la valutazione della densità, non nota. La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Densità} = 1,5 + V_s/1000$$

Poiché il valore del modulo di taglio  $G$  in MegaPascal si ottiene dalla formula

$$G = V_s^2 \times \text{Densità} / 10^3$$

è facile ricalcolare il modulo G esatto quando si disponesse di valori più precisi di densità.

Con una curva di colore rosso è stato tracciato il valore di Vs progressiva. Dalla curva si può quindi ricavare il valore di  $V_{S10}$ ,  $V_{S20}$  e così via, e quindi anche il valore di  $V_{S30}$ , quest'ultimo ovviamente alla profondità di 30 m.

A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro  $V_{S30}$  calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato  $i$  – esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori.

La stratigrafia Vs riportata nelle tavole allegate è quella utilizzata per il calcolo del  $V_{S30}$  ed è sismicamente equivalente e ragionevolmente prossima alla stratigrafia reale ma probabilmente non esattamente coincidente (vedi allegato 6 appendice documentale). Il valore di  $V_{S30}$  ottenuto è risultato essere equivalente a:

$$V_{S30} = 437 \text{ m/s}$$

Pertanto, con riferimento al valore di  $V_{S30}$  determinato, è possibile inserire l'area nella **categoria B** di suolo di fondazione, per la quale definizione si rimanda alla tabella sottostante.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

### 9.5 Risultati indagine Sismica Passiva HVSR

I risultati (grafici) visibili in allegato, sono stati ottenuti mediante impiego di un geofono triassiale EEG ed elaborati con software EEG:

- il segnale dei velocimetri (3) è acquisito in sito per un tempo  $t$ , e digitalizzato a 16 bit con due linee di preamplificatori .

Per ciascuna delle 3 componenti del moto, il software esegue le seguenti elaborazioni:

- divide il tracciato acquisito in finestre di lunghezza L (in questo lavoro generalmente 26 s);
  - elimina il trend da ciascuna finestra;
  - fa il “pad” di ciascuna finestra con degli zero;
  - calcola la trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;
  - calcola lo spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
  - liscia lo spettro di ogni finestra secondo opportuno smoothing;
  - calcola il rapporto spettrale HVSR ad ogni frequenza, per ciascuna finestra.
- La funzione HVSR finale è data dalle media degli HVSR di ciascuna finestra.

## 10 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

### 10.1 Sismicità del territorio

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal G.N.D.T. del C.N.R. (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti).

In particolare, si è presa in considerazione la nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano denominata ZS.9 (O.P.C.M. 28 Aprile 2006 n. 3519) che considera 36 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico. Dall'osservazione della mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia settentrionale si evince come il territorio comunale di Valeggio sul Mincio ricada in prossimità nella **zona sismogenetica 906** denominata “*Arco Alpino*”, caratterizzato da pieghe sub-vergenti del Sudalpino orientale e faglie inverse associate.

In riferimento alla normativa vigente, Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003, il Comune di Valeggio sul Mincio è stato inserito in Zona Sismica 3. Per una migliore caratterizzazione dell'area in esame dal punto di vista sismico si è scelto di eseguire un'indagine sismica passiva per mezzo di sismografo della serie Tromino, e di valutare i carichi in condizioni dinamiche agli stati limite.

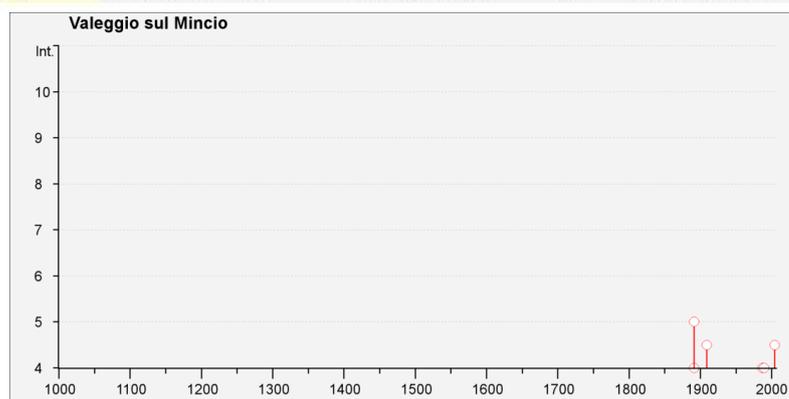
Per il territorio in esame, le massime accelerazioni attese al suolo o P.G.A. (Peak Ground Acceleration) prevista dalla mappa di Pericolosità Sismica dell'I.N.G.V. – 2004 è inferiore a **0,05g**, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli di categoria C (*depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati e terreni a grana fina mediamente 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 tra 180 e 360 m/s (ovvero resistenza penetrometrica  $15 < NSPT < 50$ , o coesione non drenata  $70 < cu < 250$  kPa). All'ambito territoriale in studio è associato un valore della massima accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a  **$a_g = 0,15g$**  (con  $g$  = accelerazione di gravità).

Gli eventi sismici risentiti nel territorio comunale di Valeggio sul Mincio, secondo le indicazioni fornite dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, aggiornato all'anno 2011, redatto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, mostrano che l'intensità massima risentita nella zona non ha superato, in epoca storica, il valore del IX° della scala MCS, corrispondente ad una intensità all'epicentro (Valle d'Illasi – Lat. 45.330 Long. 11.200) del IV° MCS e ad una Magnitudo epicentrale di 5,86 secondo la Scala Richter.

**Storia sismica di Valeggio sul Mincio**  
**[45.354, 10.735]**


Numero di eventi: 8

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
4	1891 06 07 01:06	Valle d'Illasi	403	8-9 5.86 ±0.06
5	1891 06 15	PESCHIERA	35	6 4.60 ±0.26
4-5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7 5.53 ±0.09
2	1976 12 13 05:24	RIVA DEL GARDA	128	7 4.97 ±0.12
4	1987 05 02 20:43	Reggiano	802	6 4.74 ±0.09
4	1989 09 13 21:54	PASUBIO	779	6-7 4.88 ±0.09
NF	2002 11 13 10:48	Franciacorta	770	5-6 4.29 ±0.09
4-5	2004 11 24 22:59	Lago di Garda	176	7-8 5.06 ±0.09



**Figura 4. Sismicità storica del Comune di Valeggio sul Mincio (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, CPTI 2015).**

### 10.2 Risposta sismica locale

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, nel documento relativo alle "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" contenuto nell'Ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei ministri del 20 Marzo 2003", si definiscono varie categorie di profilo stratigrafico del "suolo di fondazione" (A, B, C, D, E, S1, S2). Risulta necessario, secondo il D.M. 14.01.2008, stabilire in quale categoria ricade il terreno di fondazione.

A tal fine, in considerazione della tipologia di intervento che prevede la realizzazione di una struttura coperta ad uso abitativo, lo scrivente ha eseguito un'indagine sismica passiva (HVSR) diretta consistita in una prova con tomografo della serie Tromino. Si tratta di un sismografo di piccole dimensioni, contenente tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri), che possono lavorare su di un ampio range frequenziale (0,1 – 512 Hz), dotato di un sistema GPS integrato per la localizzazione del punto d'indagine. Tale metodologia di indagine a Sismica Passiva, permette di rilevare il rumore sismico passivo (Microtremitori) sempre presente sulla superficie terrestre, generato sia da fenomeni naturali quali vento, onde marine e terremoti che da fenomeni artificiali, quali le attività antropiche.

Dalla misura diretta delle frequenze di risonanza dei terreni nel sito, si è pertanto provveduto a definire l'andamento della velocità delle onde di taglio S con la profondità, per la stima della velocità media delle onde sismiche di taglio Vs nei primi 35 metri, e definire una microzonazione sismica dell'area.

Questa tipologia di indagine consente di rilevare le frequenze di risonanza caratteristiche dei terreni, permettendo di ricavare, tramite un software di

elaborazione dei dati, il profilo della velocità delle onde S per profondità superiori ai 30 metri di sottosuolo.

L'indagine sismica diretta è un punto necessario per l'analisi della Risposta Sismica Locale, intesa come l'insieme delle modifiche che un moto sismico relativo ad una formazione litoide di base, posta ad una certa profondità nel sottosuolo, subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie.

Per gli studi di risposta sismica locale, finalizzati alla previsione delle azioni sismiche di progetto sui manufatti, è necessario caratterizzare il comportamento meccanico del terreno mediante la determinazione dei parametri  $V_s$  (velocità delle onde di taglio),  $f$  (frequenza),  $T$  (periodo fondamentale dello strato) e  $A$  (amplificazione sismica), oltre che, in ambito di morfologia pianeggiante, determinare l'assetto stratigrafico delle formazioni litologiche con definizione dell'andamento dei contatti tra di esse, definire le caratteristiche meccaniche dei terreni superficiali con particolare riferimento al loro comportamento sotto l'azione di carichi dinamici e ciclici.

La disponibilità dei dati relativi ai profili sismici ottenuti mediante indagine di *Sismica Passiva* (HVSr), ha permesso di ottenere i seguenti parametri:

- **Frequenza dei suoli :  $f$**
- **Velocità delle onde di taglio :  $V_s$**
- **Periodo fondamentale :  $T$**
- **Modulo di taglio a piccole deformazioni :  $G_0 = (\rho \cdot V_s^2)/g$  - (Ohta e Goto, 1978)**

Si è pertanto determinata la microzonazione sismica del sito, individuando l'andamento delle onde di taglio S con la profondità, stimando successivamente il valore della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_s$  nei primi 30 metri al disotto del piano di fondazione, e individuando le frequenze di risonanza principali dei terreni (vedi allegato 5).

### **10.2.1 Caratterizzazione sismica dei suoli con il metodo HVSr**

Il metodo di rilevamento utilizzato è quello a stazione singola dei rapporti spettrali tra la componente orizzontale del rumore e quella verticale H/V (Metodo HVSr). Il valore di tale rapporto è direttamente correlato con la frequenza di risonanza che si crea al passaggio tra due strati con una differenza significativa del contrasto di impedenza (velocità delle onde e densità del materiale).

Il metodo HVSr è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza degli strati che costituiscono il profilo del sottosuolo, anche per profondità notevolmente superiori ai 30 metri.

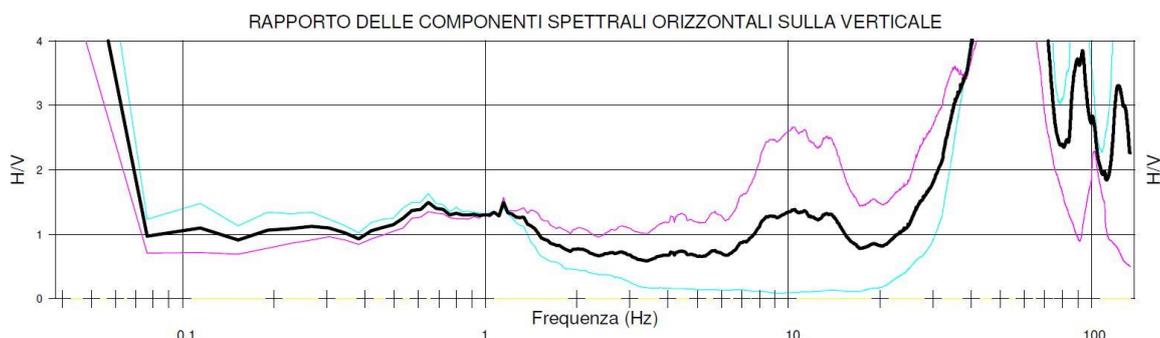
In questa ottica, la determinazione delle frequenze di vibrazione dei terreni risulta particolarmente utile al fine di verificare se la struttura in progetto può risentire dell'effetto della "doppia risonanza", qualora la frequenza di vibrazione propria della struttura è prossima a quelle di vibrazione dei terreni.

Come indicato al § 7.3.3.2 delle NTC 2008, qualora l'altezza della struttura non sia superiore ai 40 metri e la massa sia uniformemente distribuita lungo l'altezza, come nel caso in esame, si può stimare il periodo fondamentale di vibrare della struttura, utilizzando la relazione:

$$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$$

dove  $H$  è l'altezza della struttura e  $C_1$  una costante funzione della tipologia della struttura.

Quindi in considerazione del Grafico 1 ottenuto per le frequenze, appare evidente che non si hanno picchi di risonanza fondamentali per il terreno in questione. Pertanto con le indicazioni ricavate si possono escludere fenomeni di risonanza doppia, escludendo in tal modo caratteristiche sismiche negative per la struttura.



**Grafico 1. Elaborazione dei picchi di risonanza dei terreni.**

## 11. PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Per la valutazione della pericolosità derivante dalla sollecitazione sismica, vengono analizzati sia la presenza di eventuali situazioni di pericolosità indotte dai fattori locali quali quelli geologici, geomorfologici, sia di discontinuità tettoniche presenti nell'area che possono amplificare le vibrazioni sismiche esaltandone gli effetti.

L'area in oggetto non risulta prossima a linee tettoniche attive che potrebbero in qualche modo aumentare il fenomeno sismico.

Nella porzione di territorio in esame non sono state rilevate situazioni in grado di indurre amplificazioni per effetti morfologici legati all'ubicazione in posizione di culmine morfologico e/o a forti variazioni di pendenza.

Per quanto riguarda l'instabilità dinamica per fenomeni franosi non sono state individuate situazioni d'instabilità, essendo il territorio caratterizzato da colline a rilievo molto dolce.

Per quanto riguarda possibili amplificazioni imputabili a variazioni di impedenza per differenti litologie a contatto, in relazione alla presenza di terreni teneri sovrapposti a terreni più rigidi, ci si può attendere un'amplicazione tra i terreni alluvionali terrazzati di superficie ed i depositi sabbioso - ghiaiosi. L'indagine sismica effettuata non mostra evidenti picchi di amplificazione al di sotto della profondità di circa 8 metri, al passaggio tra terreni moderatamente fini e terreni grossolani addensati, il che fa ritenere che il contrasto di impedenza, e quindi la rigidità dei litotipi a contatto, non è particolarmente accentuato. Quindi si può ritenere basso il pericolo di amplificazioni per questo caso.

## 12 CONCLUSIONI

La presente relazione geologica riguardante la realizzazione delle opere di prima urbanizzazione ubicate in località Coste Fagioli, a sudest del nucleo abitato di Santa Lucia ai Monti nel comune di Valeggio sul Mincio, è stata condotta sulla scorta delle indicazioni fornite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

La parametrizzazione geotecnica è stata ottenuta mediante specifica indagine geognostica in sito, consistita nell'esecuzione di n. 4 scavi esplorativi eseguiti per mezzo di pala meccanica spinti sino alla profondità di 3,50 metri dal piano cantiere attuale.

Dal punto di vista **geomorfologico** la porzione di territorio in studio si sviluppa in un'area collinare, appartenente ad un contesto deposizionale di origine morenica, appartenente al cosiddetto Anfiteatro Morenico Gardesano.

Attualmente la tendenza evolutiva naturale del territorio è relativamente conservativa, in quanto l'area risulta essere a distanza adeguata ed in posizione topografica rilevata rispetto agli attuali alvei dei fiumi Tione e Mincio. Inoltre i depositi sabbioso – ghiaiosi risultano stabilizzati, per cui l'area si può ritenere morfologicamente stabile.

Nell'area non sono presenti dissesti idrogeologici attivi o quiescenti che possono interferire con le opere in progetto.

Dall'indagine eseguita in sito, è emerso un profilo litostratigrafico, caratterizzato da una successione di terreni a granulometria fine e medio grossolana, costituita da ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose e limi sabbiosi.

Durante la realizzazione della campagna di indagine non è stata rilevata la presenza della falda freatica, pertanto si ritengono improbabili le interferenze della falda con le opere di fondazione. Durante gli scavi per la realizzazione delle opere di fondazione non si ritiene che si verifichino fenomeni di filtrazione idrica. Tuttavia sarebbe opportuno effettuare gli scavi in periodi poco piovosi per evitare l'instaurarsi di falde sospese, con conseguente filtrazione idrica all'interno di essi.

Dal punto di vista sismico il territorio comunale di Valeggio sul Mincio è stato classificato in zona 3, pertanto dalle indagini e verifiche effettuate non si ritengono rilevanti gli effetti sismici di sito.

Sulla scorta delle considerazioni suddette e rispetto alle opere in progetto è possibile ritenere che siano fattibili senza particolari prescrizioni.

*Dr. Geol. Alberto Tonini*

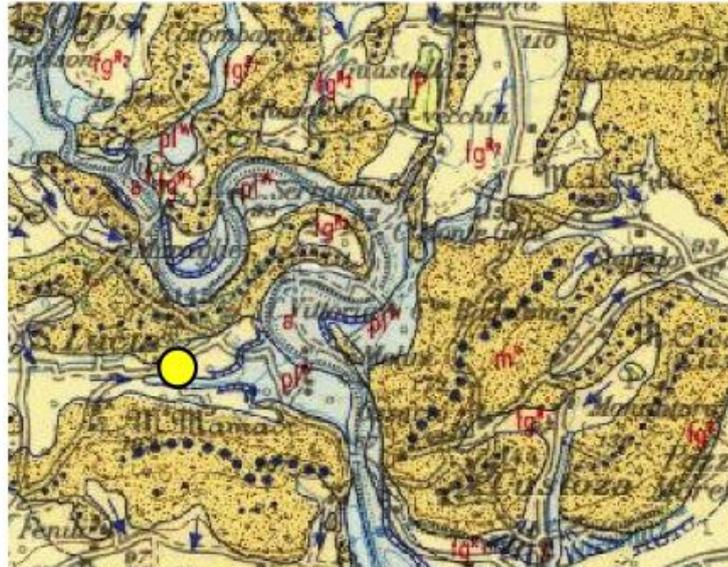


The image shows a handwritten signature in blue ink that reads "Alberto Tonini". To the right of the signature is a circular blue stamp. The stamp contains the text "ORDINE DEI GEOLOGI" at the top, "Dott. Geol. Alberto TONINI" in the center, and "N° 808" below the name. At the bottom of the stamp, it says "REGIONE DEL VENETO".

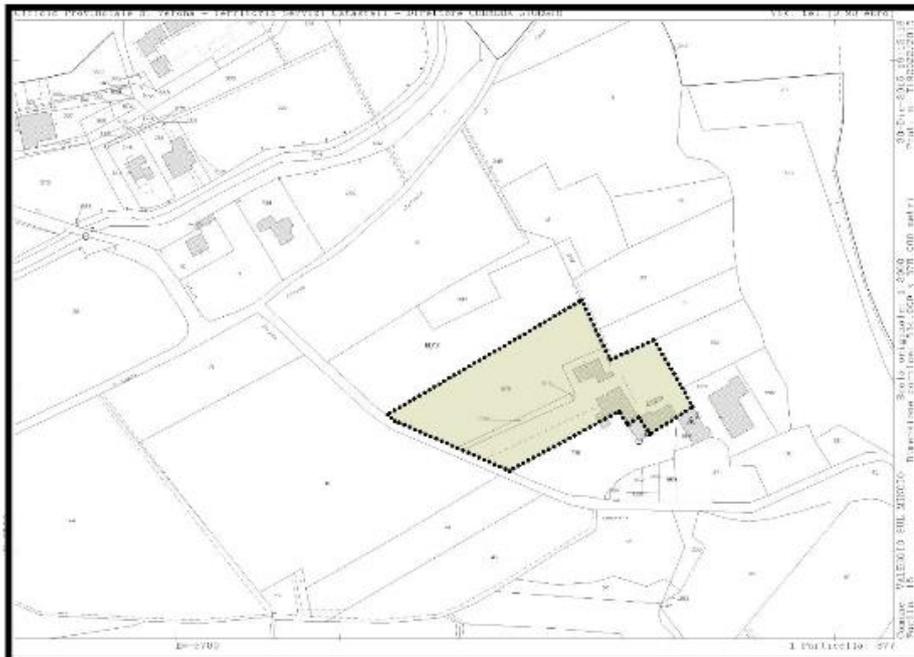
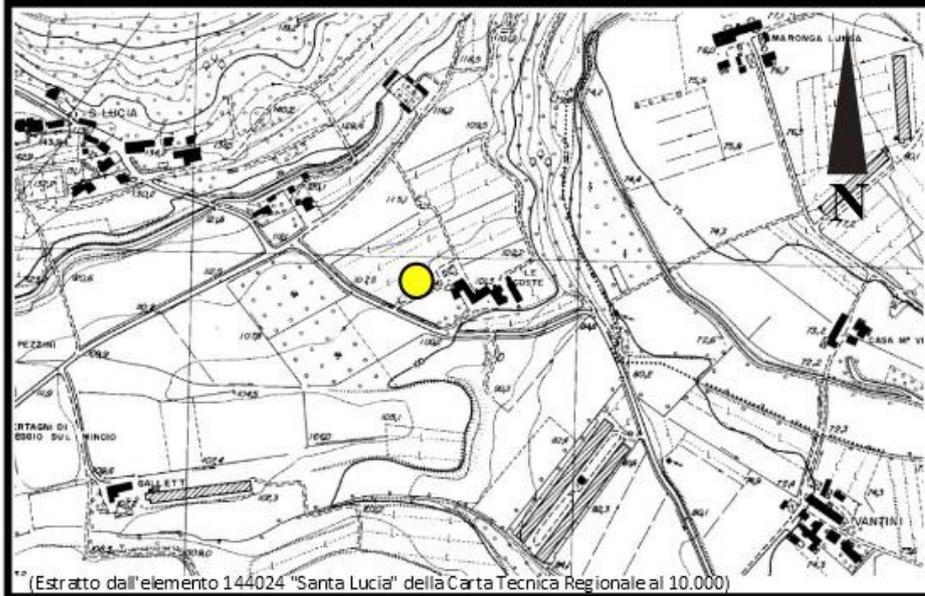
<b>Dr. Geol. Alberto Tonini</b> Via Duca degli Abruzzi n°34-2 Mozzecane VERONA Mail: alberto.geologo.tonini@gmail.com - Cell. 329 4150208 PEC: alberto.tonini@epap.sicurezzapostale.it		
<b>REGIONE VENETO</b> <b>PROVINCIA DI VERONA</b> <b>COMUNE DI VALEGGIO SUL MINCIO</b>		
<b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI PRIMA URBANIZZAZIONE IN LOCALITA' SANTA LUCIA AI MONTI</b>		
Committente: Bedoni Alberto - Bedoni Maria Teresa		<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>
Cantiere: Piano Urbanistico Attuativo approvato con DCC n°13 del 20/03/2017 denominato "Le Coste" – Scheda n°123 art. 9 NTO		
Località: Coste Fagioli – Valeggio sul Mincio VR		
		<b>APPENDICE DOCUMENTALE</b>

## Allegato 1: inquadramento geologico

(Estratto dal F°48 "Peschiera" della Carta Geologica d'Italia al 100.000)

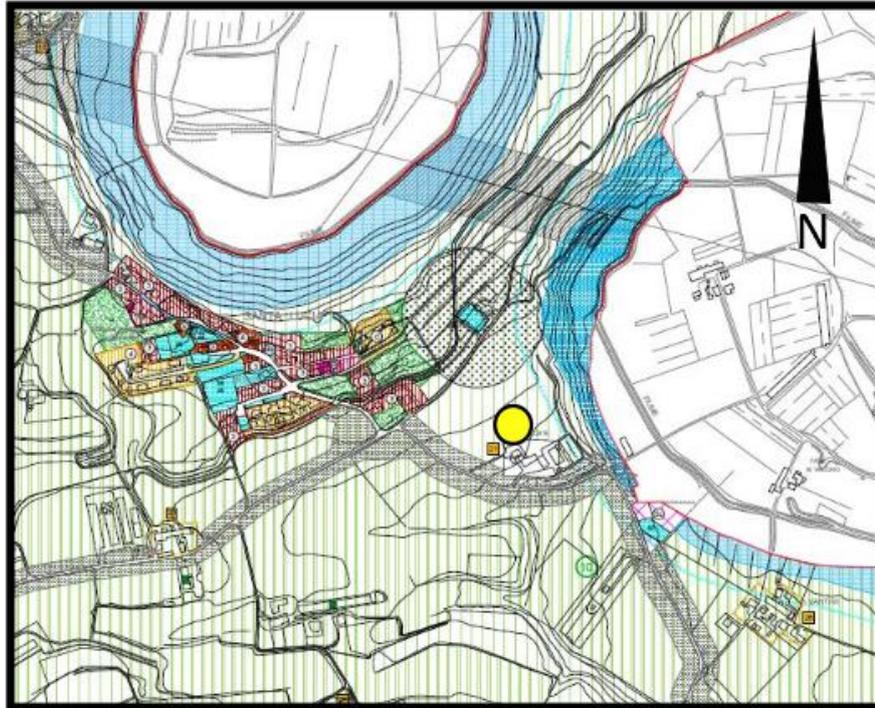


## Allegato 2: inquadramento cartografico



### Allegato 3: Estratto Carta dei Vincoli

(Fonte: PAT Comune di Valeggio sul Mincio)



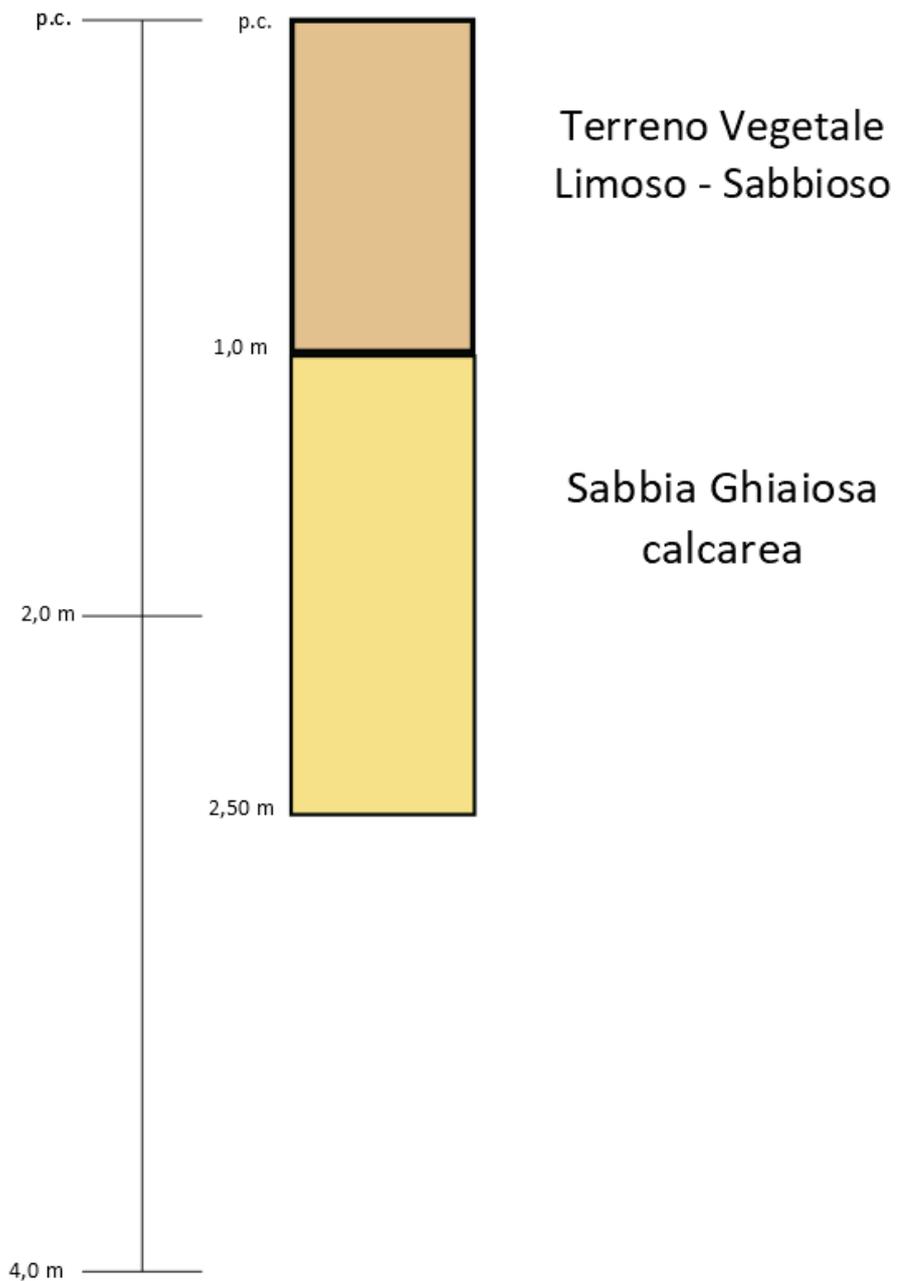
#### LEGENDA

-  Zona E1 - Rurale
-  Zona di rispetto stradale
-  Zona di rispetto fluviale
-  Ubicazione sito in studio

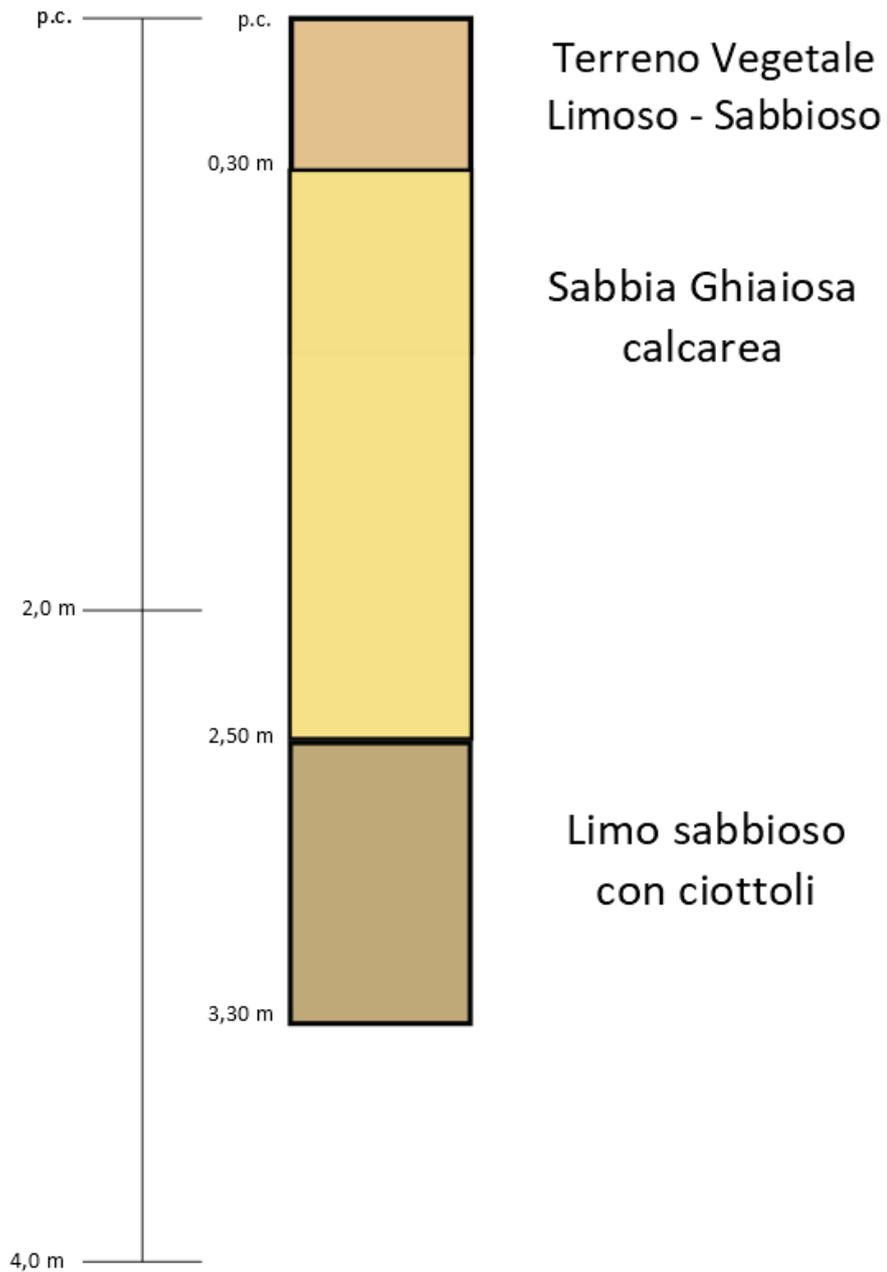
Allegato 4: Disposizione della campagna geognostica e sismica



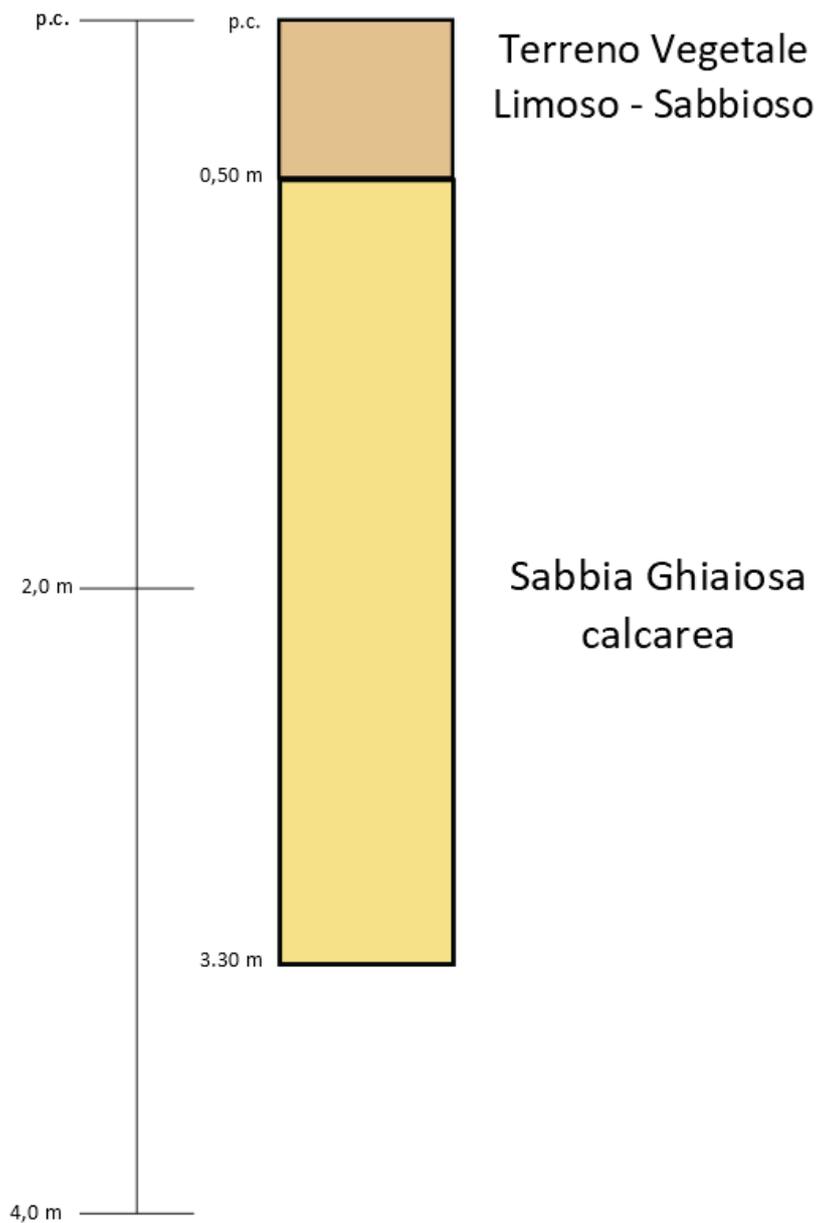
## Stratigrafia elaborata dal sondaggio S1



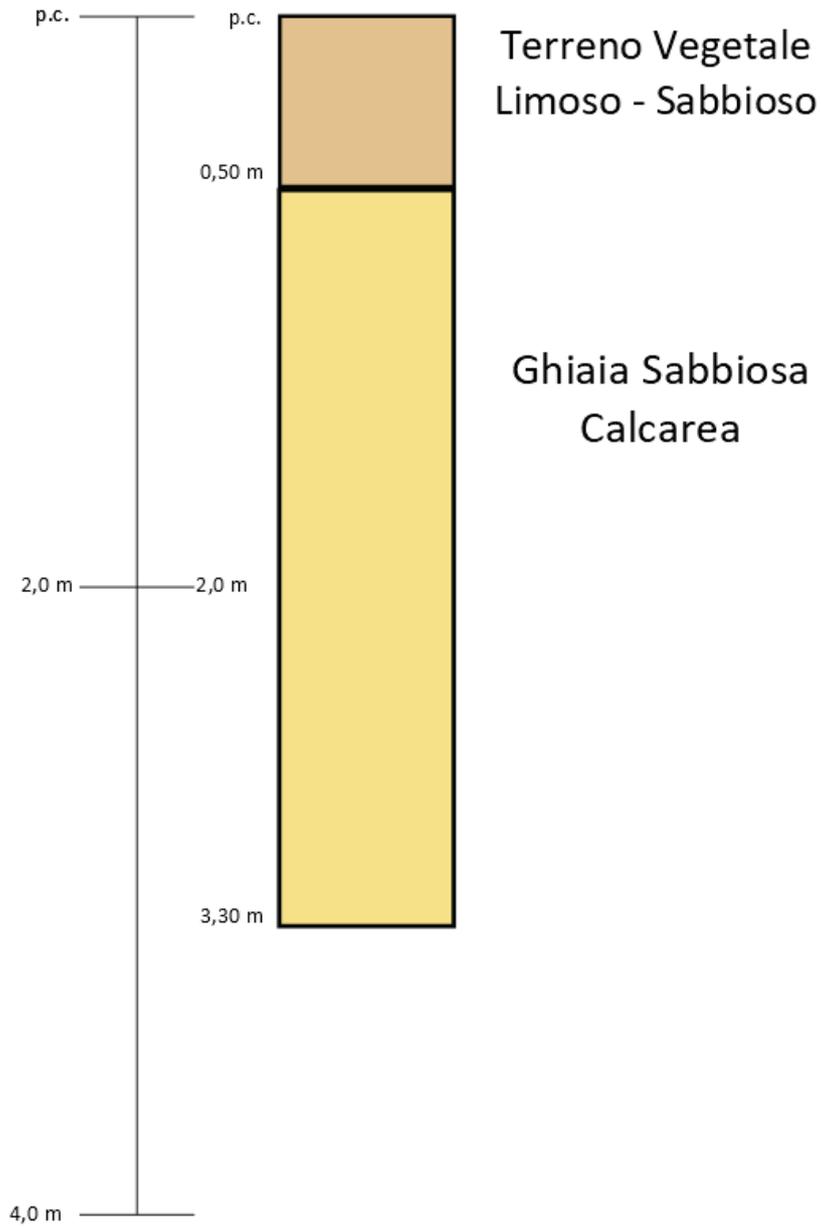
## Stratigrafia elaborata dal sondaggio S2



### Stratigrafia elaborata dal sondaggio S3



### Stratigrafia elaborata dal sondaggio S4



<p><b>Dr. Geol. Alberto Tonini</b> Via Duca degli Abruzzi n°34-2 Mozzecane VERONA Mail: alberto.geologo.tonini@gmail.com - Cell. 329 4150208 PEC: alberto.tonini@epap.sicurezzapostale.it</p>		
<p><b>REGIONE VENETO</b> <b>PROVINCIA DI VERONA</b> <b>COMUNE DI VALEGGIO SUL MINCIO</b></p> <p><b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI PRIMA URBANIZZAZIONE IN LOCALITA' SANTA LUCIA AI MONTI</b></p>		
Committente: Bedoni Alberto - Bedoni Maria Teresa		<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>
Cantiere: Piano Urbanistico Attuativo approvato con DCC n°13 del 20/03/2017 denominato "Le Coste" – Scheda n°123 art. 9 NTO		
Località: Coste Fagioli – Valeggio sul Mincio VR		
		<b>ALLEGATO 5</b>

