COMUNE DI PERUGIA

AREA RISORSE AMBIENTALI, SMART CITY E INNOVAZIONE

U.O. EDILIZIA SCOLASTICA E SPORT

REALIZZAZIONE NUOVO PLESSO SCOLASTICO
LOCALITA' PONTE PATTOLI

ELABORATO N°:	OGGETTO:	DATA:
SPG	RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE MICROZONAZIONE SISMICA ASPETTI IDRAULICI ED AMBIENTALI	Dicembre 2018

IL Responsabile del Procedimento

Dott. Ing. Ivana Moretti

I Progettisti

Dott. Ing. Monia Benincasa

Dott. Geol. Guendalina Antonini

Collaboratori

Geom. Andrea Gragnani

Geom. Giordano Gaudenzi

Geom. Lanfranco Pierotti

COMUNE DI PERUGIA

Area risorse Ambientali Smart City e Innovazione

Variante al PRG – Parte Operativa

REALIZZAZIONE NUOVO PLESSO SCOLASTICO PONTE PATTOLI

RELAZIONE GEOLOGICA, MICROZONAZIONE SISMICA ED ASPETTI IDRAULICI

Perugia, dicembre 2018

Dott.ssa Geol. Guendalina Antonini

INDICE

PREMESSA 3

IL PROGETTO 4

DATI GEOLOGICI PRECEDENTI 5

BIBLIOGRAFIA 6

NORMATIVA DI RIFERIMENTO 6

CARTOGRAFIA DEI VINCOLI DI PRG 7
CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE DI AREA VASTA 10

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE 13

CTR Vettoriale in scala 1:5000 16

MODELLAZIONE GEOLOGICA 17

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE 19

CARATTERISTICHE SISMICHE E MICROZONAZIONE SISMICA 20

Caratterizzazione sismica (sismicità storica) 20
Pericolosità sismica di base 21
Microzonazione Sismica 22
Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica MOPS 23
ZONING GEOLOGICO TECNICO 26

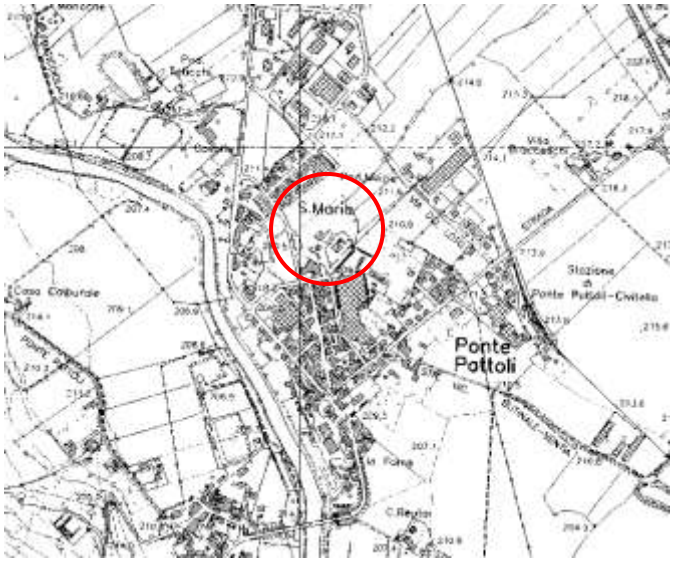
CONCLUSIONI 27

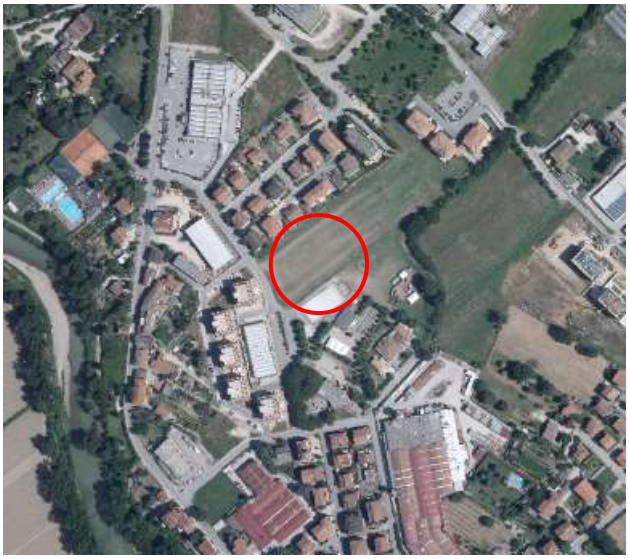
PREMESSA

La presente relazione è finalizzata alla verifica della fattibilità geologica relativa alla variante al Piano Regolatore Generale - Parte Operativa per realizzazione di un nuovo edificio scolastico che sorgerà su un'area in località Ponte Pattoli, ai margini dell'edificato, in Via Benedetto Croce.

Il nuovo fabbricato scolastico comprenderà sia la scuola primaria sia la scuola secondaria di primo grado, andando così a sostituire l'attuale edificio.

Il sito su cui sarà impostata la nuova scuola si localizza a Ponte Pattoli, ai margini dell'edificato, in Via Benedetto Croce, censita al Foglio n° 97, Particelle 69 (parte), 70 (parte), 383, 596, 1342.

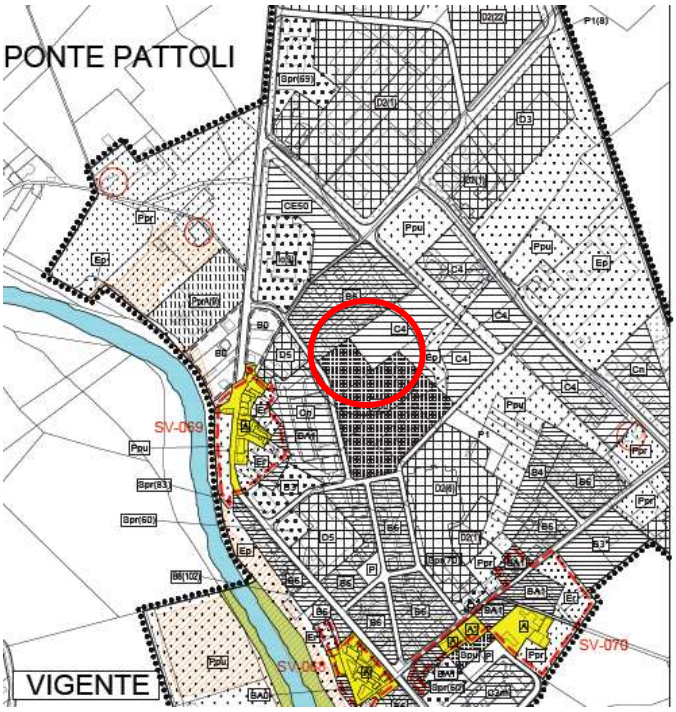


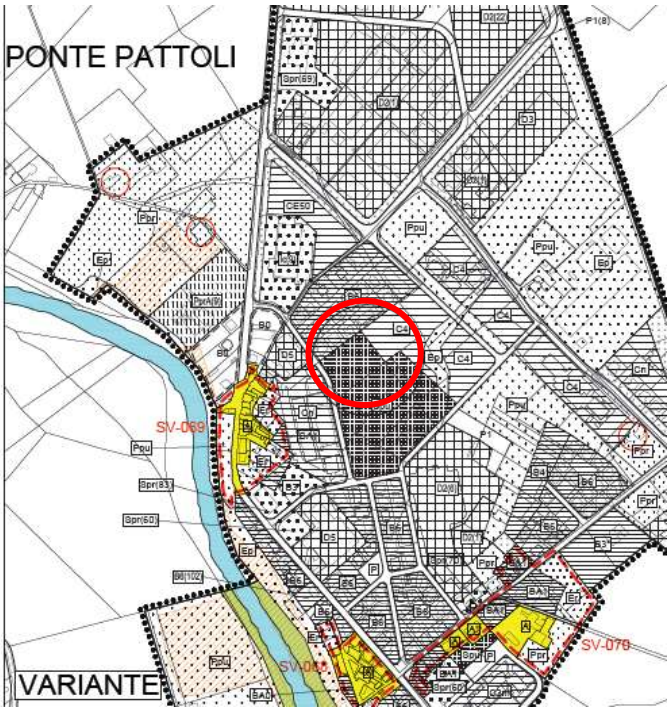


Il progetto, che viene approvato ai sensi dell'art. 223 della LR 1/2015, è in parziale variante al PRG.
Gran parte dell'area interessata dalla realizzazione della nuova scuola è, infatti, conforme al Piano Regolatore vigente in quanto ricadente nella zona denominata Spu "Aree per l'istruzione e per attrezzature di interesse comune" articolo 123 del T.U.N.A, in cui è ammessa la realizzazione di servizi pubblici, ivi incluse le scuole.
Soltanto una modesta porzione del progetto, ricade in zona C4 "Zone per nuovi insediamenti residenziali" articolo 120 del T.U.N.A.(residenziale di tipo estensivo).
<u>La variante riguarda, quindi, la modifica di detta porzione di suolo da C4 a Spu.</u>

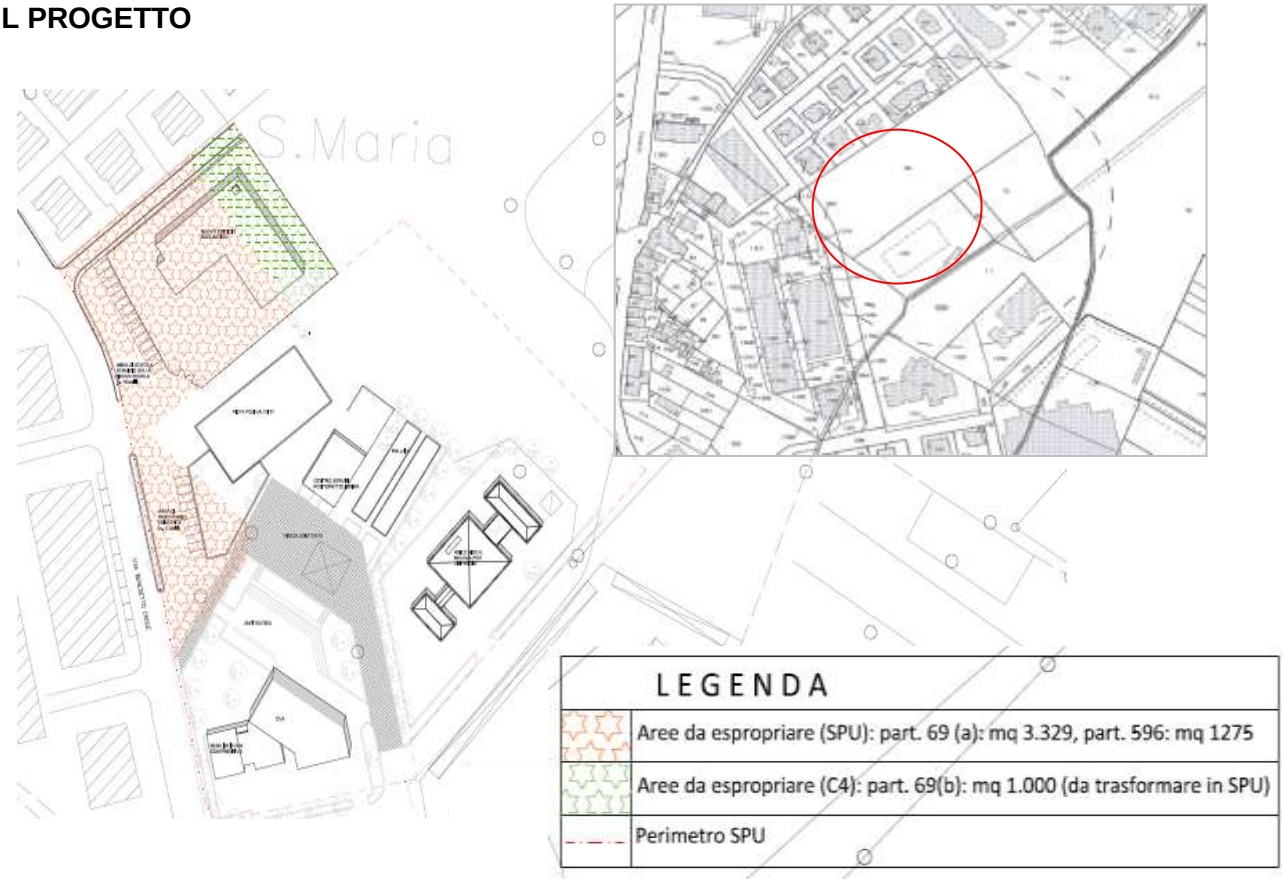
Tale scelta si rende necessaria per distanziare dalla strada il nuovo fabbricato scolastico, per creare spazi idonei antistanti l'edificio e per ricavare in maniera corretta le area a parcheggio e di manovra, senza alterare l'attuale pista polivalente.

La variante richiede pertanto l'espropriazione di alcune particelle o parte di esse che ricadono nei terreni a destinazione Spu e C4, come riportato nella relazione tecnico-illustrativa.


PONTE PATTOLI
VIGENTE


PONTE PATTOLI
VARIANTE

IL PROGETTO


S.Maria
LEGENDA
Aree da espropriare (SPU): part. 69 (a): mq 3.329, part. 596: mq 1275
Aree da espropriare (C4): part. 69(b): mq 1.000 (da trasformare in SPU)
Perimetro SPU

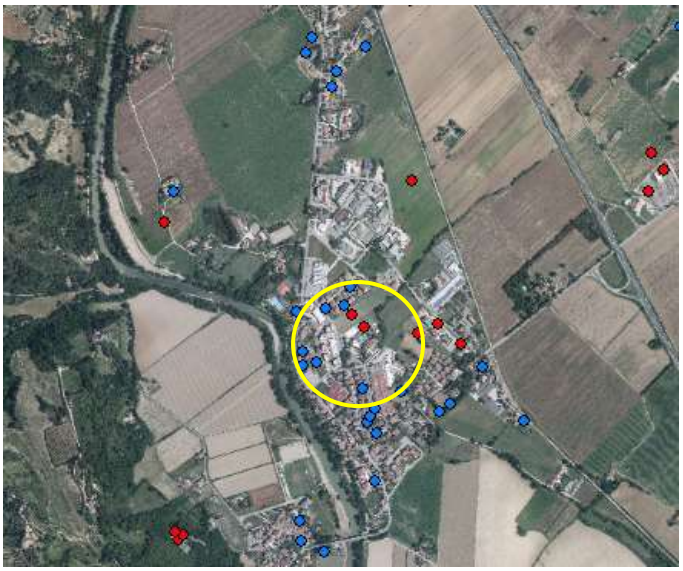
La variante al PRG che viene proposta, per la sola parte operativa, comporta come già riferito precedentemente, l'esigenza di apporre un vincolo di esproprio e la modifica di destinazione d'uso di qualche particella o parte di essa. Le trasformazioni previste non sono contrastanti con gli obiettivi di tutela d'uso e valorizzazione del paesaggio e delle risorse ambientali previste dal PRG parte Strutturale. La presente relazione riguarda gli aspetti sulla fattibilità geologico-geomorfologica, idraulica e sismica della zona, considerando che l'uso che ne verrà dato all'area.

DATI GEOLOGICI PRECEDENTI

Lo studio geologico si è sviluppato innanzitutto attraverso il reperimento di dati desumibili da precedenti campagne geognostiche e, attraverso una ricerca bibliografica su pubblicazioni e documenti storici reperibili in letteratura e negli archivi comunali, sono state raccolte numerose informazioni in merito alle caratteristiche geologiche, sismiche e idrogeologiche locali.

Nella zona di Ponte Pattoli, sono stati recuperati i dati riguardanti le indagini geognostiche e sismiche eseguite sia in occasione di progetti di lavori pubblici e di lavori privati, raccolti, classificati in un data base e georeferenziati in GIS.

Per la zona oggetto di studio, dove è prevista la realizzazione della nuova scuola, sono stati recuperati i dati riguardanti le indagini geognostiche e sismiche eseguite in occasione della redazione del PRG, della variante per l'adeguamento dello stesso al PTCP e in particolare degli studi di Piano Attuativo per le lottizzazioni vicine. Oltre a tali indagini sono anche disponibili gli esiti degli studi di Microzonazione Simica (M.S) effettuati dalla Regione dell'Umbria con la collaborazione del Comune di Perugia.



Punti d'indagini e pozzi a uso domestico nella zona di Ponte Pattoli

I suddetti studi hanno consentito di classificare il territorio in varie zone a diversa suscettibilità sismica, anche sulla base della caratterizzazione geomeccanica dei terreni e delle rocce affioranti.

Dai numerosi sondaggi, che sono stati realizzati nella zona, emerge una sostanziale omogeneità litologica nell'area d'investigazione; le caratteristiche geologico-stratigrafiche risultano coerenti tra loro.

Le informazioni esistenti risultano, in questa fase di pianificazione, ampiamente approfondite per la finalità della variante in oggetto.

BIBLIOGRAFIA

- studi di carattere geologico per la realizzazione del PRG.
- indagini geofisiche per la definizione della suscettibilità sismica - indagini di 1° livello.
- pozzi a uso domestico
- saggi con escavatore
- carta geologica Regionale
- relazione ed indagini per la lottizzazione C4
- relazione ed indagini per la lottizzazione Cn
- indagini plesso scolastico

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

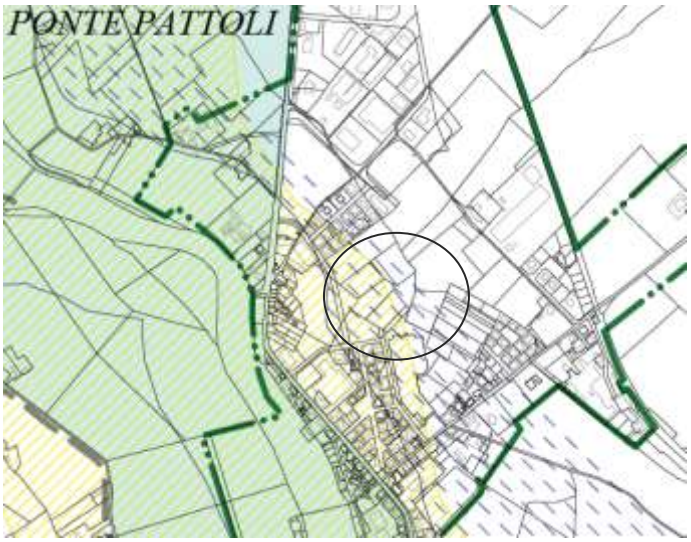
- D.G.R.8 marzo 2010 n.377, "Criteri per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica".
- D.M 14/01/08 *Norme Tecniche per le Costruzioni* (NTC08)
- D.G.R.13 luglio 2015 n°853 *"Piano di bacino del fiume Tevere - Stralcio per l'assetto idrogeologico - PAI - PS6. Disposizioni regionali per l'attuazione del Piano".*
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 *"Norme in materia ambientale".*
- D.G.R.18 giugno 2003 n°852 "*Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria".*
- O.P.C.M.20 marzo 2003 n°3274 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*".
- D.G.R. del 31 luglio 1998 n° 4363 "*Indagini urgenti di microzonazione sismica". Approvazione della relazione conclusiva, degli elaborati e delle tabelle dei coefficienti di amplificazione per i centri abitati sottoposti ad indagine".*
- D.M. 11 marzo 1988 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle opere di fondazione".*
- L.R 1/2015 Testo unico Governo del territorio e materie correlate

PIANO REGOLATORE GENERALE

Per la valutazione sulla fattibilità "geologica" della Variante al PRG-parte Operativa, non si può prescindere dalla verifica sulla compatibilità degli interventi con le prescrizioni dei piani urbanistici, territoriali e paesaggistici, sia di carattere generale sia settoriale.

Considerando che il Piano Regolatore Generale è stato adeguato al PTCP con D.C.C 38 del 07/04/2014, si riportano di seguito le carte di vincolo e gli ambiti di tutela.

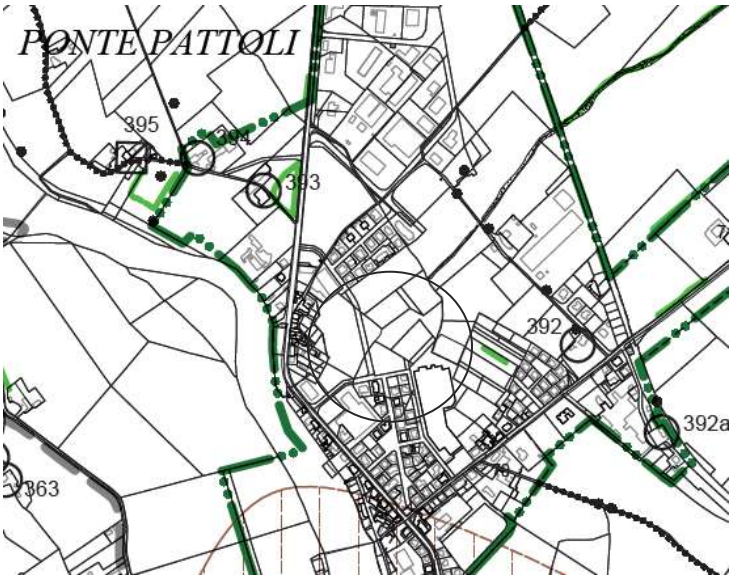
CARTOGRAFIA DEI VINCOLI DI PRG



Ricognizione dei vincoli paesaggistici riferiti al D.Lgs. 42/04 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" e le componenti della pianificazione paesaggistica locale.

AREE DI STUDIO, art.38 comma 8 delle NTA del PTCP (art.80 del TUNA)

Dalla cartografia sopra riportata, **non** emergono vincoli ambientali ostativi in merito alla fattibilità di tutti gli interventi previsti per l'ampliamento del sottopasso ferroviario.



Allegato A3_2 "Altre componenti Paesaggistiche"

Ricognizione dei vincoli paesaggistici e componenti della pianificazione paesaggistica locale.

AREE DI INTERVISIBILITA' DEI CONI VISUALI (art.26 sexies del TUNA)

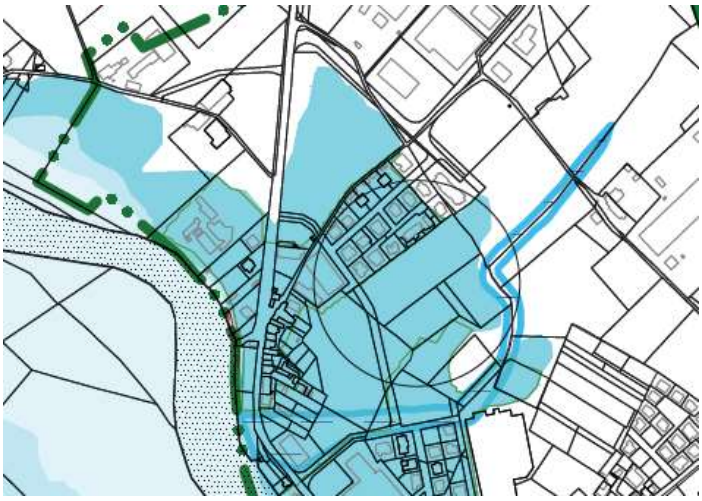
VISUALI AD AMPIO SPETTRO (art.26 sexies del TUNA)

BENI INDIVIDUI SPARSI (art.44 del TUNA)

CONI VISUALI (art.26 sexies del TUNA)

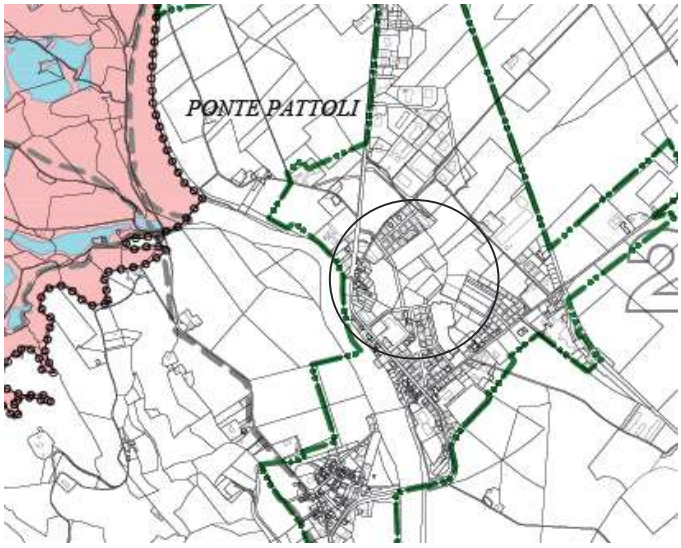
VIABILITA' STORICA MINORE (art.50 del TUNA)

Tutto l'edificato di Ponte Pattoli non è caratterizzato da inter-visibilità



Ricognizione delle componenti ambientali

La zona oggetto di variante si localizza **nella fascia di pericolosità idraulica C** del PAI

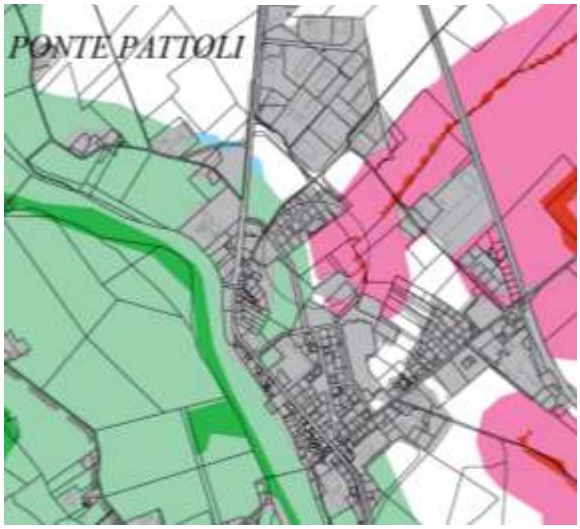


Allegato A4_2 "Tutela delle aree e dei siti di interesse naturalistico (art.36 del P.T.C.P.)"

Ricognizione delle componenti ambientali

Non vi sono siti d'interesse naturalistico

Allegato A4_3 "Rete Ecologica"



CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DI AREA VASTA

La zona in oggetto si localizza nella pianura alluvionale del fiume Tevere in sinistra idrografia del corso d'acqua ad una distanza di oltre 200 metri. Con riferimento alla cartografia tecnica regionale in scala 1:5.000, la quota assoluta ove è prevista la realizzazione della nuova scuola è di 210,5 - 211 m s.l.m. Per quanto riguarda l'attuale conoscenza sugli aspetti morfologici, questi solo legati esclusivamente alla dinamica fluviale e data l'ubicazione dell'area, sono da escludersi qualsiasi fenomeno legato a movimenti franosi di versante.

L'assetto morfologico attuale è quello riferibile a una pianura alluvionale caratterizzata dai sedimenti alluvionali del fiume Tevere; l'alveo del fiume manifesta un processo di prevalente trasporto e subordinatamente di sedimentazione; il suo regime idraulico è molto variabile e dipendente dell'andamento pluviometrico.

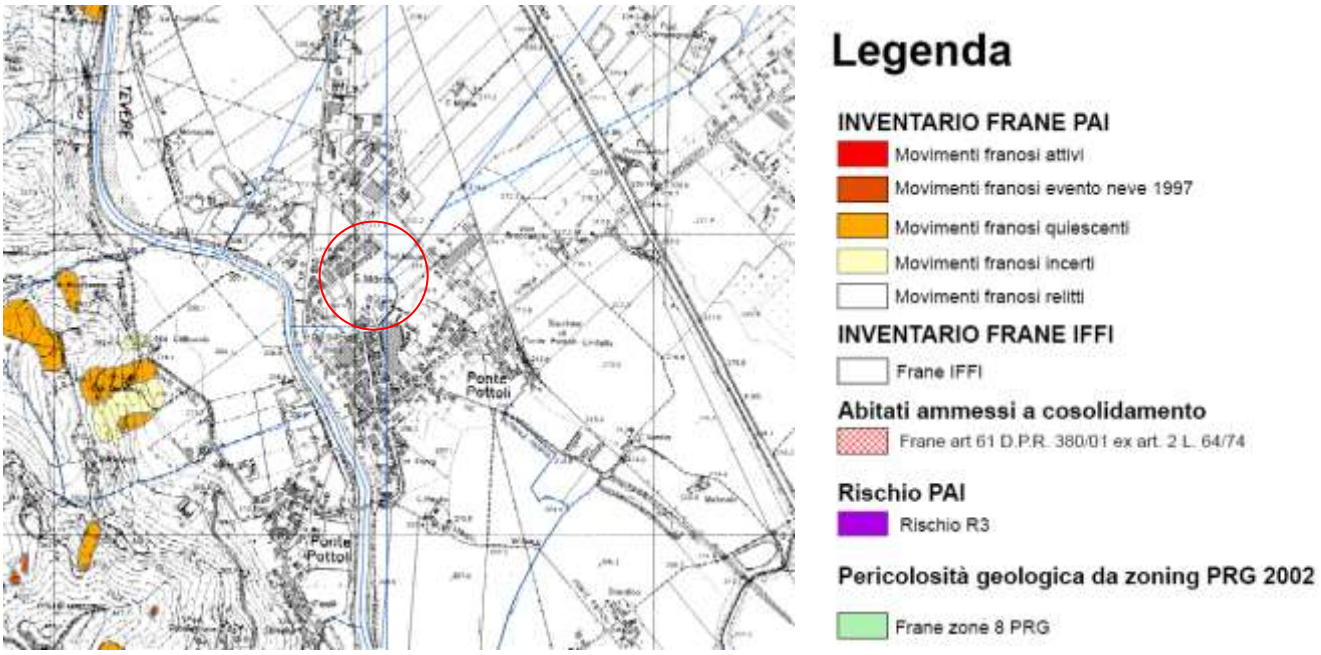
La regimazione delle acque in pianura, nelle aree agricole, avviene attraverso un sistema drenante marginale (fosso del soldato) caratterizzato da un reticolo idrografico superficiale non è sempre ben delineato e una bassa densità di drenaggio; non mancano elementi caratterizzanti un sistema irriguo nelle aree agricole a seminativo intensivo. Nella zona urbanizzata, invece, prevale la raccolta delle acque lungo le caditoie stradali.

Per la tipica condizione morfologica della pianura, non sono presenti forme di dissesto idrogeologico legato a frane; anche la carta inventario dei movimenti franosi del PAI e dell'IFFI esclude, per l'area in oggetto, qualsiasi fenomeno gravitativo.

Tuttavia, ciò può accadere lungo le sponde dell'alveo del fiume Tevere in occasione di eventi di piena improvvisi per abbassamento repentino del livello del tirante idraulico.

Tali fenomeni non riguardano comunque il sito oggetto d'intervento poiché posto a una distanza di sicurezza dalle sponde.

Di seguito si riporta uno stralcio della cartografia del PRG con la mappatura delle frane PAI e IFFI e quelle " zoning geologico".



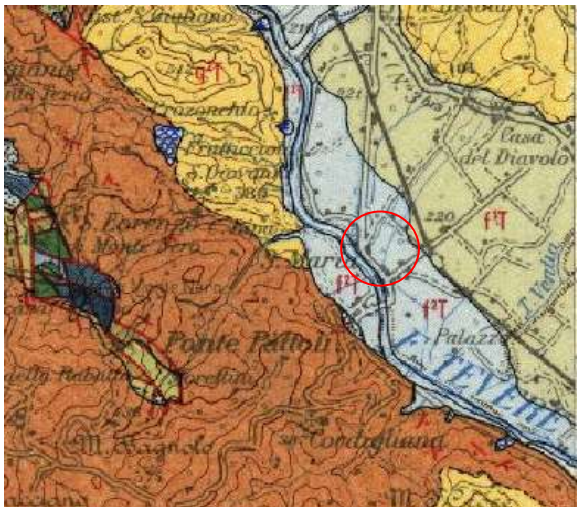
CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE DI AREA VASTA

Gli studi di carattere geologico condotti per il Piano Regolatore Generale, secondo gli standard tecnici e scientifici ufficiali, sono stati realizzati attraverso approfondimenti della cartografia geologica ufficiale in scala 1:100 000 (Servizio Geologico d'Italia) e 1:25.000 del vecchio PRG (prima del 2001).

La suddetta cartografia geologica, unitamente alle indagini geognostiche svolte per la redazione del Piano Regolatore hanno consentito di acquisite, in questa fase di progettazione informazioni utili per definire a grandi linee le caratteristiche geologico-litologiche e strutturali di vasta area.

Con il Piano Regolatore, redatto a fine anni '90 del secolo scorso, la cartografia di riferimento era quella in scala 1:25.000 su base IGM.

Quest'ultima carta riporta i principali tipi di terreni o rocce rilevati in campagna, la loro giacitura e le principali strutture tettoniche; in particolare, sono riportate le formazioni classificate sulla base della caratterizzazione litologica secondo alcune classi che ragionevolmente rappresentano e caratterizzano il territorio dal punto di vista geologico.



Stralcio carta geologica d'Italia 1:100.000

Alluvioni

Alluvioni terrazzate

Formazione della Marnoso Arenacea

Depositi continentali:
Copertura detritica
Depositi alluvionali attuali recenti e terrazzati
Travertini
Depositi argillosi
Depositi conglomeratico - sabbiosi con lenti argillose

Rocce arenaceo – Marnose
Marnoso - Arenacea
Bisciaro
Macigno

Rocce Argillo – Marnose
Scisti Varicolori
Scaglia Cinerea

Rocce Calcaree
Scaglia s.l.
Maiolica
Calcari Diasprini
Rosso Ammonitico
Corniola
Calcare Massiccio

Rocce Calcareo – Evaporitiche
Portoro
Strati a Rhaet. Contorta
Calcare Cavernoso
Scisti a Fucoidi

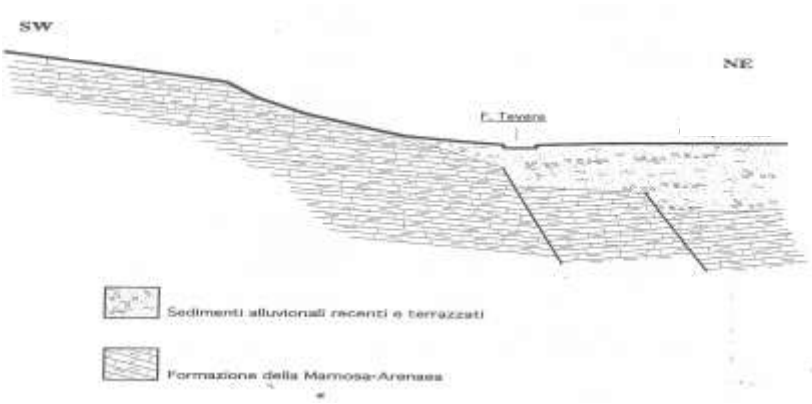
Dalla cartografia in scala 1:25.000, si evince che l'area in oggetto è localizzata su terreni alluvionali, poggiati direttamente sul substrato roccioso della formazione Marnoso Arenacea Umbra (MUM), di età miocenica. Si tratta di depositi clastici a prevalente composizione sabbioso - limosa deposti dal fiume Tevere in epoche recenti per lo più in concomitanza di portate di piena. Nella valle sono anche presenti le alluvioni terrazzate.

Quest'unità è presente su entrambi i lati della valle fluviale; le alluvioni terrazzate sono costituite da lenti a diverso spessore ed estensione laterale a composizione ghiaioso-sabbiosa e sabbiosa-limosa. Lo spessore massimo della copertura, si localizza nella zona del campo pozzi, dove sono stati perforati più di 80 metri senza incontrare la Marnosa-Arenacea.

La formazione rocciosa rappresenta, in tutta l'area, il substrato roccioso (bed-rock) dei depositi clastici continentali e si trova in affioramento lungo il versante collinare in destra idrografica del Tevere, sui rilievi di Monte S. Croce e Colle Maggiore.

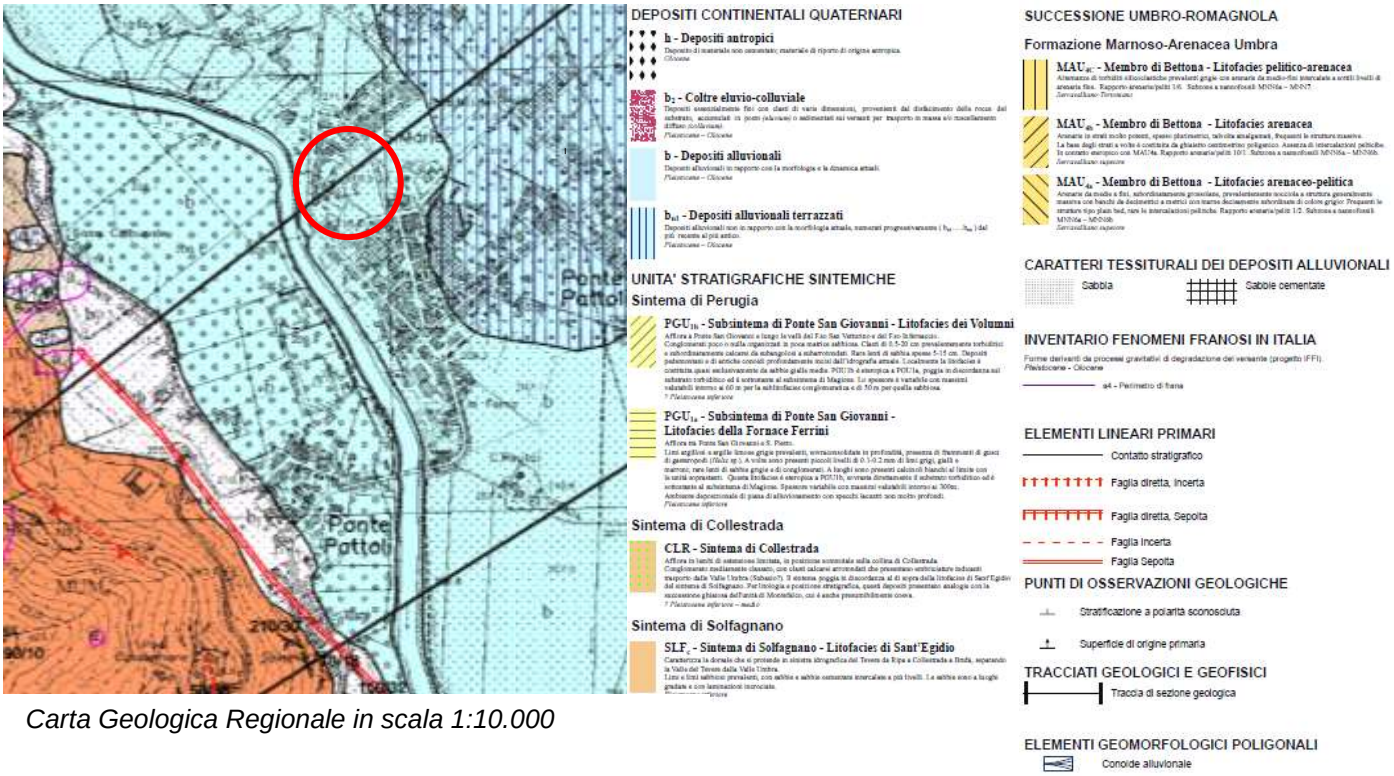
La formazione della Marnosa - Arenacea affiora anche lungo l'alveo del Tevere, nella zona tra gli abitati di Ponte Felcino e Villa Pitignano e, solo in qualche caso, è ricoperta dai depositi alluvionali recenti. Si tratta di una formazione rocciosa caratterizzata dall'alternanza d'arenarie e marne di spessore variabile.

Il sottostante schema – sezione geologica, illustra in maniera schematica la struttura geologica di che da Monte Maggiore a SW raggiunge la pianura del fiume Tevere ad NE nella zona di Ponte Pattoli.

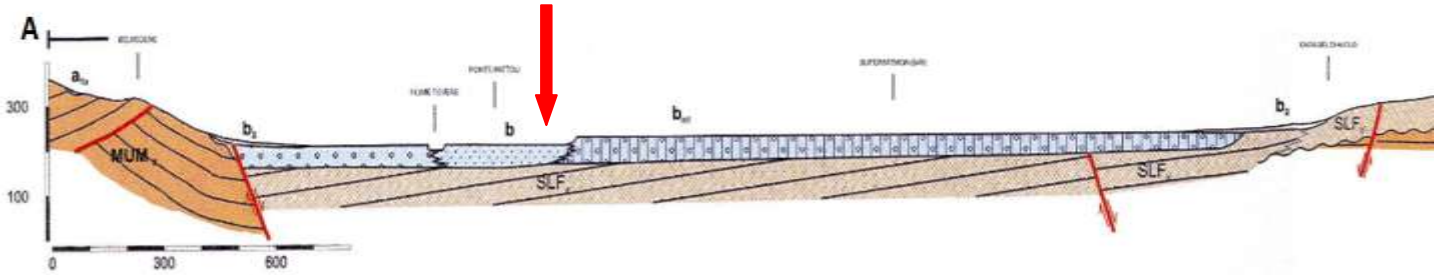


Nel 2014, in occasione dell'adeguamento del PRG al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), la cartografia del Piano Regolatore comunale è stata aggiornata con una variante al PRG – parte Strutturale. Anche la parte della cartografia geologica, realizzata dalla Regione dell'Umbria in scala 1:10.000, è stata acquisita dal PRG.

Tali cartografie sono state realizzate attraverso un rilevamento geologico di dettaglio che ha utilizzato anche dati geognostici. La variante al PRG è stata approvata con D.C.C n°38 del 07/04/2014.



Carta Geologica Regionale in scala 1:10.000



LEGENDA

UNITÀ STRATIGRAFICHE QUATERNARIE

Depositi alluvionali – b

Sono i depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali. I depositi del Fiume Tevere sono costituiti in prevalenza di ghiaie in scarsa matrice argillo-limosa con sabbie limose gialle e limi marroni. *Pleistocene – Olocene*

Si tratta di alluvioni prevalentemente ciottolose depositate dal Fiume Tevere, principale collettore drenante dell'area, dopo il ciclo lacustre plio-pleistocenico. La natura dei ciottoli che compongono la frazione più grossolana è legata alle strutture Ceno-Mesozoiche affioranti nel bacino d'erosione.

I sedimenti dello strato superiore sono costituiti principalmente da limi argillosi e argille intercalati, secondo la geometria lenticolare propria dei sedimenti fluviali, da ghiaie in matrice sabbiosa, e livelli sabbioso-limosi. Sotto i depositi alluvionali, si trovano le litologie appartenenti alla formazione Marnoso-Arenacea, che, in corrispondenza del fiume, è in qualche caso affiorante nelle località di Pretola e Ponte san Giovanni.

Nella zona di Ponte Pattoli, la profondità del bedrock si attesta oltre i 40 metri di profondità; le stratigrafie di sondaggi e di pozzi realizzati nell'area testimoniano tale situazione.

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Per quanto riguarda la valle del Tevere, le alluvioni costituiscono un acquifero importante nel quale è presente una falda idrica superficiale il cui livello statico si attesta a una profondità inferiore ai 10 mt. dal piano di campagna.

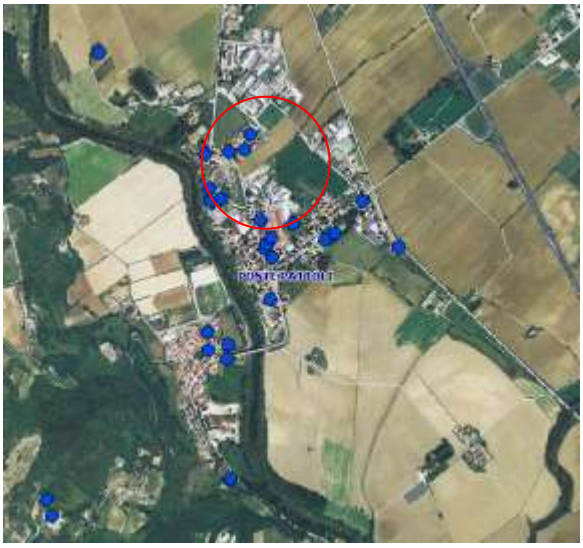
Il letto della falda è rappresentato dalla formazione rocciosa della Marnoso Arenacea che è caratterizzata da una bassa permeabilità. La formazione rocciosa è da considerarsi prevalentemente impermeabile poiché caratterizzata da un'estrema scarsità della circolazione idrica sotterranea e, per contro, da uno sviluppo dell'idrografia superficiale.

La presenza di numerosi pozzi a uso domestico ha consentito di accertare che la zona è caratterizzata da una falda a pelo libero ospitata all'interno dei depositi alluvionali; i livelli ghiaioso-sabbiosi costituiscono sede ottimale per l'accumulo e la circolazione di acqua. Tali sedimenti hanno un grado di permeabilità primaria per porosità medio-alta, sempre legato alla percentuale di materiali fini in essi contenuti.

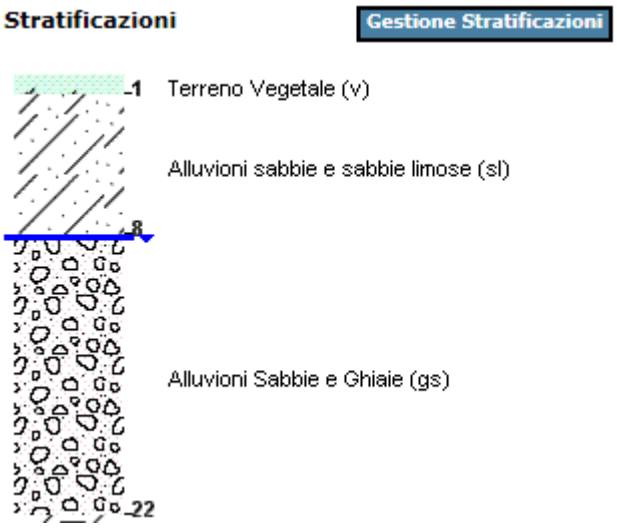
Infatti, dove prevale la componente più grossolana (sabbie e ghiaie) la permeabilità è elevata e si possono immagazzinare accumuli idrici più o meno cospicui; la piezometrica degrada leggermente in direzione dell'alveo fluviale, principale asse di drenaggio della zona.

Il drenaggio delle acque profonde è condizionato dall'assetto stratigrafico e morfologico e, dagli studi svolti, la falda alimenta il corso d'acqua soprattutto nei periodi di magra.

La stratigrafia si seguito riportata, evidenzia uno spessore superficiale rappresentato prevalentemente da sedimenti sottili rappresentati da limi e argille. In profondità, oltre i 7-8 metri, è presente uno spesso acquifero di natura ghiaiosa in matrice sabbiosa.



pozzi a uso domestico

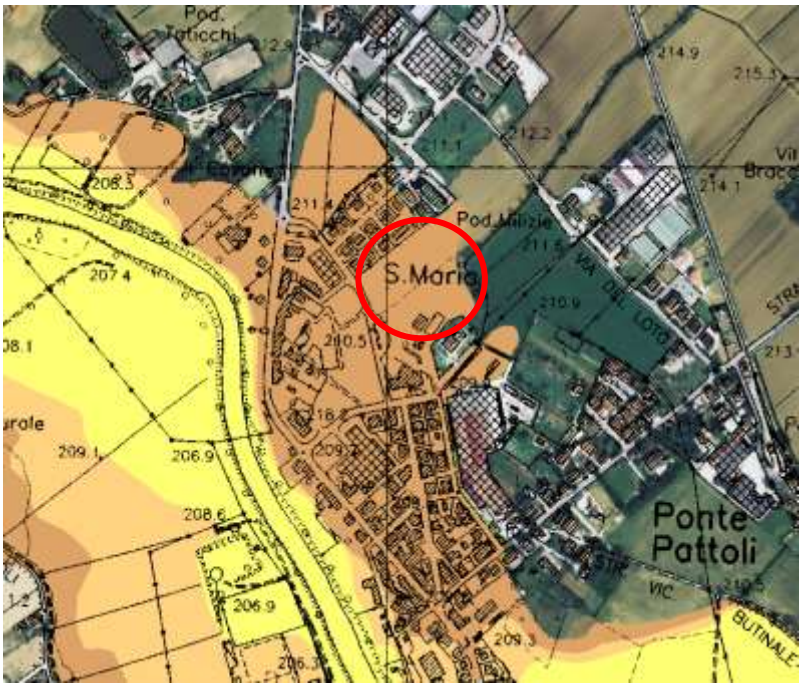


Isofreatiche e direzione di flusso

VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

L'area oggetto d'intervento si localizza nella valle del fiume Tevere, a una quota di circa 210,5 m s.l.m, in un ambito pianeggiante dove la cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Tevere ha valutato una pericolosità idraulica (fascia C) per portate al colmo con tempi di ritorno di 500 anni.

Nella fascia C, il PAI persegue l'obiettivo di aumentare il livello di sicurezza delle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria, di programmi di prevenzione e di piani di emergenza locali.



Fascia A tr 50 anni

Fascia B tr 200 anni

Fascia C tr 500 anni

Stralcio carta della pericolosità idraulica del PAI

I nuovo edifico risulta posto all'interno delle aree caratterizzate dai sedimenti alluvionali recenti del fiume Tevere, in sinistra idrografica dello stesso, le cui superfici risultano pianeggianti e in leggera pendenza in direzione del fiume. La pendenza e la composizione granulometrica dei terreni sono sufficienti a evitare il ristagno di acque superficiali.

Il sito su cui si realizzerà l'intervento è posto a una quota compresa tra 210 e 211 m s.l.m. e risulta sopraelevata, rispetto all'attuale alveo, di circa 3 metri. Il rischio di alluvionamento sussiste solo in occasione di piene cinquecentennali da parte del fiume Tevere.

Il livello di massima piena, nell'abitato di Ponte Pattoli, ha raggiunto, nel 1896, la quota di m 208.58, mai superata dalle piene successive.

Al fine di valutare il potenziale rischio e comprendere il valore della quota del tirante idraulico per le portate previsionali al colmo Qc di 500 anni, si sono estrapolate le sezioni del Tevere, a monte e a valle del sito oggetto di variante.

SEZIONI FLUVIALI

codice identificativo: TV_0808

Tratto	Tevere_A

Dati portate

Tempo di ritorno (anni)	Q. totale (mc/s)	W.S. Elev (m)	Velocita' sx (m/s)	Velocita' canale (m/s)	Velocita' dx (m/s)
50	996,00	208,54	0,46	2,48	0,64
100	1.158,00	209,04	0,44	2,33	0,66
200	1.355,00	209,45	0,46	2,28	0,71
500	1.797,00	210,35	0,46	2,14	0,77

La quota del tirante idraulico nella sezione di monte per Tr 500 anni è di **210.35 m s.l.m**

SEZIONI FLUVIALI

codice identificativo: TV_0807

Tratto	Tevere_A

Dati portate

Tempo di ritorno (anni)	Q. totale (mc/s)	W.S. Elev (m)	Velocita' sx (m/s)	Velocita' canale (m/s)	Velocita' dx (m/s)
50	997,00	207,94	0,79	3,46	0,85
100	1.158,00	208,41	0,82	3,59	0,79
200	1.356,00	208,81	0,86	3,72	0,81
500	1.798,00	210,05	0,55	2,96	0,95

La quota del tirante idraulico nella sezione di valle per Tr 500 anni è di **210.05 m s.l.m**

Come da stralcio della CTR vettoriale in scala 1.5000, il sito d'imposta della scuola risulta essere a una quota di 210.50-210,60 m s.l.m.

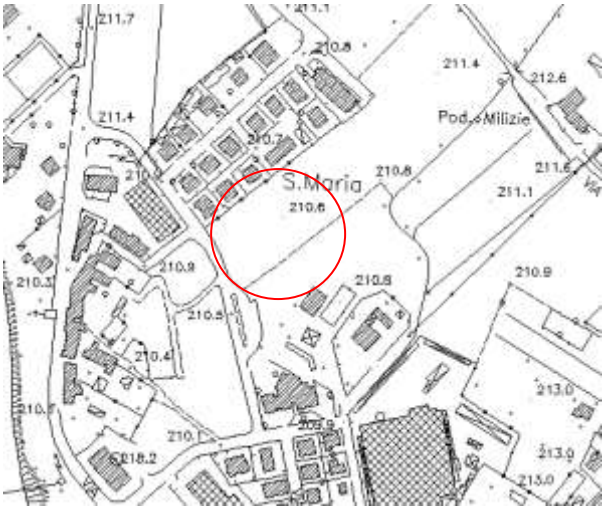
Dalle quote dei tiranti idraulici delle sezioni riportate, rispettivamente di monte e di valle (**TV 0808 = 210,35 m** e **Tv 0807= 210,05 m**), si rileva che l'area di sedime della scuola non sembrerebbe essere allagabile per esondazione del Tevere con Tr 500 anni.

In ogni caso, pur non rientrando sotto le quote delle sezioni idrauliche per Qc con Tr 500 anni, in fase di progettazione esecutiva, è necessario eseguire un rilievo topografico di dettaglio prendendo a riferimento il caposaldo del PAI, per verificare al meglio la quota d'imposta della scuola rispetto al tirante idraulico di cui sopra.

Trattandosi in ogni caso di pochi centimetri, si procederà comunque alla messa in sicurezza dell'area attraverso l'imposta del fabbricato a una quota superiore per assicurare il fabbricato scolastico fuori da qualsiasi pericolo di alluvionamento. Si provvederà inoltre a redigere in ogni caso una relazione

Infine si specifica che per la nuova scuola **non sono previsti piani interrati**.

CTR Vettoriale in scala 1:5000



MODELLAZIONE GEOLOGICA

Gli studi di carattere geologico realizzati nell'area consentono di conoscere il modello geologico e geotecnico dei terreni che rappresentano la zona oggetto d'intervento.

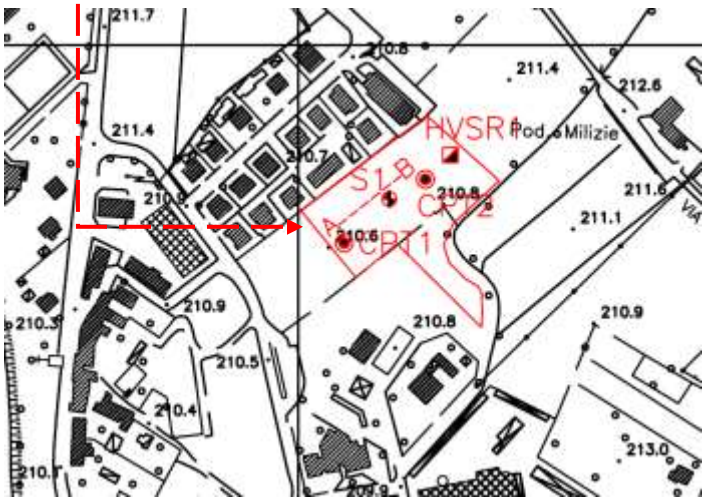
Nello specifico, sono state consultate le indagini del Piano Attuativo di lottizzazione C4, sul quale è previsto l'esproprio di cui alla presente variante al PRG.

Nel sito sono state eseguite costituite indagini geognostiche e geofisiche che hanno consentito di ricostruire il modello geologico, geotecnico e sismico locale.

Sono stati anche consultati tutti i dati sulle indagini di Microzonazione Sismica di livello di livello 1 e di livello 2 svolto per suddetta lottizzazione, le informazioni dei sondaggi eseguiti per lavori pubblici e le stratigrafie, dei pozzi ad uso domestico.

Le indagini puntuali hanno mostrato, in generale, la presenza di quattro principali strati di un terreno; partendo da un primo livello pedogenetico fino a circa 50-70 cm di profondità, seguono i limi sabbiosi marroni mediamente compatti fino a oltre i - 2 metri e successivamente fino a 6-12 metri circa sabbie e ghiaie di pezzatura centimetrica mediamente addensate. In profondità, fino e oltre i -30 metri dal p.c, le ghiaie risultano in falda e le dimensioni dei clasti sono decimetriche e si presentano in una matrice sabbiosa. Queste sono intercalate da livelli di limi sabbiosi di spessore attorno ai 4-5 metri.

Si riporta di seguito la planimetria con tutte le prove eseguite nell'area della lottizzazione C4 che rappresenta in parte anche il sito della nuova scuola.



S- Sondaggio a carotaggio continuo
P- prove penetrometriche CPT
HVSR - indagine sismica passiva
A-B - profilo sismico a rifrazione

SONDAGGIO - 1

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

Riferimento: Lottizzazione
Località: Ponte Pattoli - PERUGIA
Impresa esecutrice: Soiltecno srl
Coordinate:
Perforazione: Distruzione

Sondaggio: 1
Quota: 210
Data: 28.10.2010
Redattore: Battistoni

LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prcl. % 0 — 100	S.P.T.	N	RQD % 0 — 100	DESCRIZIONE
								Terreno vegetale
							0.8	
								Limi sabbioso-argillosi marroni di media compattezza
			68					
							2.2	
								Sabbie ghiaiose medio-dense con ciottoli centimetrici
					17-21-24	45		
							5.5	
								Ghiaie ciottolose con sabbia in falda
					23-28-25	53		
							11.0	

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

La maggior parte delle indagini svolte nell'area oggetto di variante siano esse sondaggi o prove penetrometriche e indagini sismiche ha consentito di ricavare le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni attraversati.

Di seguito è proposto un quadro riassuntivo dei parametri geotecnici che meglio rappresentano i vari sedimenti presenti nell'ambito delle alluvioni i cui valori sono stati desunti dai risultati delle prove eseguite nello stesso sito.

Con riferimento ai terreni sotto il suolo pedogenetico, i sedimenti ***limosi e sabbioso-argillosi*** rinvenuti fino a 2,30 metri presentano i seguenti parametri fisico meccanici:

γ = 19.5 kN/m³ peso di volume

cu= 50÷90 kN/m² coesione non drenata

c'=5÷10 kPa coesione efficace

ϕ'=22÷24° angolo di attrito interno efficace

Sotto i sedimenti limosi e sabbioso-argillosi, sono presenti le ***sabbie e ghiaie***, che raggiungono mediamente la profondità variabile tra 5 e 8 metri .

γ = 18-20 kN/m³ peso di volume

c'=0 kPa coesione efficace

ϕ'= 35° angolo di attrito interno efficace

Per le **ghiaie con matrice sabbiosa** sottostanti che raggiunge i 15-20 metri:

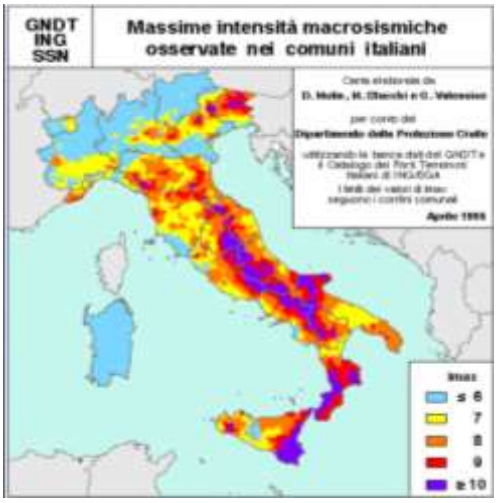
γ = 20 kN/m³ peso di volume
c'=0 kPa coesione
ϕ > 35° angolo di attrito

Le prove penetrometriche statiche CPT, confermano la successione stratigrafica e la presenza di un primo strato di terreno limoso medio-compatto seguito da uno strato sabbioso-ghiaioso su cui si sono interrotte le prove stesse (rifiuto).

Anche le indagini geofisiche testimoniano l'andamento in profondità dei vari livelli, che come riferito anche in precedenza, si presenta un po' variabile nello spazio (in profondità e arealmente) con lenti di spessore leggermente diversi. Tale andamento si riscontra anche nelle velocità delle onde di compressione Vp che risultano per lo strato limoso superiore pari a circa 330 m/sec e quello sabbioso-ghiaioso di 980 m/sec. Il libello delle ghiaie grossolane presenta una velocità delle Vs superiore che agli 800 m/sec.

CARATTERISTICHE SISMICHE E MICROZONAZIONE SISMICA

Caratterizzazione sismica (sismicità storica)

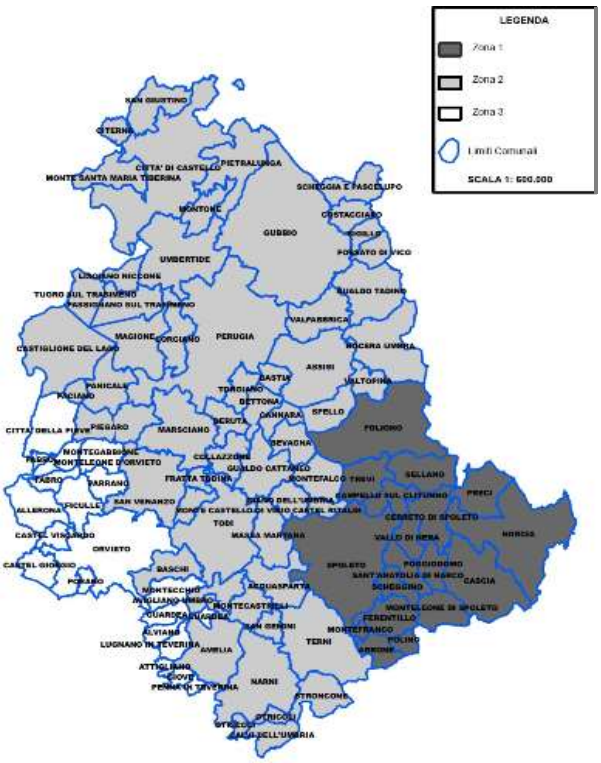


Catalogo dei terremoti italiani

Epicentri negli ultimi 25 anni

Come visibile dalle cartografie del catalogo dei terremoti italiani, dell'ING/SGA, tutto il territorio italiano è da considerarsi sismicamente attivo; per quanto riguarda la Regione Umbria, sono state raccolte le mappe di localizzazione dei principali terremoti che hanno interessato l'Italia centrale.

Sulla base dell'elenco delle zone sismiche 1, 2 e 3 definite dalla Delibera della Giunta Regionale 852/2003 "Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria", **il Comune di Perugia è stato dichiarato di Zona 2**.



Per i terreni ricadenti nella classe di sismicità sopra indicata sono stati verificati, oltre a quanto già sopra detto, la possibilità d'innesco di cedimenti differenziali, i fenomeni gravitativi e la liquefazione dei terreni.

La sismicità storica del Comune di Perugia, con particolare riferimento all'Umbria e all'Appennino Umbro Marchigiano, presenta caratteristiche ben conosciute, anche a seguito di ricerche condotte sin dall'inizio del secolo e dai dati del Catalogo dei Terremoti, dalle analisi sulla zonazione sismogenetica, dagli studi delle relazioni di attenuazione del moto del suolo e dalle valutazioni di ***a***.max (accelerazione massima), attesa con determinati tempi di ritorno.

La zonazione sismogenetica del territorio nazionale (Zonazione Sismogenetica **ZS9** – INGV, 2004), assegna all'Umbria più zone sismogenetiche della Catena Appenninica settentrionale e centrale; principalmente sono coinvolte le zone 918, 919 e 920 (Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Val di Chiana-Ciociaria) che, anche in virtù della loro maggiore estensione in senso NNO-SSE, coprono quasi tutto il territorio regionale in senso appenninico.

In particolare, nella zona **919** (Appennino Umbro), sono previste magnitudo (MW [Magnitudo momento sismico]), massime attese (cautelative), pari a **6.37** e nella zona 920 (Val di Chiana-Ciociaria), pari a 6.14; marginalmente interessata è la zona 923 (Appennino Abruzzese), dove la Magnitudo massima attesa (cautelativa) raggiunge valori di 7.06.

La massima intensità sismica osservata è d'intensità pari al 10° grado della Scala MCS (Mercalli Cancani-Sieberg), mentre la massima magnitudo (Ms) Richter è oltre a circa 6.5, con una frequenza di terremoti al di sopra del 7° grado MCS maggiore od uguale a n°20 eventi per secolo negli ultimi tre secoli e, complessivamente per tale periodo, con n°15 eventi sismici di intensità maggiore od uguale all'8° grado MCS.

Si tratta prevalentemente di un'attività sismica concentrata nei settori orientali e nord-orientali della regione, entro la crosta terrestre, con il 95% degli eventi con profondità epicentrale inferiore ai 15 Km.

La distribuzione degli eventi sismici deriva dalle zone sismogenetiche e dalle caratteristiche geologico-strutturali. In linea generale si può affermare che la zona a Est dell'allineamento F.Tevere-Valle Umbra risente di una sismicità medio-alta e alta (terremoti numerosi e forti) mentre, quella a Ovest, è interessata da un più modesto grado di sismicità da medio-basso a medio (terremoti rari e meno forti).

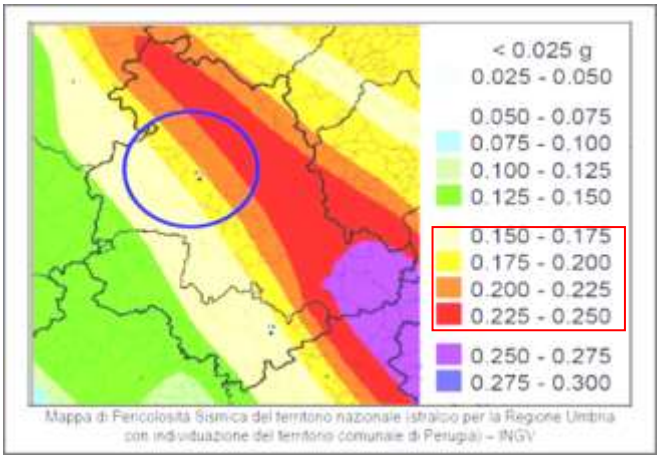
Dal Database Macrosismico Italiano 2011 (DBMI11) dell'INGV (M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi - Milano, Bologna, è possibile consultare la storia sismica del comune di Perugia; dall'archivio; da questo si sono censiti n. 97 eventi a partire dall'anno 1349.

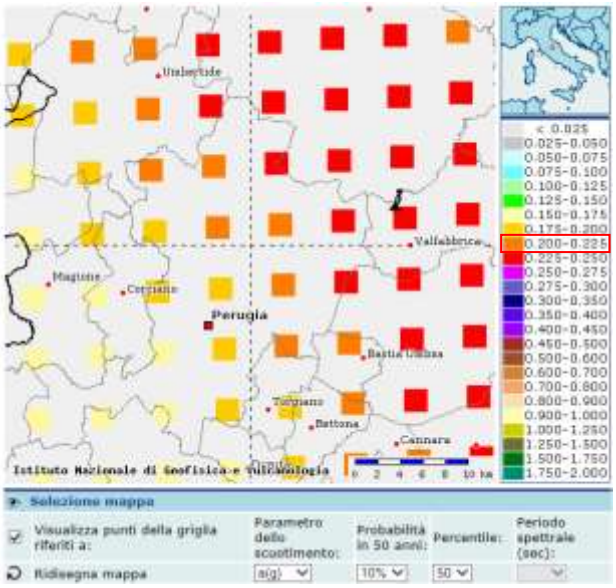
In particolare si osserva che la massima intensità di sito, Is, è di VII grado della scala Mercalli (MCS), per eventi d'intensità epicentrale, Io, del VII-X grado MCS dei terremoti del 1751 dell'Appennino Umbro- Marchigiano, del 1832 e del 1854 della Valle del Topino e del 1865 dell'Umbria settentrionale, con una magnitudo Richter compresa tra 5,1 e superiore a 6,3 gradi.

Pericolosità sismica di base

Ai sensi del D.M 17/01/18, le azioni sismiche di progetto sono determinate dalla pericolosità di base del sito oggetto d'intervento. La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione massima attesa (ag), in condizioni di campo libero sul sito di riferimento rigido (tipo A), con superficie topografica orizzontale, e in funzione dello spettro di risposta elastico in accelerazione a esso corrispondente Se (T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza (Pvr) nel periodo di riferimento (Vr).

Il quadro della pericolosità sismica di base assegna al territorio comunale valori di accelerazione massima al suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni), compresi tra 0,150 g e 0,250 g, come da cartografia allegata.





La mappa di pericolosità sismica di base assegna a Ponte Pattoli oggetto di variante un valore di accelerazione massima al suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni), compreso tra **0,200 g e 0,225 g** come da cartografia allegata.

Per la redazione del PRG sono state identificate numerose situazioni che, per le specifiche condizioni, geologiche possono dar luogo a significativi incrementi della fase sismica e/o dare origine a possibili fenomeni d'instabilità locale.

Le considerazioni sulle condizioni di pericolosità sismiche relative al territorio comunale hanno portato alla valutazione della risposta sismica in funzione della stratigrafia tipo e del relativo spettro di risposta; tale analisi fa riferimento a quanto stabilito dalla normativa sismica (L.64/74 e s.m.i. e la D.G.R 852/03 (Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria).

Le azioni sismiche di progetto si definiscono, sulla base del D.M 17/01/18 a partire dalla pericolosità di base del sito oggetto d'intervento.

<u>Microzonazione Sismica</u>

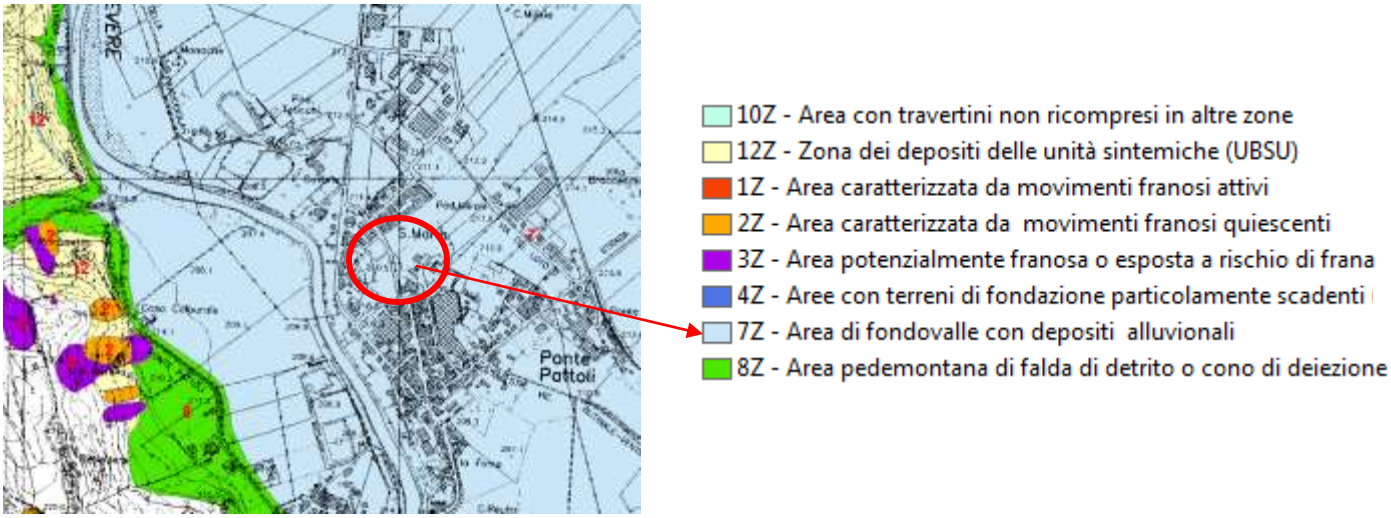
La sismicità del territorio dell'Umbria e delle Marche ha posto l'esigenza di sviluppare una corretta attività di studio tesa alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi e all'identificazione del rischio sismico. Nel territorio comunale, sono state quindi identificate numerose situazioni che, per le specifiche condizioni geologiche, possono dar luogo a significativi incrementi della fase sismica e/o dare origine a possibili fenomeni d'instabilità locale.

Per la definizione degli elementi suscettibili di amplificazioni e deformazioni del moto sismico, è stato necessario acquisire tutti gli elementi geomorfologici e litologici che condizionano, di fatto, il comportamento sismico del terreno.

La carta delle zone suscettibili di amplificazioni o instabilità dinamiche locali è, infatti, una carta derivata ed è stata eseguita per sovrapposizione di " situazioni tipo ", individuate dalle cartografie geologica e geomorfologia. La cartografia di M.S di livello 1, di seguito riportata e redatta dalla Regione dell'Umbria, indica le zone a diversa pericolosità e/o suscettibilità sismica. Inoltre, in occasione della redazione delle carte geologiche e di Microzonazione Sismica di livello 1 della città di Perugia, sono state effettuate indagini di maggior dettaglio e di approfondimento rispetto al livello 1, raggiungendo in alcune zone particolari, il livello 3 che ha portato alla definizione dello spettro di risposta del sito specifico e del fattore di amplificazione sismica locale.

Questi studi sono stati condotti dalla Regione dell'Umbria nell'ambito di un programma Operativo POR-FESR 2007/13 che ha visto la collaborazione dell'INOGS di Trieste e del CNR-IDPA di Milano.

Le considerazioni sulle condizioni di pericolosità sismica relative al territorio comunale hanno portato alla valutazione della risposta sismica in funzione delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS). Le amplificazioni del moto sismico e le deformazioni permanenti si hanno alla presenza di terreni liquefacibili, di morfologie particolari, e di coltri rimaneggiate, dotate di scarsa capacità di resistenza al taglio o interessate direttamente da una falda idrica.



<u>Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica MOPS</u>

Le recenti fasi sismiche, che del settembre del 1997 e di agosto-ottobre 2016 hanno interessato pesantemente anche il territorio dell'Umbria, hanno ripresentato l'esigenza di sviluppare una corretta attività di studio tesa alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi, all'identificazione e il riconoscimento delle aree soggette al rischio sismico.

Nel territorio comunale, il PRG identifica numerose situazioni che, per le specifiche condizioni, geologiche possono dar luogo a significativi incrementi della fase sismica e/o dare origine a possibili fenomeni d'instabilità locale. Tali situazioni avvengono alla presenza di terreni liquefacibili, in condizioni di morfologie particolari, alla presenza di coltri rimaneggiate, dotate di scarsa capacità di resistenza al taglio o interessati direttamente dalla falda.

Con riferimento a quanto definito dalla normativa in materia costruzioni in zone sismiche (L.64/74, D.G.R 852/03 (Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria), D.G.R 377/10, D.M 17/01/18 e "indirizzi e criteri per la microzonazione sismica", è stata prodotta una cartografia

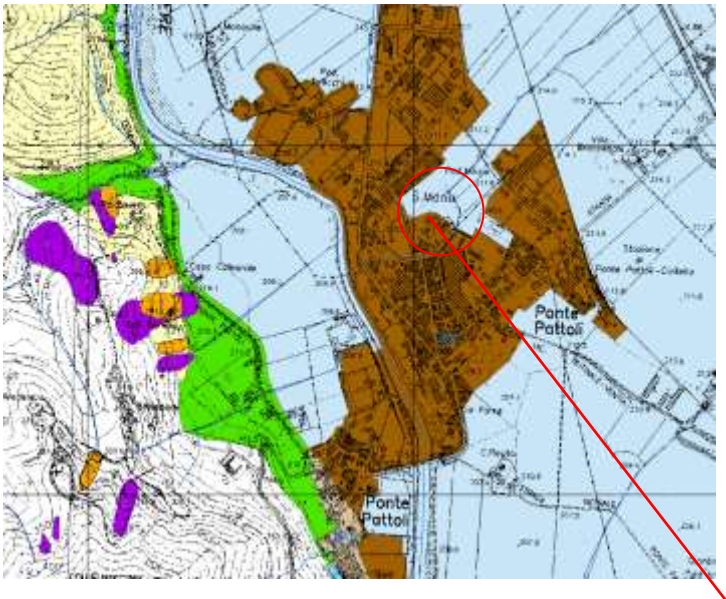
d'intesi definita di livello 1 (microzone omogenee in prospettiva sismica MOPS) che tiene conto delle valutazioni di risposta sismica dei terreni suscettibili di amplificazioni o instabilità dinamiche locali.

La carta delle MOPS effettuata dalla Regione dell'Umbria, rappresenta le aree suscettibili di amplificazioni o instabilità dinamiche locali; è una carta derivata ed è stata effettuata per sovrapposizione dalle cartografie geologiche e geomorfologiche nonché delle risultanze delle indagini geognostiche e geofisiche appositamente realizzate.

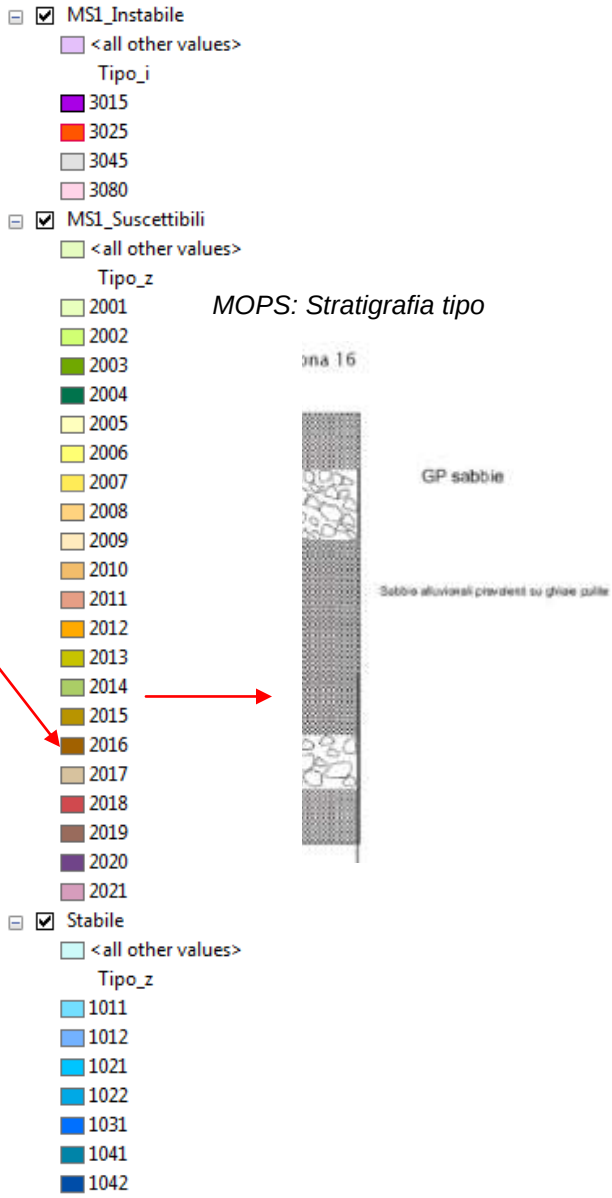
La cartografia di livello 1 individua tre grandi classi di suscettibilità sismica:

- le zone stabili
- le zone stabili suscettibili di amplificazione sismica
- le zone instabili suscettibili di amplificazione e deformazione in fase sismica

L'area in oggetto, così come la maggior parte della valle del Tevere è compresa in una zona 7 (20**16**) caratterizzata dalla presenza di terreni alluvionali stabili e suscettibili di amplificazioni sismiche..



Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica



Dalla cartografia regionale, in scala 1:10.000, si evince l'area oggetto d'intervento ricade nella <u>*zona stabile suscettibile di amplificazione locale*</u>; in particolare, nella Microzona 2016 la cui stratigrafia tipo è indicata a lato (16). In particolare, per il sito in oggetto, è necessario approfondire il livello di Microzonazione Sismica in quanto edificio sensibile. Per tale motivo, si è valutato il fattore di amplificazione sismica (Fa) utilizzando i risultati delle indagini sismiche e gli abachi di livello 2 dei criteri e delle linee guida della commissione tecnica per la microzonazione sismica (DPC 2008).

La copertura alluvionale è caratterizzata da una velocità delle onde Vs_{30} compresa 175 e 680 m/sec; tali dati sono reperiti da specifiche indagini geofisiche realizzate in sito.

Nella tabella sottostante, ripresa dalle indagini della lottizzazione C4, riporta anche i dati del substrato roccioso, rappresentato dalla formazione della Marnoso Arenacea miocenica indicata come strato D, non ritenuto sottosuolo di tipo A caratterizzato da Vs_{30}> 800 m/sec per le NTC 17/01/2018.

Strato	Profondità (m)	V_p (m/s)	V_s (m/s)
A	0.0 – 2.0	330	175
B	2.0 – 5.5	980	330
C	5.5 – 15.0	1770	680
D	15.0 – 65.0	2590	810

Sulla base del profilo di velocità è possibile ottenere le Vs equivalenti di propagazione nei primi 30 metri di profondità per la caratterizzazione sismica del sottosuolo. Dai suddetti valori si è ottenuto un valore di Vs pari a 510 m/sec che corrisponde, secondo le NTC18 al un sottosuolo di categoria B.

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* 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	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* 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	*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.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

La morfologia gioca un ruolo fondamentale per l'amplificazione sismica e, per la zona in oggetto che si presenta pianeggiante, si attribuisce una **categoria topografica T1** per la quale il valore del coefficiente di amplificazione topografico ST è pari a 1.

Per la zona si è eseguito il **livello 2** di Microzonazione Sismica; gli abachi fanno riferimento a spessori della coltre superficiale compresa tra i 5 e 150 metri m.

Considerando che la velocità delle onde Vs aumenta con la profondità, per i primi 15 metri è stato calcolato un valore di Vs_{15} = 395 m/sec (approssimato a 400 m/sec) e considerando un'accelerazione di picco al suolo media pari a 0,18 g, i fattori di amplificazione per le ghiaie con sabbie sono:

Fa = 1,68 -1,12.

ZONING GEOLOGICO TECNICO

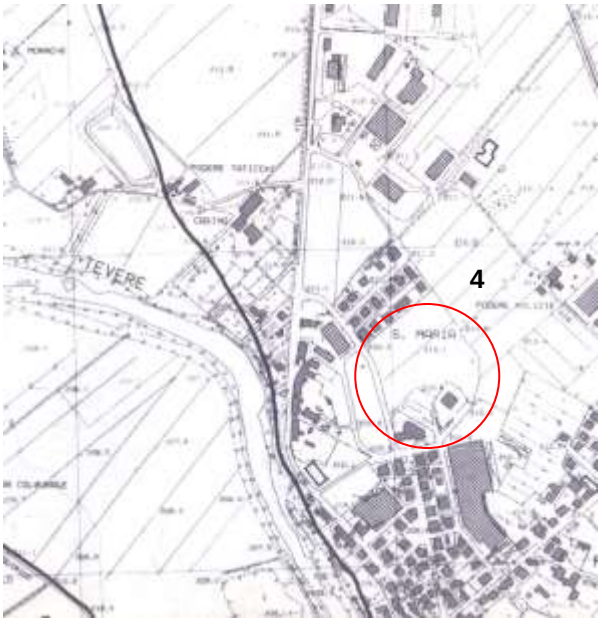
La carta dello zoning geologico tecnico, allegato al PRG parte strutturale, evidenzia ambiti omogenei per caratteristiche e problemi di carattere geologico – tecnico; sulla base di tale zonazione il territorio viene classificato in 9 classi principali e fa riferimento alla presenza di: terreni liquefacibili, morfologie particolari, coltri di terreni rimaneggiati (dissesti, colluvioni e riporti), terreni direttamente interessati da una falda idrica superficiale ecc….

La suddetta cartografia consente di dare informazioni sintetiche sulle caratteristiche litologiche, morfologiche, geotecniche e di risposta sismica attraverso la <u>suddivisione del territorio in classi di potenziale d'uso.</u>

L'area oggetto di variante ricade nella **zona 4 (Aree stabili)** definita come: "*area interessata da depositi alluvionali di spessore variabile con substrato pianeggiante o poco inclinato. I terreni presentano un comportamento geomeccanico differente sulla diversa composizione granulometrica.*

Il livello della falda idrica è normalmente compreso nei primi 10 metri di profondità dal piano di campagna".

Stralcio carta dello zoning geologico tecnico
scala 1:10.000



CONCLUSIONI

Al fine di consentire la realizzazione del nuovo edificio scolastico a Ponte Pattoli, il presente studio ha permesso di definire, con sufficiente dettaglio, le caratteristiche geologiche, idrauliche e sismiche della zona oggetto d'intervento per la quale è necessaria prioritariamente la variante al PRG alla parte Operativa.

Riguardo a quanto già definito nei vari paragrafi, si può affermare che non sussistono particolari problemi per la fattibilità geologica della variante urbanistica e del progetto stesso.

Anche dal punto di vista idrogeologico e idraulico, sono state valutate le possibili criticità; in particolare, l'area ricade in fascia C di pericolosità idraulica del PAI .

Per quest'ultimo aspetto, avendo riscontrato una difformità delle quote topografiche, tra la CTR e quelle del tirante idraulico (tr 500 anni), in fase di progettazione esecutiva si ritiene necessario effettuare un rilievo topografico prendendo a riferimento la quota del caposaldo del PAI più vicino.

Tale operazione è utile per assicurare, in ogni caso, che il fabbricato sia impostato a una quota superiore di quella risultante dallo scenario di pericolosità previsto con tempi di ritorno di 500 anni.

Non sono previste modificazioni tali da interferire con la stabilità generale dell'area, né cambiamenti al naturale deflusso delle acque superficiali; sempre in fase di progettazione esecutiva dovrà comunque essere considerato e assicurato il corretto smaltimento delle acque bianche in relazione alle pendenze locali, alla distanza con il reticolo idrografico minore e alle opere infrastrutturali idrauliche presenti nell'area (fognature).

Infine, per gli aspetti legati alla pericolosità e suscettibilità sismica, trattandosi di un edificio sensibile che prevede ammassamento di persone (scuola), si ritiene opportuno approfondire le indagini di microzonazione sismica al livello 3, con la definizione dello spettro specifico di sito.

Perugia, dicembre 2018

Dott.ssa Geol. Guendalina Antonini

Aggiornamento Professionale Continuo
A.P.C.
CERTIFICATO
Dott. Geol. Antonini Guendalina
Triennio 2014-2016
Valido fino a gennaio 2020
Ordine dei Geologi
Umbria

Lottizzazione C4

Committente:	**SCATENA COSTRUZIONI S.r.l.**
Località:	Ponte Pattoli di PERUGIA.
Progetto:	Lottizzazione terreno residenziale.

INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISCHE IN POSTO:

- n°2 Prove penetrometriche statiche* CPT-M (*profondità m. 5,6+6,0 dal p.c.*);
- n°1 Profilo sismico a rifrazione AB=50 m (scoppi coniugati).
- n°1 Misura microtremore sismico HVSR – stazione singola.

Le prove sono state eseguite secondo le procedure di riferimento standard internazionali (I.S.S.M.F.E., 1988) e le Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I., 1977).

* **I risultati** comprendono, per ogni prova statica:

fg. "A") i diagrammi dell'andamento della *resistenza di punta* (q_c), della *resistenza laterale* sul manicotto di frizione (f_s) in MPa e del *rapporto di frizione* (R_f) in % contro la profondità in m.

fg. "B") la tabella dei valori di resistenza misurati con manometro ad alta precisione e i corrispondenti parametri geotecnici del terreno ricavati, in base alle assunzioni fatte sullo stato delle tensioni nel sottosuolo, con le più diffuse relazioni sperimentali ed in particolare

per *terreni incoerenti*:

- Densità relativa	$D_r = -98 + 66\log_{10}(q_c/\sigma'^{0.5}_v)$	(Lancellotta, 1983);
- Modulo di Taglio	$G_0 = 44q_c(\sigma'_{oct})^{-0.12}\exp(-1.92D_r)$	(Baldi et Al., 1986);
- Modulo di deformazione drenato	$E' = 3q_c\,OCR^{1/2}$	(Schmertmann et Al., 1978);
- Indice di rigidezza	$I_r = 300/R_f$	(Baldi et Al., 1981);
- Angolo d'attrito interno effettivo (limi)	$\phi'^1 =$	
- Angolo d'attrito interno effettivo (sabbie)	$\phi'^2 = \mathrm{arctg}[(1/3.04)\mathrm{Log}_{10}(q_c/\sigma'_v)]$	(Caquot)

e per *terreni coerenti*:

- Coesione non drenata	$c_u = (q_c - \sigma'_v)/30$	(Lunne e Eide, 1976);
- Sensitività	$S_t = 15/R_f$	(Schmertmann et Al., 1978);
- Modulo di deformazione non drenato	$E_u = 500c_uOCR^{0.5}$	(Ladde et Al., 1977).

Le prospezioni sismiche a rifrazione sono state eseguite secondo il metodo degli scoppi coniugati (n°2 scoppi eseguiti agli estremi della base sismica A-B).

** **I risultati** comprendono, per ogni prospezione sismica:

- la tabella dei dati della prospezione sismica a rifrazione con i valori dei tempi di ritardo delle onda "p" dedotti dai sismogrammi ottenuti con strumentazione PASI LCM-3 canali;
- le copie delle registrazioni sismiche ottenute in campagna con strumentazione PASI LCM-3 canali;
- il grafico delle dromocrone relative agli scoppi diretto e coniugato e l'interpretazione sismica del profilo ottenuta, supponendo i rifrattori planari, mediante software "Procedure di geofisica" – Università di Napoli "Federico II".

Le misure di microtremore ambientale sono state eseguite con strumentazione "Sara" e registrazione T=15 min da cui è stata estrapolata la curva sintetica (software di elaborazione "Geopsy") e la relativa interpretazione (Software "Dinver).

** **I risultati** comprendono, per ogni misura di microtremore H/V:

- lo spettro di registrazione e il campionamento del segnale;
- la curva sintetica ottenuta mediante software specifico (Geopsy);
- il grafico delle velocità Vs/profondità e l'interpretazione del profilo da cui si deduce la Vs_{30}.

Deruta, li 25/08/2010

Il Responsabile.

SOILTECNO

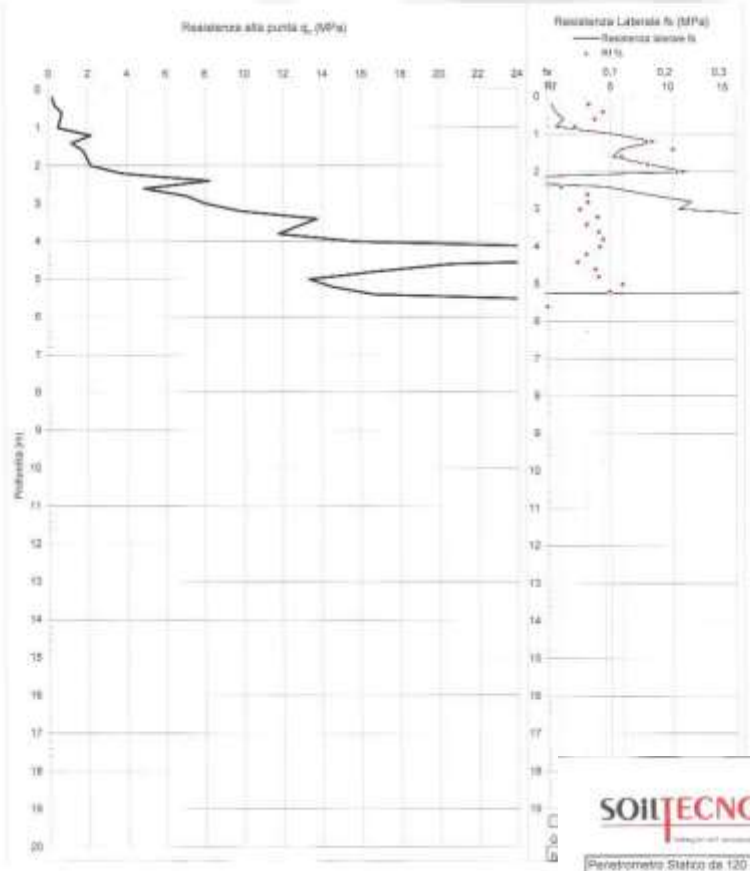
Soiltecno S.r.l. - Z.A. S.Nicolò di Celle - Deruta (PG) - Tel. & Fax 075/9174012 Rif.: 53-10

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M N° 1

Foglio "A"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante	Committ.: SCATENA Costruzioni S.r.l.	Data:	25/08/10
Punta meccanica tipo "Begemann" (ø=35,7 mm) vertice 60°	Località: Ponte Pattoli di PERUGIA (PG)	Oper.:	Pereyra
Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm²)	Quota piano camp.: m 210,5 s.l.m.	Prof. falda da G.L.:	n.r.
Velocità d'avanzamento 2 cm/s (±0,5 cm/s) - Anello allarg.: si	Quota inizio prova: m 210,5 s.l.m.	Prof. stab. falda:	n.r.

DIAGRAMMI DI RESISTENZA



SOILTECNO

Soiltecno S.r.l. - Z.A. S.Nicolò di Celle - Deruta (PG) - Tel. & Fax 075/9174012 Rif.: 53-10

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M N° 1

Foglio "B"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante	Committ.: SCATENA Costruzioni S.r.l.	Data:	25/08/10
Punta meccanica tipo "Begemann" (ø=35,7 mm) vertice 60°	Località: Ponte Pattoli di PERUGIA (PG)	Oper.:	Pereyra
Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm²)	Quota piano camp.: m 210,5 s.l.m.	Prof. falda da G.L.:	n.r.
Velocità d'avanzamento 2 cm/s (±0,5 cm/s) - Anello allarg.: si	Quota inizio prova: m 210,5 s.l.m.	Prof. stab. falda:	n.r.

VALORI DI RESISTENZA TENSIONI TERRENO PARAMETRI GEOTECNICI

Prof.	q_c	f_s	Q_t	Rf	Ir	γ	γ_w	σ'	OCR	D_r	G_0	E' (terreni incoerenti)	Ir	ϕ'	ϕ^p	C_u/σ' (terreni coesivi)	C_u	Sr	E_u
m	MPa	MPa	kN	%	-	kN/m³	kN/m³	kPa	-	%	MPa	MPa	-	°	°	-	kPa	-	MPa
0,2	0,2	0,01	0,2	3,3	30	18,0		3,6	5,0	2	6	1,3	90	24	30	1,8	6	6	7
0,4	0,3	0,01	0,4	4,4	23	18,5		7,3	4,0	4	9	1,8	68	23	28	1,3	10	3	10
0,6	0,7	0,03	1,0	3,8	28	18,0		10,9	5,0	22	13	4,5	79	25	31	2,1	23	4	25
0,8	0,8	0,01	1,8	2,2	45	18,0		14,5	4,0	14	13	3,5	135	23	28	1,3	19	7	19
1,0	0,5	0,10	1,6	21,3	5	19,5		18,4	3,0	5	13	2,5	14	20	25	0,8	15	1	14
1,2	2,2	0,17	4,5	7,9	13	19,5		22,3	6,0	46	25	15,9	38	28	33	3,2	71	2	67
1,4	1,2	0,12	7,1	10,0	10	19,5		26,2	4,0	25	20	7,1	30	23	28	1,6	38	2	38
1,6	1,8	0,10	9,8	5,9	17	19,5		30,1	5,0	36	24	11,6	51	25	30	1,9	58	3	65
1,8	2,0	0,16	11,4	8,0	13	19,5		34,0	5,0	38	26	13,2	38	25	30	1,8	64	2	72
2,0	2,2	0,22	9,6	10,3	10	19,5		37,9	5,0	37	27	14,5	29	26	30	1,8	71	1	79
2,2	3,7	0,18	10,8	4,2	24	18,0		41,5	6,0	52	35	27,4	71	27	33	3,0	123	4	192
2,4	8,2	0,09	17,7	1,1	90	18,0		45,1	6,0	73	51	60,5	270	31	37	6,1	275	14	334
2,6	4,9	0,16	18,6	3,2	31	18,0		48,7	6,0	57	41	36,0	94	28	33	3,3	152	5	198
2,8	7,1	0,23	12,7	3,2	31	18,0		52,3	6,0	67	48	51,9	93	29	35	4,5	234	5	286
3,0	6,0	0,21	19,6	2,6	38	18,0		56,9	6,0	69	52	55,1	115	30	35	4,8	266	6	325
3,2	9,6	0,39	21,6	4,0	25	19,5		60,8	6,0	74	57	72,1	75	30	36	5,4	325	4	396
3,4	13,7	0,43	26,5	3,1	33	18,0		63,4	6,0	83	67	100,9	85	32	36	7,2	456	5	558
3,6	12,7	0,52	23,6	4,1	24	18,5		67,1	6,0	80	65	93,7	73	31	37	6,3	423	4	518
3,8	11,8	0,52	26,5	4,4	23	18,5		70,8	6,0	77	64	86,5	68	31	36	6,5	390	3	478
4,0	15,7	0,65	29,4	4,2	24	18,5		74,5	6,0	84	73	115,3	72	32	37	7,0	521	4	638
4,2	29,4	0,92	49,0	3,1	32	18,0		78,1	6,0	102	88	216,2	96	36	40	12,5	978	5	1196
4,4	35,3	0,85	58,8	2,4	42	18,0		81,7	6,0	106	107	259,4	126	38	41	14,4	1174	6	1438
4,6	20,6	0,78	54,7	3,8	26	18,0		85,3	6,0	90	84	151,3	70	32	36	8,0	684	4	837
4,8	16,7	0,68	62,3	4,1	25	18,5		89,0	6,0	84	77	122,5	74	31	37	6,2	553	4	677
5,0	13,3	0,60	62,8	5,0	17	19,5		92,9	6,0	77	70	98,0	50	30	35	4,8	441	3	541
5,2	14,5	0,72	66,7	5,0	20	19,0		96,7	6,0	78	73	106,7	61	30	36	5,0	481	3	589
5,4	16,7	1,06	72,6	11,9	9	18,0		100,3	6,0	82	79	122,5	28	31	36	5,5	552	1	677
5,6	29,4	0,00	0,0	0,0	#####	18,0		103,9	6,0	98	102	216,2	#####	33	38	9,4	977	###	1197

SOILTECNO

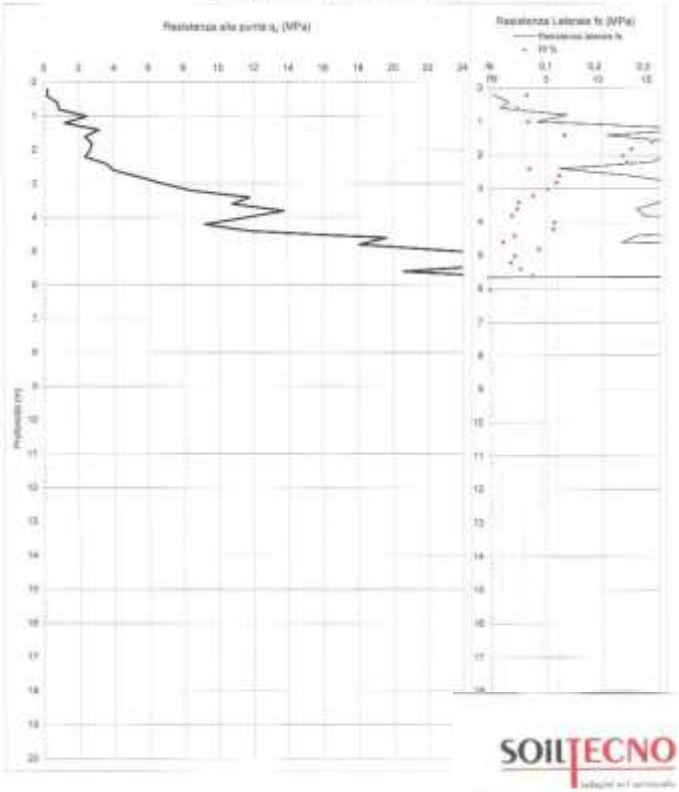
Soiltecno S.r.l. - Z.A. S.Nicolò di Celle - Deruta (PG) - Tel. & Fax 075/9174012 Rif.: 53-10

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M N° 2

Foglio "A"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante	Committ.: **SCATENA Costruzioni S.r.l.**	Data:	25/08/10
Punta meccanica tipo "Begemann" (ø=35,7 mm) vertice 60°	Località: Ponte Pattoli di PERUGIA (PG)	Oper.:	Pereyra
Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm²)	Quota piano camp.: m 210,5 s.l.m.	Prof. falda da Q.c.:	n.r.
Velocità d'avanzamento 2 cm/s (±0,5 cm/s) - Anello allarg.: si	Quota inizio prova: m 210,5 s.l.m.	Prof. stab. falda:	n.r.

DIAGRAMMI DI RESISTENZA



SOILTECNO

Soiltecno S.r.l. - Z.A. S.Nicolò di Celle - Deruta (PG) - Tel. & Fax 075/9174012 Rif.: 53-10

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M N° 2

Foglio "B"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante	Committ.: **SCATENA Costruzioni S.r.l.**	Data:	25/08/10
Punta meccanica tipo "Begemann" (ø=35,7 mm) vertice 60°	Località: Ponte Pattoli di PERUGIA (PG)	Oper.:	Pereyra
Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm²)	Quota piano camp.: m 210,5 s.l.m.	Prof. falda da Q.c.:	n.r.
Velocità d'avanzamento 2 cm/s (±0,5 cm/s) - Anello allarg.: si	Quota inizio prova: m 210,5 s.l.m.	Prof. stab. falda:	n.r.

VALORI DI RESISTENZA — TENSIONI TERRENO — PARAMETRI GEOTECNICI

Prof.	qc	fs	Qt	Rf	Ir	γ	γw	σ'	OCR	Dr	Go	E'	Ir	φ'c	φ'p	Cu/σ'	Cu	St	Eu
						terreni incoerenti										terreni coesivi			
m	MPa	MPa	kN	%	-	kN/m³	kN/m²	kPa	-	%	MPa	MPa	-	°	°	-	kPa	-	MPa
0,2	0,2	0,01	0,2	3,3	30	18,0		3,6	5,0	2	6	1,3	90	24	30	1,8	6	5	7
0,4	0,2	0,03	0,4	16,7	6	19,5		7,5	3,0	6	8	1,0	18	20	25	0,8	6	1	5
0,6	0,8	0,02	1,6	2,5	40	18,0		11,1	5,0	26	14	5,3	120	26	31	2,3	26	6	29
0,8	0,9	0,14	1,6	15,6	6	19,5		15,0	5,0	25	16	5,9	19	25	30	1,9	29	1	32
1,0	2,5	0,08	9,4	3,5	29	18,0		18,6	6,0	51	26	18,0	87	29	35	4,4	81	4	99
1,2	1,2	0,37	4,1	31,1	3	19,5		22,5	5,0	27	19	7,9	10	24	29	1,7	38	0	43
1,4	3,1	0,21	8,8	6,7	15	19,5		26,4	6,0	53	30	23,1	45	29	34	3,9	104	2	127
1,6	2,4	0,34	9,0	14,4	7	19,5		30,3	6,0	43	27	17,3	21	26	32	2,6	77	1	95
1,8	2,7	0,35	10,6	12,6	8	19,5		34,2	6,0	46	30	20,2	24	27	32	2,6	90	1	111
2,0	2,6	0,31	11,8	11,9	8	19,5		38,1	5,0	43	30	17,8	25	28	31	2,3	87	1	97
2,2	2,4	0,29	12,7	12,2	8	19,5		42,0	5,0	38	29	15,8	25	25	30	1,8	77	1	86
2,4	3,5	0,12	14,3	3,5	28	18,0		45,8	6,0	49	35	25,9	85	28	32	2,5	116	4	142
2,6	4,0	0,25	16,3	6,2	16	19,5		49,6	6,0	51	37	29,5	49	27	32	2,7	132	2	162
2,8	5,5	0,33	14,7	6,0	17	19,5		53,4	6,0	59	43	40,4	50	28	34	3,4	181	3	222
3,0	6,9	0,35	16,7	5,1	19	19,5		57,3	6,0	64	48	50,4	56	29	34	4,0	227	3	278
3,2	8,4	0,33	17,7	3,9	26	18,0		60,9	6,0	70	54	62,0	77	30	35	4,6	279	4	342
3,4	11,8	0,30	23,5	2,6	39	18,0		64,5	6,0	78	63	86,5	117	31	37	6,0	390	6	478
3,6	10,8	0,26	21,6	2,4	41	18,0		68,1	6,0	75	61	79,3	124	30	36	5,2	357	6	438
3,8	13,7	0,27	26,5	2,0	50	18,0		71,7	6,0	81	68	100,9	150	31	37	6,3	456	8	558
4,0	11,6	0,67	27,5	5,8	17	19,5		75,6	6,0	75	64	85,0	52	30	36	5,1	383	3	469
4,2	9,2	0,52	25,5	5,7	18	19,5		79,5	6,0	68	58	67,7	53	29	34	3,8	305	3	373
4,4	11,8	0,26	29,4	2,2	45	18,0		83,1	6,0	75	65	86,5	135	30	35	4,7	390	7	477
4,6	19,6	0,24	35,3	1,2	83	18,0		86,7	6,0	89	83	144,1	250	32	38	7,5	651	13	797
4,8	18,0	0,76	31,4	4,3	23	19,5		90,4	6,0	86	80	132,6	69	31	37	6,6	598	3	733
5,0	23,5	0,52	39,2	2,2	45	18,0		94,0	6,0	93	91	173,0	135	33	38	8,3	781	7	957
5,2	31,4	0,59	49,0	1,9	53	18,0		97,6	6,0	100	104	230,6	160	34	40	10,7	1043	8	1277
5,4	26,5	0,72	53,0	2,7	37	18,0		101,2	6,0	95	97	184,6	110	33	38	8,7	879	6	1077
5,6	20,6	0,76	56,9	3,8	26	18,0		104,8	6,0	87	87	151,3	79	31	37	6,5	683	4	836
5,8	27,5	2,09	64,7	7,6	13	18,0		108,4	6,0	95	100	201,8	39	33	38	8,4	912	2	1117
6,0	31,4	0,00	0,0	0,0	####	18,0		112,0	6,0	98	106	230,6	####	33	39	9,3	1042	###	1277

SOILTECNO s.r.l. - DERUTA (PG)
Indagini nel sottosuolo

Procedure di Geofisica v2.0 - Indagine Sismica a Rifrazione

Stendimento: 1 profilo: A-B azimut: N 458

Localita : Ponte Pattoli - PERUGIA Data: 08.11.10

Offset = 5 m Distanza intergeofonica = 5 m

PUNTI SPERIMENTALI

Stendim. diretto		Stendim. coniugato	
Distanza [m]	Tempo [ms]	Distanza [m]	Tempo [ms]
5.0	12.4	5.0	15.0
10.0	18.2	10.0	24.8
15.0	24.0	15.0	28.4
20.0	27.6	20.0	28.8
25.0	28.8	25.0	31.6
30.0	32.8	30.0	34.4
35.0	36.0	35.0	38.4
40.0	39.6	40.0	40.0
45.0	41.6	45.0	42.4

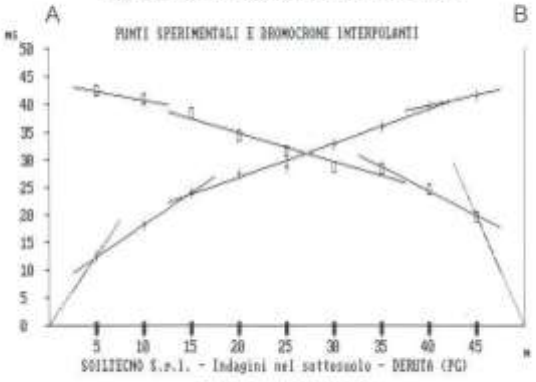
Strato	Vel. dir. [m/s]	t. int. [ms]	Vel. con. [m/s]	t. int. [ms]
1	403.2	0.0	355.1	0.0
2	862.1	4.6	1136.4	15.5
3	1632.5	14.6	1864.1	19.5
4	2489.9	23.8	3124.9	28.0

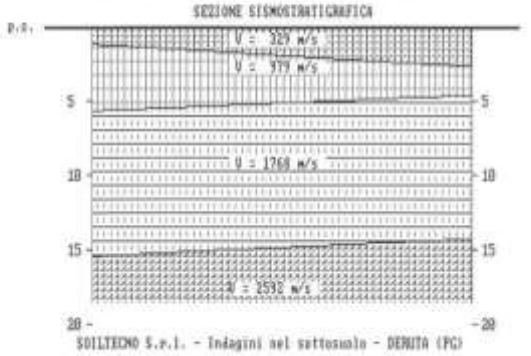
INTERPRETAZIONE

Strato	Velocita [m/s]	Spess.A [m]	Spess.B [m]	Dip [deg]	Prof.A [m]	Prof.B [m]
1	329.2	1.2	2.7	- -	1.2	2.7
2	979.2	4.6	2.0	-3	5.7	4.7
3	1767.8	8.8	9.7	4	15.5	14.4
4	2591.5	- - -	- - -	7	- - -	- - -

PROFILO SISMICO A-B - scoppi coniugati - Interpretazione modello a quattro strati - rifrattori piani

- Lottizzazione SANTINI-MORANDI - Ponte Pattoli di PERUGIA -

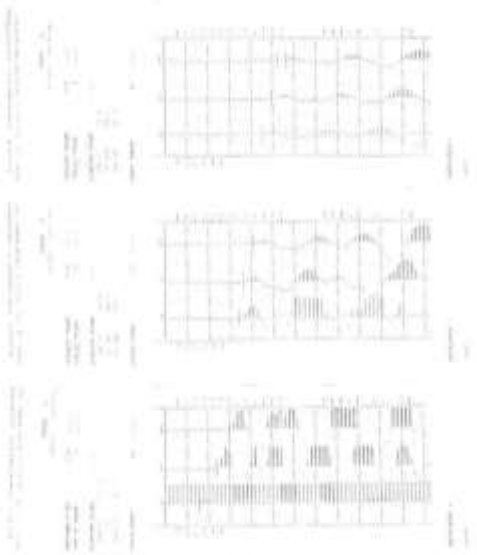




- PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE A-B - Scoppi coniugati - Registrazione strumentale scoppio "A" -

Località: Ponte Pattoli - PERUGIA

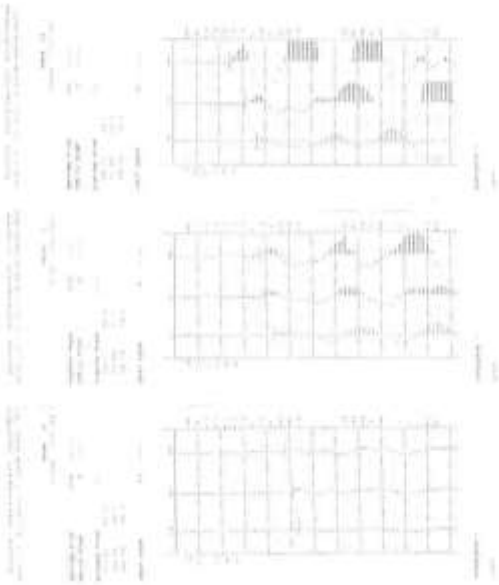
Progetto: Lottizzazione Santini - Morandi



- PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE A-B - Scoppi coniugati - Registrazione strumentale scoppio "B" -

Località: Ponte Pattoli - PERUGIA

Progetto: Lottizzazione Santini - Morandi

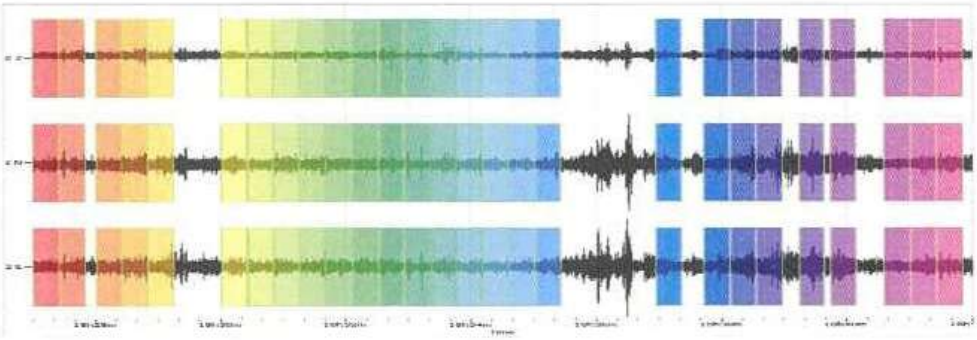


SOILTECNO

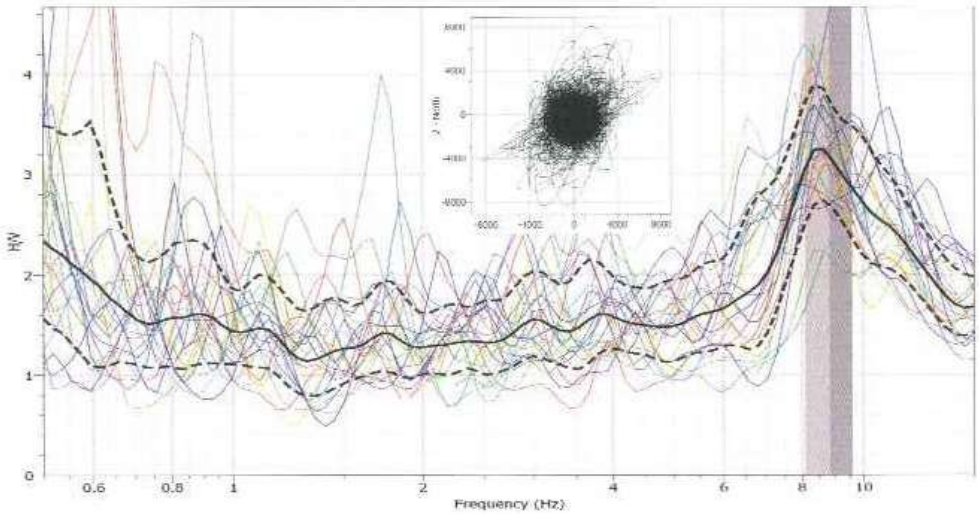
ANALISI DI MICROTREMORE SISMICO - **HVSR** - stazione singola

Lottizzazione SANTINI - MORANDI – Ponte Pattoli di PERUGIA

- REGISTRAZIONE E CAMPIONAMENTO SEGNALE (Software Seismowin & Geopsy) -



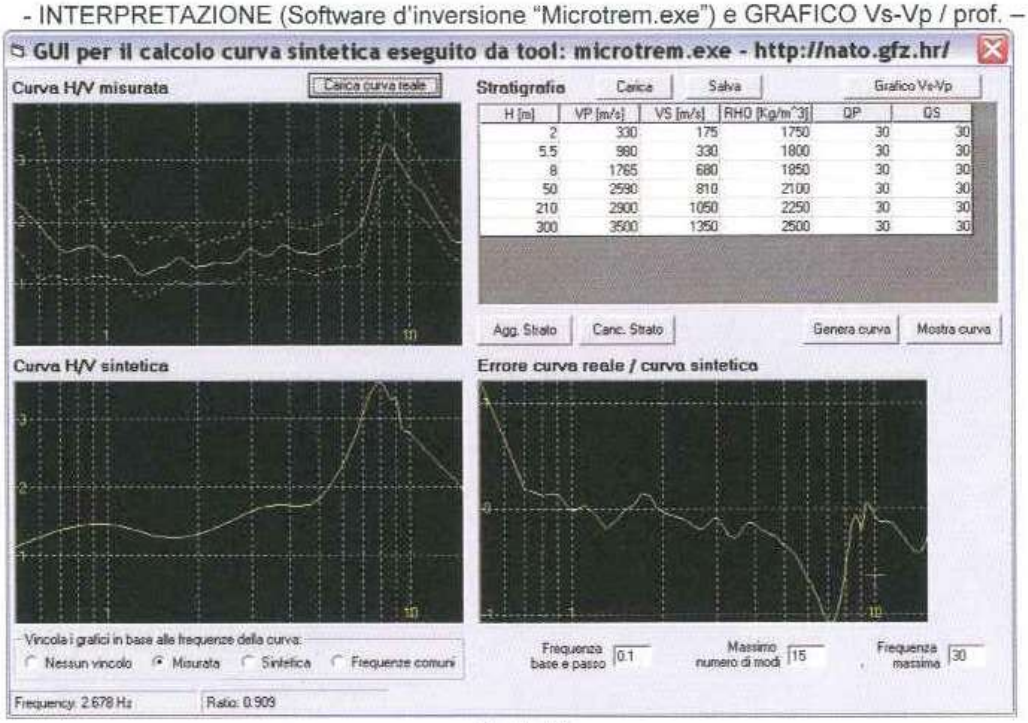
- CURVA SINTETICA (Software Geopsy) -



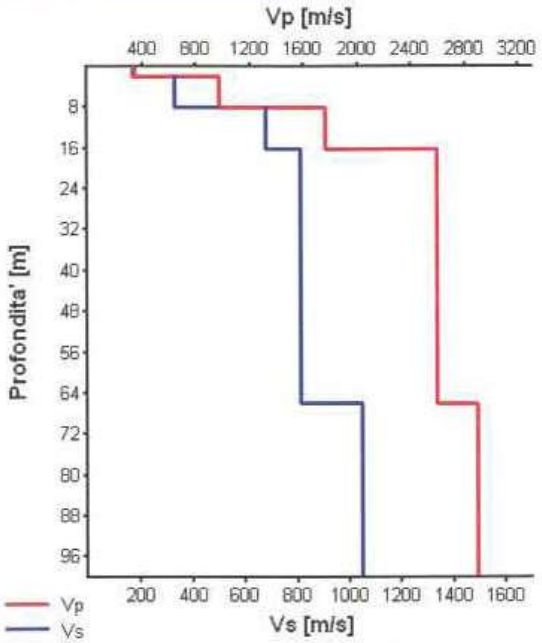
ANALISI DEL MICROTREMORE SISMICO - **HVSR-1** - stazione singola

Ponte Pattoli di PERUGIA

- INTERPRETAZIONE (Software d'inversione "Microtrem.exe") e GRAFICO Vs-Vp / prof. –



H [m]	VP [m/s]	VS [m/s]	RHO [Kg/m^3]	QP	QS
2	330	175	1750	30	30
5.5	980	330	1800	30	30
8	1765	680	1850	30	30
50	2590	810	2100	30	30
210	2900	1050	2250	30	30
300	3500	1350	2500	30	30



Vs_{30} = 511,4 m/s