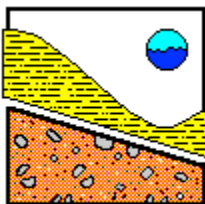


**STUDIO DI GEOLOGIA**  
**Geologo Corrado Ciurli - Geologo Laura Grassi - Geologo Valentina Picchi**



via G. Di Vittorio, n. 41 - 51035 LAMPORECCHIO (PT)  
Tel. e Fax 0573 81756  
e-mail: geol.corradociurli@gmail.com

**REALIZZAZIONE DI UNA ROTATORIA IN CORRISPONDENZA  
DELL'INTERSEZIONE FRA VIA FIRENZE (S.P.44) E VIA LARGA**



**RELAZIONE GEOLOGICA  
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA**

Committente: COMUNE DI QUARRATA  
UFFICIO TECNICO COMUNALE  
Servizio Lavori Pubblici  
via Trieste 1 - 51039 Quarrata (PT)



Dr. Corrado Ciurli  
Geologo

Collaboratori: Geologo Laura Grassi  
Geologo Valentina Picchi

LUGLIO 2018

**Geologo Corrado Ciurli** via G. Di Vittorio n. 41 - 51035 LAMPORECCHIO (PT) - P.IVA 01262610478  
Tel. e Fax 0573 81756 - e-mail: geol.corradociurli@gmail.com

## **PREMESSA**

Il presente studio geologico, geotecnico e sismico è stato redatto, su incarico del Comune di Quarrata, a supporto del progetto di realizzazione di una rotatoria in corrispondenza dell'intersezione fra via Firenze (S.P.44) e via Larga, in località La Tinaia, redatto dall'Ufficio Tecnico Comunale Servizio Lavori Pubblici.

La relazione geologica, ai fini della caratterizzazione geologica-geotecnica e sismica dell'area interessata dal progetto, è stata redatta ai sensi del D.M. 17.01.2018.

Ai sensi della normativa nazionale e regionale vigente, D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni, DPGR del 9 luglio 2009 n. 36/R, lo studio è stato condotto in modo da approfondire il quadro delle conoscenze già disponibili, rappresentato dagli elaborati geologici contenuti nel Piano Strutturale (2017) e nel Regolamento Urbanistico del Comune di Quarrata, ed è stato articolato nel modo seguente:

- verifica dell'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico di un congruo intorno della zona in esame il cui equilibrio potrebbe risultare potenzialmente modificabile dal progetto;
- ricostruzione del modello litostratigrafico e geotecnico del sottosuolo in esame sulla base delle informazioni contenute nei dati di base a supporto del P.S. comunale integrati da una campagna geognostica consistita nell'esecuzione in situ di n.2 prove penetrometriche statiche CPT, che hanno raggiunto una massima profondità di investigazione di 8,6 m dal piano di campagna;
- misurazione del livello piezometrico nei fori delle prove, per una eventuale corretta individuazione della falda sotterranea;
- ricostruzione del modello sismico del sottosuolo in esame sulla base delle informazioni contenute nei dati di base integrati da una misura di sismica passiva (HVSr);

La consultazione dei dati geognostici di base e i risultati delle indagini hanno permesso di valutare le caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e geofisiche del terreno di fondazione per una valutazione della compatibilità geologica e sismica dell'intervento edilizio e la definizione del modello geologico, geotecnico e sismico del terreno di fondazione per una valutazione della resistenza di progetto, dei cedimenti del terreno e, per quanto concerne la risposta sismica del terreno, l'attribuzione della categoria di sottosuolo.

## **UBICAZIONE**

L'area oggetto del presente studio, destinata alla realizzazione di una rotatoria stradale, è ubicata nella parte N del territorio comunale e, in particolare, a NE dell'abitato di Quarrata, nei pressi della località La Tinaia, in un'area completamente pianeggiante compresa tra il fosso di Collecchio e il Fosso della Fermulla, affluenti in destra idrografica del torrente Stella.

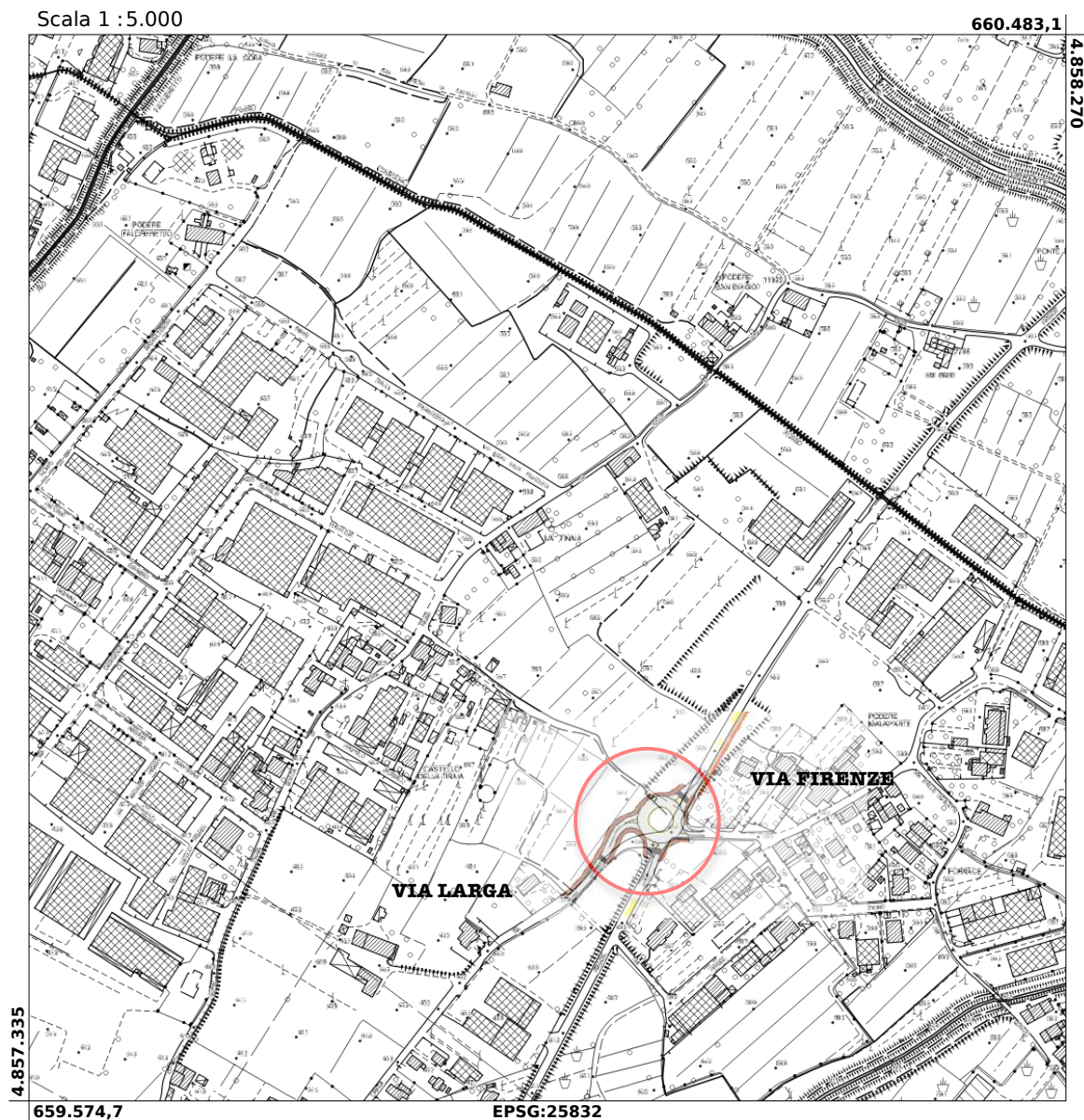
La zona, urbanizzata, presenta una topografia con quote variabili da circa 39 a circa 40 m s.l.m..







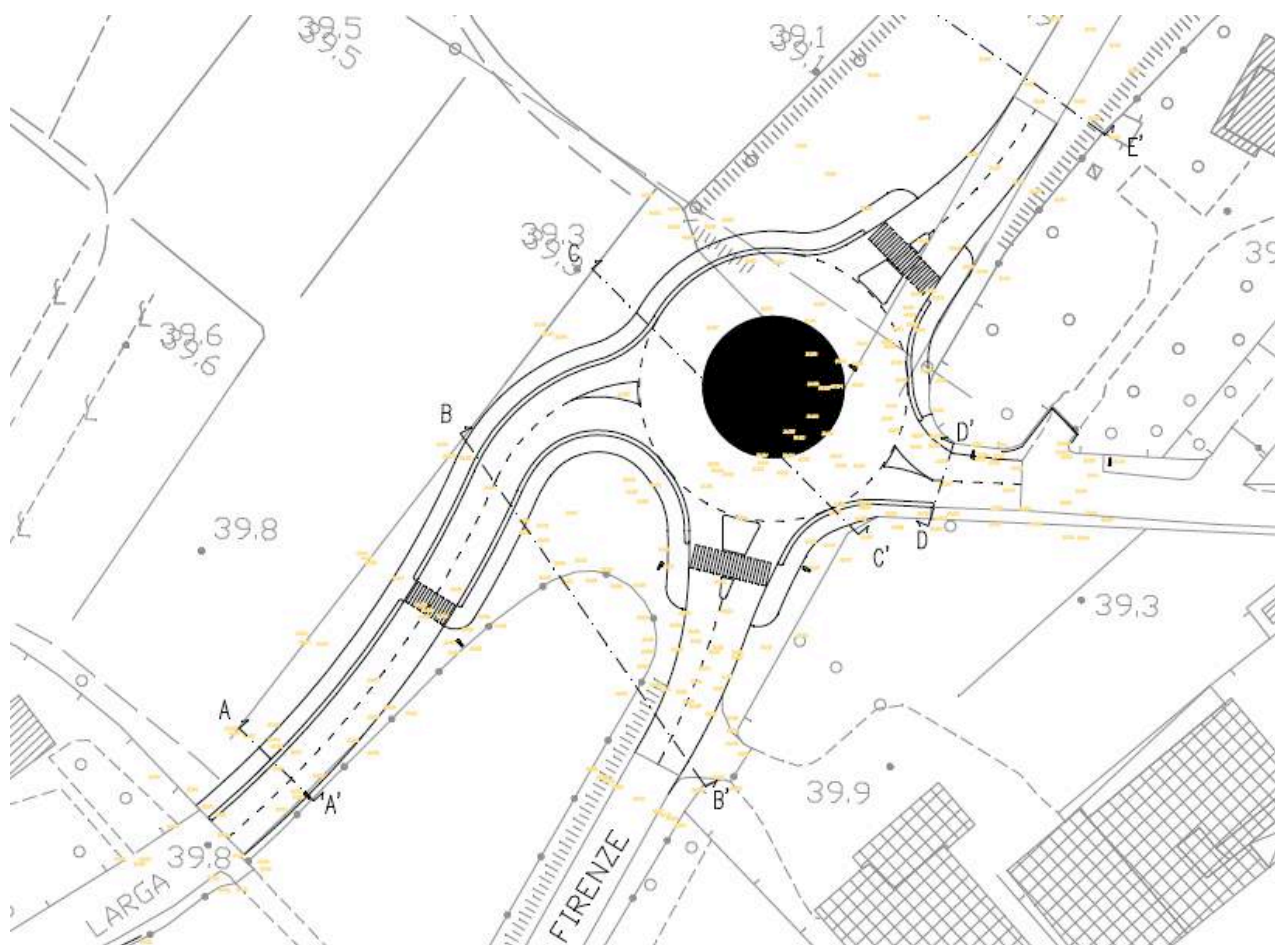
## Regione Toscana - SITA: Cartoteca



### CARATTERISTICHE DELLA ROTONDA STRADALE

La sistemazione a rotonda si configura come intervento di adeguamento di intersezione esistente. L'intervento prevede la realizzazione di una rotonda con un raggio esterno di 20 m all'incrocio tra via Larga e via Firenze e il rifacimento di alcuni tratti degli assi viari che confluiscono sulla nuova rotonda; al fine di regolare e ordinare i flussi veicolari presenti su tali arterie.

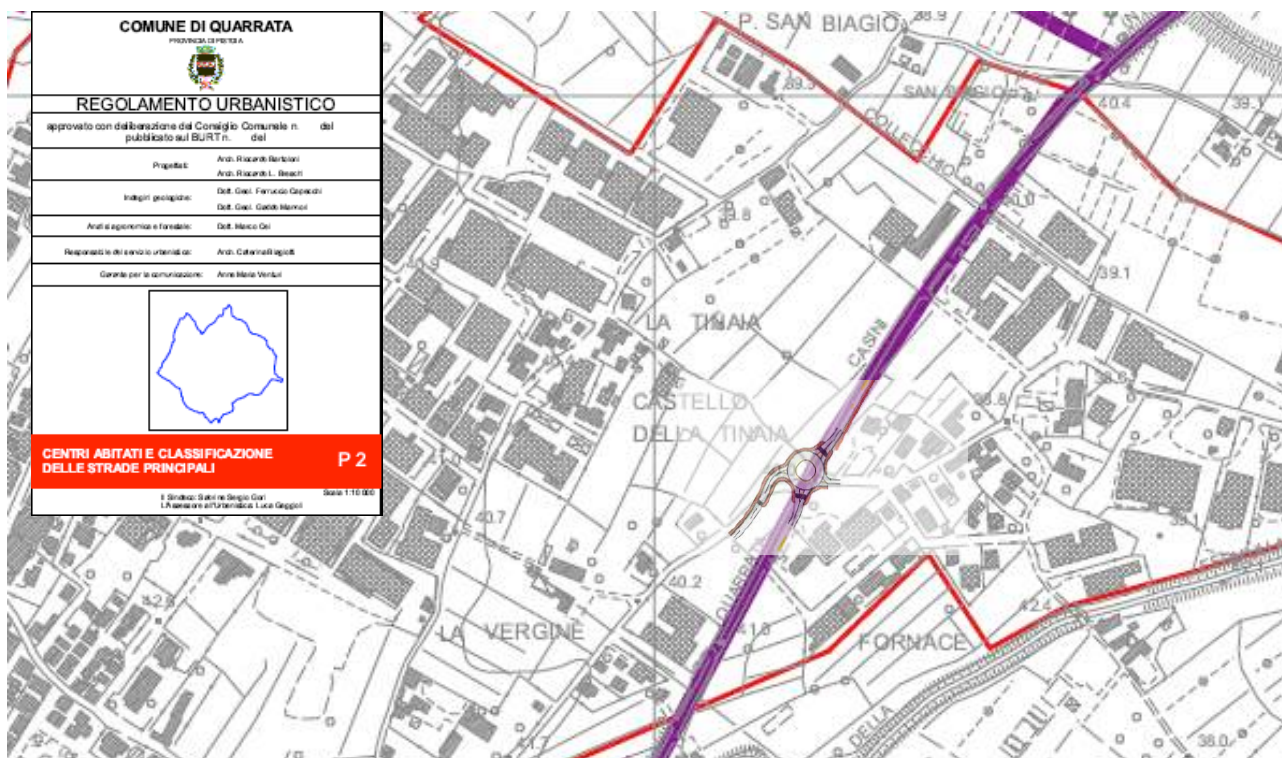
Estratto tavola di progetto



**R.U. COMUNE DI QUARRATA**

La rotonda stradale in progetto ricade all'interno del centro abitato di Quarara.





### Legenda

— Centri abitati

### C - Strade extraurbane secondarie

— C - S.P.19 - Circonvallazione nord di Quarrata - via Firenze - Seconda tangenziale di Prato

L'area di interesse è esterna alle area soggette a vincoli sovraordinati.

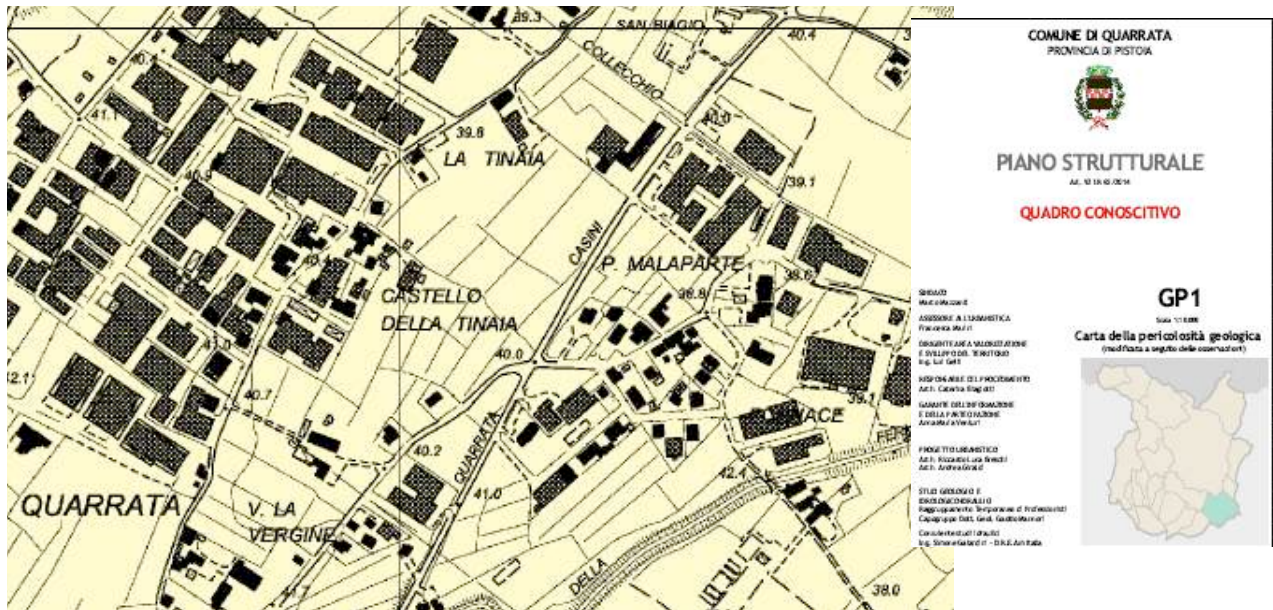
Lo studio geologico di supporto al Piano Strutturale, approvato nel 2017, definisce, ai sensi dell'art.104 comma 2 della LR 65/2014 e del DPGR.n.53/R/11, le caratteristiche di pericolosità geologica, idraulica e sismica del territorio di Quarrata, sulla base degli aggiornamenti delle cartografie geologiche del Quadro Conoscitivo del Piano Strutturale e R.U. (2008), dello studio di Microzonazione Sismica di primo livello e degli studi idrologico-idraulici di dettaglio condotti specificatamente sul reticolo idrografico principale e secondario.

L'area interessata dalla nuova viabilità, oggetto della Variante, in base alla documentazione allegata al P.S., approvato nel 2017, del comune di Quarrata (DPGR 53R) e del P.R.G.A. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, è classificata:

- in classe di Pericolosità per fattori geologici/geomorfolologici bassa **(G1)**: aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti il verificarsi di processi morfoevolutivi;
- in classe di pericolosità sismica locale elevata **(S.3)**: zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;
- in classe di pericolosità per fattori idraulici molto elevata **(I.4)**: aree interessate da allagamenti, sia dalle acque di transito che di accumulo, per eventi di piena i cui tempi di ritorno sono inferiori o uguali a 30 anni, e in pericolosità idraulica elevata **(I.3)**: aree interessate da allagamenti per eventi di piena con tempi di ritorno compresi tra 30 e 200 anni.



# CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA



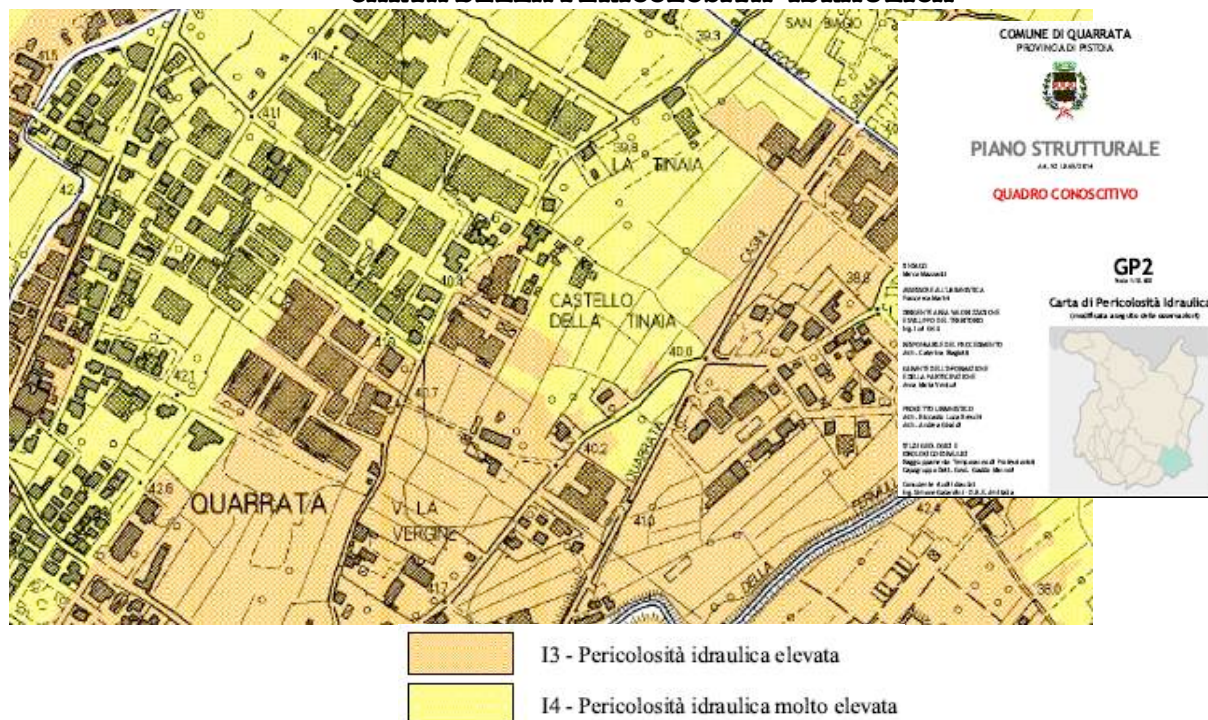
G1 - Pericolosità geologica bassa

# CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE



S3 - Pericolosità sismica locale elevata



**CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA**

In base alla variante al P.S. e R.U. (2018), per l'intervento in oggetto è stata attribuita una classe di fattibilità geomorfologica FG1, idraulica FI3/FI4 e sismica FS3.

**CRITERI PER L'ATTRIBUZIONE DELLA CLASSE DI FATTIBILITA' IN FUNZIONE DEL TIPO DI INTERVENTO EDILIZIO O URBANISTICO E DEL GRADO DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA DELL'AREA**

TIPO DI INTERVENTO: EDILIZIO/URBANISTICO	GRADO DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA				GRADO DI PERICOLOSITA' IDRAULICA				GRADO DI PERICOLOSITA' SISMICA			
	G1	G2	G3	G4	I1	I2	I3	I4	S1	S2	S3	S4
<b>INFRASTRUTTURE STRADALI</b> Nuove infrastrutture e attrezzature pubbliche puntuali, a rete o lineari, realizzazione di nuova viabilità di interesse locale	FG1						FI3	FI4			FS3	

**CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI****Fattibilità geologica senza particolari limitazioni (FG1)**

Il progetto deve basarsi su un indagine geologica mirata a verificare a livello locale quanto indicato negli studi condotti a supporto dello strumento urbanistico vigente al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area, redatta nel rispetto della normativa nazionale e regionale vigente per le costruzioni in zona sismica (D.M. 17 gennaio 2018 e D.P.G.R. n. 36/R).

**CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI IDRAULICI****Fattibilità idraulica limitata (FI4) / Fattibilità idraulica condizionata (FI3)**

L'intervento dovrà essere realizzato in condizioni di sicurezza idraulica rispetto agli eventi con tempo di ritorno duecentennale senza indurre incrementi di rischio in altre aree.

## **CRITERI GENERALI IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI**

### **Fattibilità sismica condizionata (FS3)**

Deve essere realizzata una campagna di indagini geofisica (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (ad esempio sondaggi, preferibilmente a c.c.) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico.

L'indagine deve essere redatta nel rispetto della normativa nazionale e regionale vigente per le costruzioni in zona sismica (D.M. 17 gennaio 2018 e D.P.G.R. n. 36/R).

## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO**

### *GEOLOGIA*

Dal punto di vista geologico l'area è impostata sui sedimenti olocenici appartenenti al complesso neoautoctono costituiti da Alluvioni recenti della pianura di Firenze-Prato-Pistoia che rappresenta l'evoluzione di un bacino lacustre, nel quale si sono accumulati sedimenti per uno spessore massimo stimato di 600 m.

La pianura compresa fra Pistoia e Firenze si è formata per il colmamento di un bacino palustre originato all'inizio del Pleistocene dalla subsidenza delle zone di retro-arco appenninico.

In una prima fase il riempimento della depressione è avvenuto ad opera di materiali fini, limi ed argille in prevalenza, con sporadici apporti di materiali grossolani (ghiaie e sabbie).

Nell'ultima fase (Pleistocene Superiore) l'apporto sedimentario, assai consistente nelle fasi interglaciali, è consistito anche da sedimenti grossolani, fino al raggiungere il completo colmamento dell'area palustre.

Studi di carattere regionale hanno dimostrato che gli immissari principali che hanno contribuito in modo determinante al riempimento del paleoinvaso provenivano dalle alture settentrionali della depressione dove un'intensa attività tettonica determinava il sollevamento della dorsale appenninica e quindi un'attività erosiva molto intensa.

Nella zona di Quarrata, non essendo presenti immissari del bacino di importanza significativa, non sono presenti depositi grossolani.

L'area interessata dalla rotonda stradale in progetto ricade nella piana alluvionale compresa tra il fosso di Collecchio e il fosso di Fermulla affluente in sinistra idrografica del torrente Stella che scorre con andamento da WNW verso ESE a N dell'abitato di Quarrata e dei primi rilievi collinari del Montalbano.

Le alluvioni, in questo settore del territorio comunale, sono generalmente costituite da depositi a granulometria fine prevalentemente da argille e limi e subordinatamente da sabbie.

Livelli e lenti di sabbie, ghiaia e ciottoli sono irregolarmente distribuiti nella matrice fine a partire dalla profondità di m 8-15 dal p.c.

### *STRATIGRAFIA LOCALE*

Il sottosuolo nell'area di interesse è costituito da depositi alluvionali attuali e recenti dovuti alla deposizione dei corsi d'acqua minori, fosso della Fermulla, fosso della Collecchio che drenano i rilievi collinare del Montalbano presenti a SW dell'abitato di Quarrata e che confluiscono in destra idrografica nel torrente Stella.

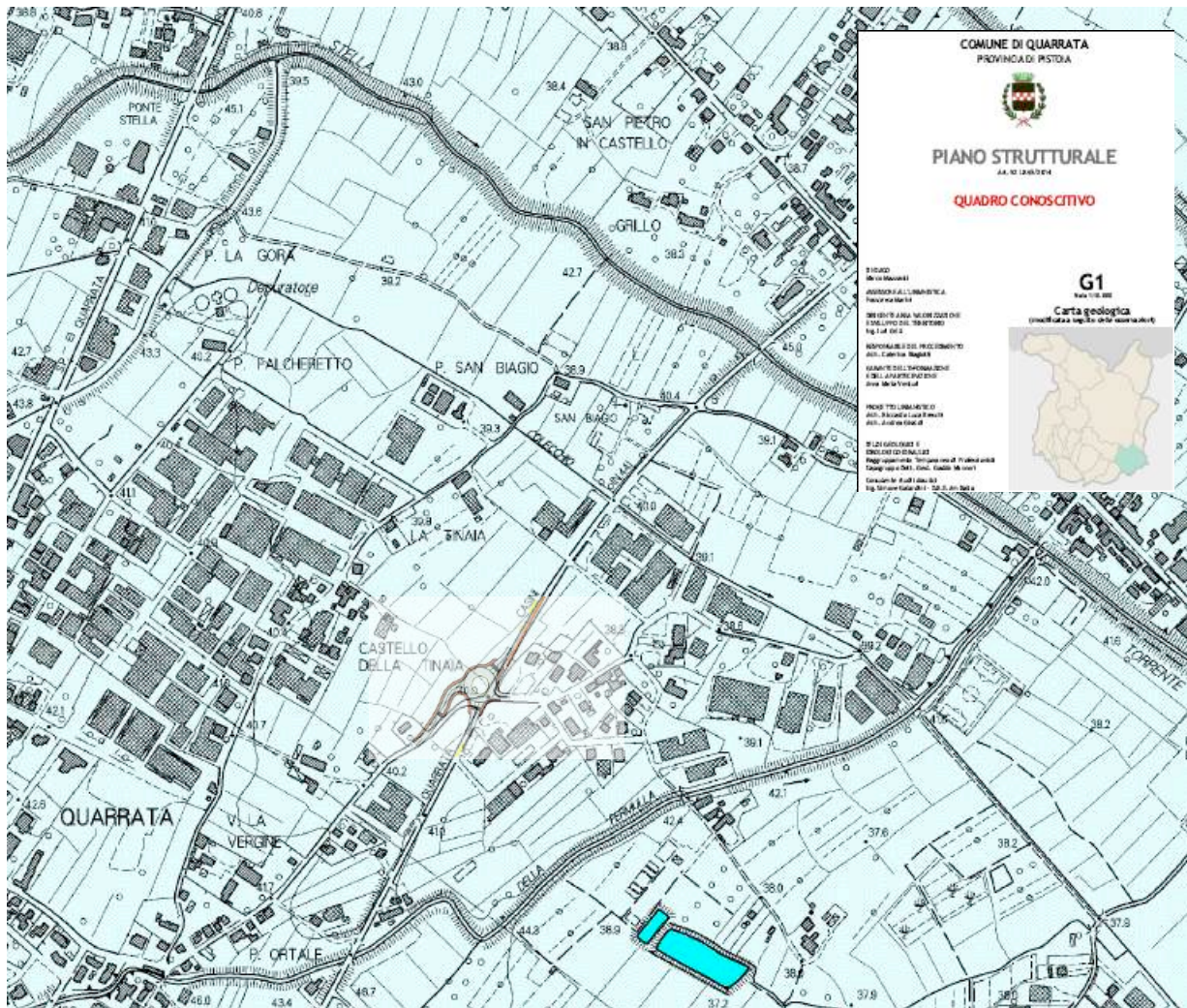
I sedimenti alluvionali, in base ad stratigrafie di pozzi e sondaggi, sono costituiti, generalmente, da un primo livello di limi argillosi di spessore dell'ordine di 8-10 m, a cui segue un livello sabbioso limoso fino alla profondità di circa 15-20 m dal p.c..

Dalla profondità di 15-20 m dal p.c. si riscontra un altro livello di limi argillosi e/o argille e quindi il substrato alluvionale costituito dalla formazione rocciosa calcarea di Monte Morello.

Il substrato roccioso, nella zona di interesse, in base ad alcune stratigrafie di pozzi si attesta ad una profondità superiore ai 30 m dal p.c..

In allegato si riporta una sezione geologica, effettuata sulla base dei dati esistenti e delle indagini eseguite, rappresentativa della situazione stratigrafica locale, lungo il tracciato stradale di via Firenze.





**Depositi alluvionali recenti**



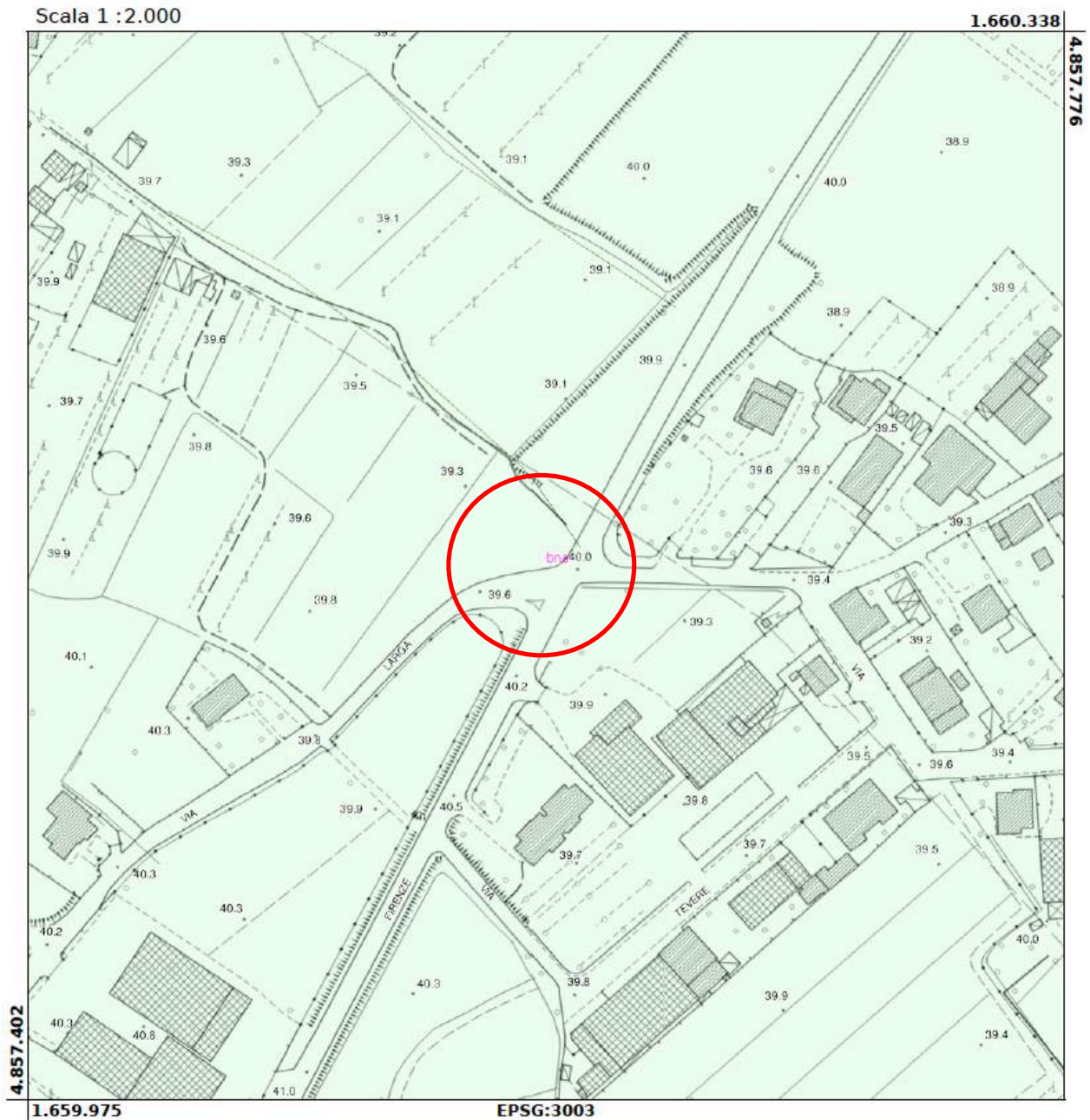
Depositi di origine fluviale costituiti prevalentemente da limi ed argille (Olocene)



Bacini artificiali e specchi d'acqua stagionali



## Regione Toscana - DB Geologico



## Unita geologica areale

bna - Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati OLOCENE

**GEOMORFOLOGICA**

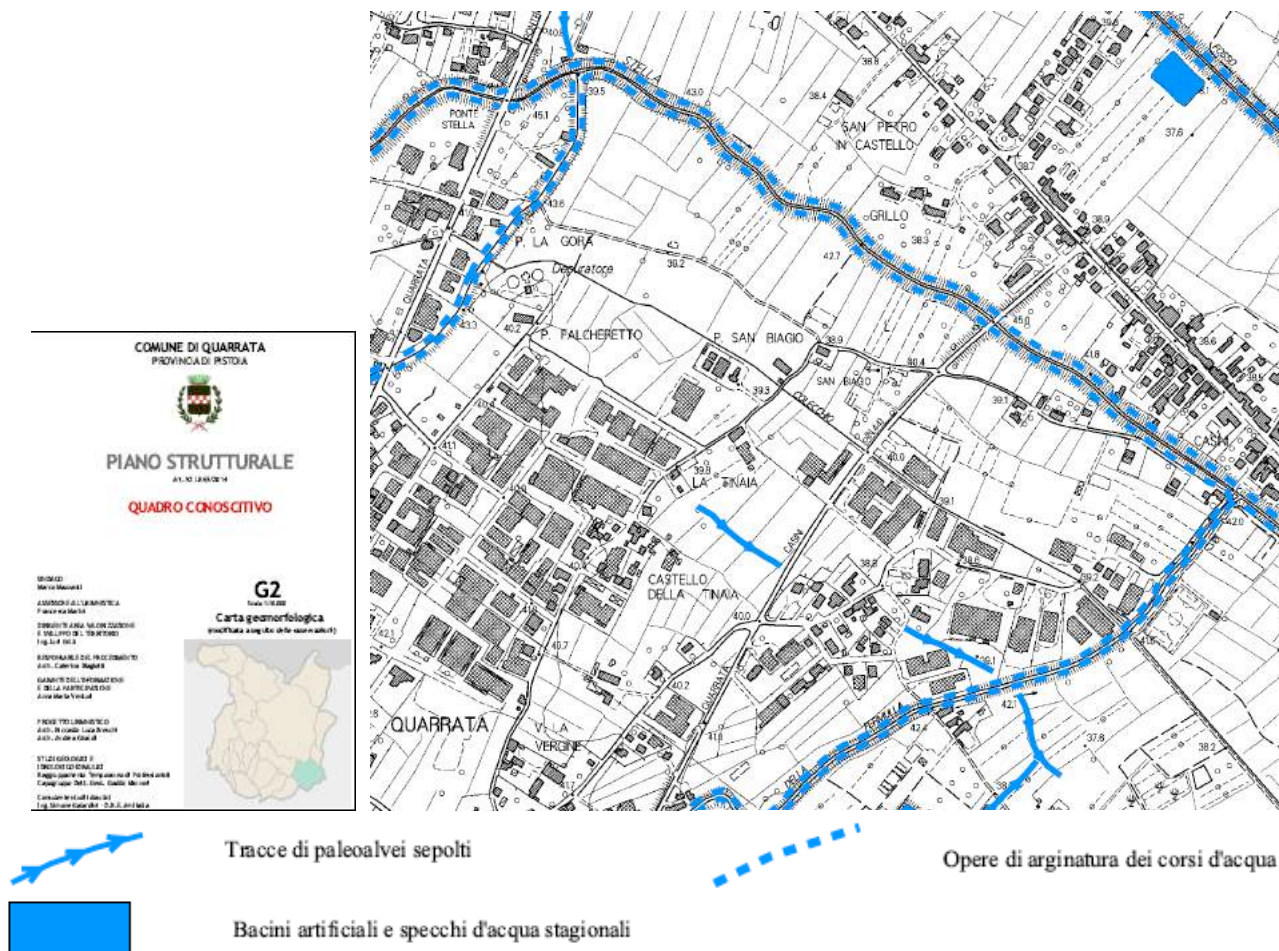
Per quanto concerne le caratteristiche geomorfologiche dell'area, a seguito delle verifiche condotte sul territorio e sulla base delle informazioni contenute nel quadro conoscitivo, l'area interessata dalla rotatoria stradale, all'interno del centro urbano di Quarrata, è completamente pianeggiante con quote altimetriche comprese tra 39 e 40 m s.l.m., con pendenze contenute entro il 5%. Si tratta di un ambiente antropizzato, attualmente sede di attività produttive artigianali, industriali e agricole e delle principali infrastrutture viarie.

Allo stato attuale, l'area e un suo intorno significativo, non sono interessata da processi geomorfologici legati alla dinamica fluviale, da fenomeni di dissesto di tipo gravitativo, subsidenza o dovuti ad erosione diffusa e/o incalanata, pertanto sono da considerarsi stabili.



In base al Piano di Bacino stralcio “Assetto Idrogeologico” approvato con DPCM 06/05/2005, l'area di interesse non presenta condizioni di pericolosità connesse a fenomeni di natura geomorfologica di versante.

La carta “Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante” allegata al D.P.C.M. 06/05/2005, inserisce l'area in classe di pericolosità moderata da processi geomorfologici di versante (P.F.1): aree apparentemente stabili ed interessate da litologie con caratteri favorevoli alla stabilità dei versanti che, talora, possono essere causa di rischio reale o potenziale moderato.



Per quanto concerne gli aspetti legati al rischio idraulico, la zona d'intervento, ricade nella piana alluvionale compresa tra i corsi d'acqua rio di Collecchio, e il fosso della Fermulla, che scorrono rispettivamente a N ed a E ad una distanza maggiore di 250 m.

I suddetti corsi d'acqua sono soggetti alla L.R. 79/2012 aggiornata con DCRT 9/2015.





Reticolo idrografico

Allo stato attuale, il drenaggio dell'area è a carico di una rete di fossi campestri a regime idrico temporaneo, a tratti intubati a causa della viabilità poderal e stradale, facente parte del reticolo minore legato all'attività agricola, e da sistemi di regimazione realizzati nelle aree edificate, che intercettano e canalizzano le acque superficiali e di prima pioggia in direzione nordest, verso il fosso di Collecchio che scorre con andamento da NW verso SE ad una distanza di circa 250 m.

L'intervento non interferisce con la rete dei fossi esistenti ( Norma 13 "Salvaguardia dei suoli e del reticolo idraulico minore").

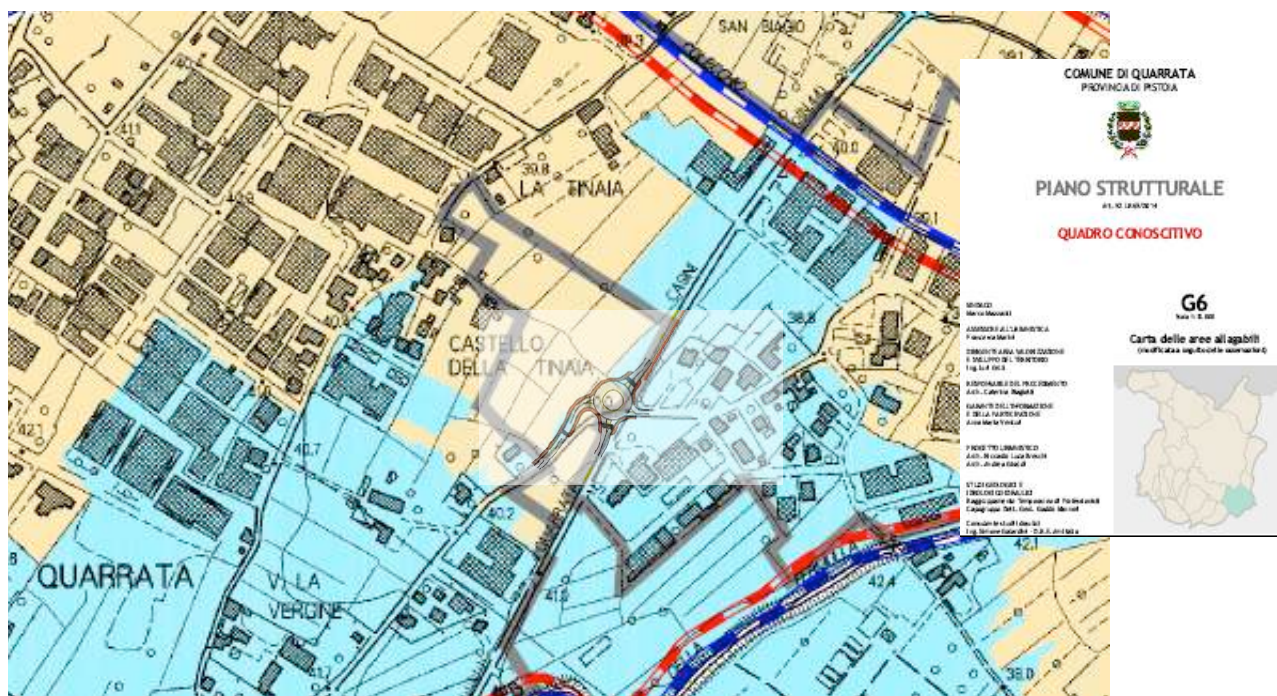
In base allo studio idraulico allegato al P.S. (2017), basato sullo studio idraulico del bacino dell'Ombrone (2012) e quindi del territorio comunale di Quarrata, elaborato dall'Autorità di Bacino, con conoscenze delle quote topografiche del terreno ricavate dalla copertura Lidar con maglia m 1\*1, la rotonda ricade in pericolosità per fattori idraulici elevata e molto elevata, pertanto la rotonda stradale ricade in un'area soggetta a fenomeni di allagamenti o ristagno per tempi di ritorno inferiori a 200 anni.

In particolare la rotatoria tra via Firenze e via Larga, in parte, ricade in aree allagabili con tempo di ritorno  $TR \leq 30$  anni, con un battente di allagamento rispettivamente di 39,68 m e 40,28 m s.l.m., e in parte in un'area allagabile con tempo di ritorno  $30 < TR < 200$  anni, con un battente di allagamento di 39,68 m s.l.m..

Si ritiene quindi necessario che le acque superficiali di falda, meteoriche e di scolo, vengano regimentate ed adeguatamente incanalate attraverso opportuni drenaggi.



Particolare attenzione deve essere posta al sistema di raccolta delle acque, realizzando un corretto sistema di drenaggio, che consenta di intercettare e allontanare dalle fondazioni dell'infrastruttura, le acque superficiali e della circolazione idrica sub-superficiale, allo scopo di evitare che eventuali pericolose infiltrazioni o fenomeni di imbibizione idrica e/o ristagni d'acqua sul suolo possano alterare la consistenza del terreno, provocando lo scadimento delle caratteristiche fisico-meccaniche.



#### Legenda

	Aree allagabili per Tr <= 30 anni		Limite del territorio urbanizzato
	Aree allagabili per Tr compreso fra 30 e 200 anni		Corsi d'acqua di cui all'elenco allegato al PIT 2005-2010
	Aree allagabili per Tr compreso fra 200 e 500 anni		Tratti dei corsi d'acqua modellati dall'Autorità di Bacino del F. Arno
	Aree non allagabili		

#### IDROGEOLOGIA

La ricostruzione dell'assetto stratigrafico è stata eseguita in base ai risultati delle due prove penetrometriche statiche e alla consultazione dei dati di base (sondaggi e pozzi).

In base ai dati stratigrafici disponibili, e in particolare alle prove penetrometriche eseguite, il sottosuolo è costituito da terreni limo-argillosi compatti fino alla profondità di almeno 10 m dal p.c.. I sedimenti alluvionali proseguono fino alla profondità di almeno 30 m dal p.c. e sono costituiti dalla profondità di circa 10 m fino a circa 16 m da alternanze di strati di sabbia argillosa e di argilla limosa e dalla profondità di circa 16 m fino a circa 25 m, da un orizzonte di sabbia, sabbia limosa con intercalazioni di ghiaia.

Questo livello costituisce l'acquifero principale dei sedimenti alluvionali, in quest'area.

Dalla profondità di circa 25 m, segue un livello di argilla, argilla limosa con qualche episodio di ghiaia e sabbia.

Sotto i sedimenti alluvionali, il substrato roccioso si attesta a una profondità dell'ordine di 30 m dal p.c. ed è, verosimilmente costituito da calcari marnosi (stratigrafia pozzo artesiano).

In generale, nel sottosuolo interessato dall'infrastruttura, non sono presenti corpi idrici nei primi metri di profondità che possono interferire con l'opera stradale in progetto.



Nel sottosuolo, è presente una falda idrica profonda di tipo confinato, all'interno di strati di sabbie e talvolta ghiaia intercalati nei sedimenti alluvionali a profondità maggiore di 10 m dal p.c..

La morfologia della superficie piezometrica è condizionata dalla conducibilità idraulica locale dell'acquifero, comunque a grande scala segue l'andamento morfologico del terreno con un flusso idrico orientato da WSW verso NEN con gradienti prossimi al 0,02%.

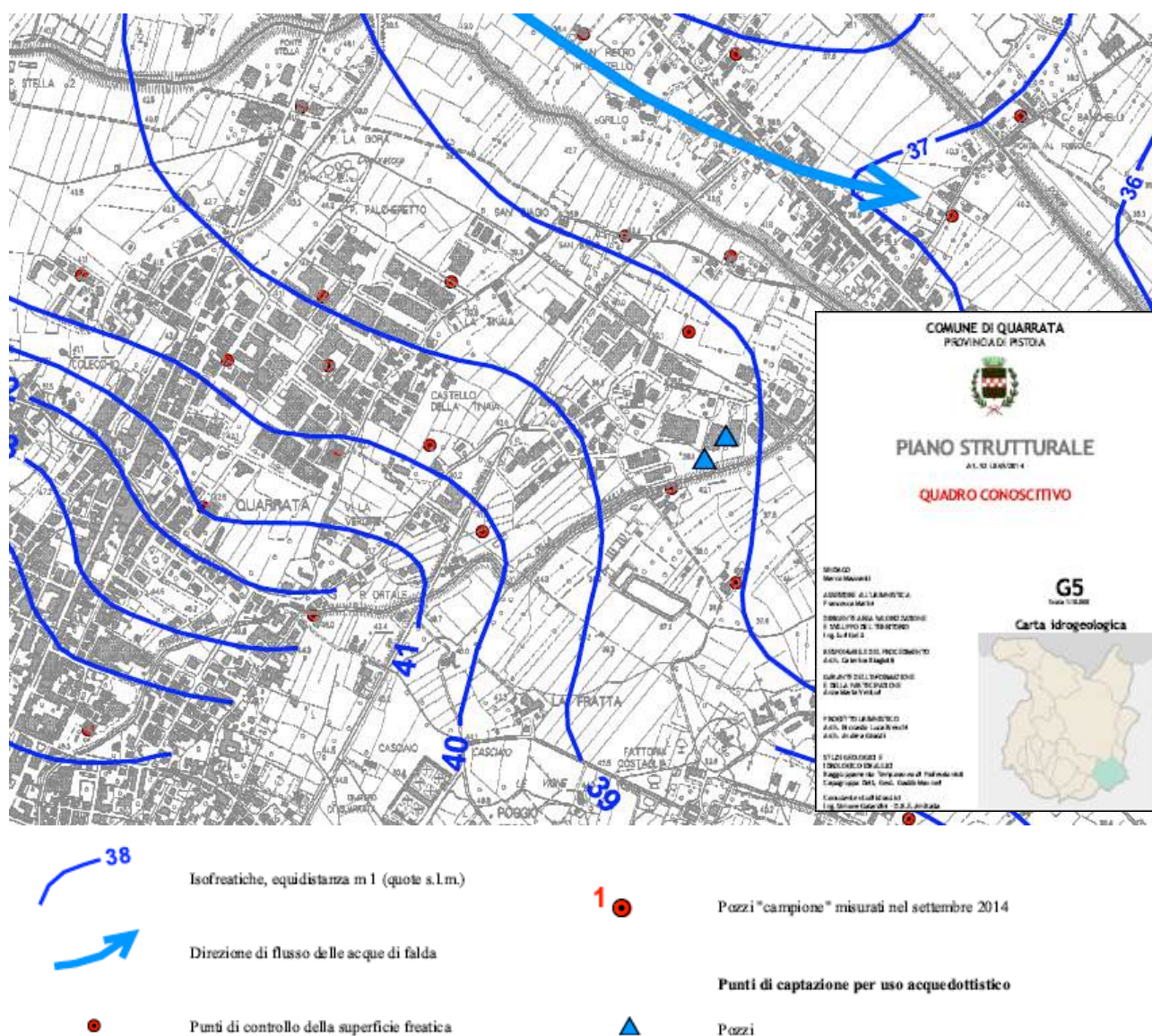
Il livello piezometrico della falda confinata, in base alla carta idrogeologica del P.S., si attesta a una profondità di 1/2 m dal p.c..

La vulnerabilità idrogeologica, associata a quest'area, è da considerarsi molto bassa, data la presenza di terreni alluvionali di natura limo-argillosa fino a una profondità di almeno 8 m dal p.c..

Almeno nella zona d'interesse non vi sono interconnessioni tra le acque superficiali, del reticolo idrografico minore, e i corpi idrici sotterranei.

Per la falda sotterranea profonda, considerato l'assetto idrogeologico dei sedimenti alluvionali della zona, si conferma il grado di vulnerabilità della falda assegnato dal P.S.:

D - Vulnerabilità medio-bassa: il primo acquifero sotterraneo di interesse pratico è relativamente protetto da uno spessore di almeno m 8 di terreno con permeabilità bassa o nulla. Il tempo di arrivo è superiore ad un anno, quindi solo gli inquinanti meno degradabili possono raggiungere la falda per infiltrazione dalla superficie.





## **INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA DEL SITO**

Le indagini geotecniche sono state programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, e hanno riguardato il volume significativo ovvero la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.

Le indagini hanno permesso la definizione del modello geotecnico del sottosuolo necessario alla progettazione.

La definizione della successione litostratigrafica e la caratterizzazione geotecnica e sismica del terreno di fondazione dell'infrastruttura, ai sensi del D.M. 14/01/2008, D.M. 17.01.2018 è stata effettuata, sulla base di una indagine geognostica costituita da due prove penetrometriche statiche CPT e una indagine sismica HVSR, unitamente alla consultazione dei dati di base, allegati al P.S., costituiti da un sondaggio geognostico, una prova penetrometrica statica CPT, e da una indagine sismica costituita da un profilo sismico a rifrazione mediante onde P e S e da alcune indagini HVSR.

Le opere previste dal progetto edilizio non sono inquadrabili nelle classi di indagini geologiche, geotecniche e sismiche previste dal D.P.G.R. 9 luglio 2009, n. 36/R.

I certificati delle indagini geognostiche e geofisiche sono riportati in allegato.

### **PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)**

Le prove sono state eseguite con penetrometro Statico PAGANI tipo TG 63/100 KN, a partire dal piano campagna e sono state interrotte alla profondità di 8,60 m dal p.c..

Le tabelle e i diagrammi delle prove penetrometriche sono riportati in allegato.

L'elaborazione delle prove penetrometriche è stata effettuata mediante un programma di calcolo automatico GeoTec A della *Interstudio srl*.

Nei tabulati di calcolo sono stati riportati, oltre ai valori della resistenza penetrometrica alla punta  $R_p$ , espressi in  $\text{kg/cm}^2$  ed i valori della resistenza laterale locale  $R_l$ , sempre espressi in  $\text{kg/cm}^2$ , misurati in sito ogni 20 cm d'avanzamento della punta, i valori, calcolati mediante elaborazione automatica, del rapporto fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale locale  $R_p/R_l$ .

Tali valori forniscono utili indicazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati e una sua parametrizzazione geotecnica.

L'interpretazione dei risultati è stata eseguita distinguendo fra terreni granulari con prevalenza di sabbia, per i quali possono essere ricavati tramite questa prova, con correlazioni empiriche di vari autori, l'angolo d'attrito, la compressibilità e la densità relativa, e terreni coesivi con prevalenza di argilla, per i quali è possibile valutare la resistenza al taglio non drenata e la compressibilità.

La caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica del sito in oggetto è stata effettuata, oltre alla consultazione dei dati di base, mediante due prove penetrometriche statiche CPT1-CPT2 realizzate in corrispondenza delle due rotatorie su via Firenze e spinte fino a 8,6 m di profondità dal p.c..

L'ubicazione delle prove penetrometriche statiche CPT e i certificati sono riportati in allegato.

### **RISULTATI DELLE INDAGINI PENETROMETRICHE :**

#### **CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA-PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO INDAGATO**

Le prove CPT1 e CPT2 sono state eseguite in corrispondenza delle due rotatorie su via Firenze e sono state spinte fino a 8,6 m di profondità dal p.c., in modo da caratterizzare il volume significativo di sottosuolo interessato dall'opera.

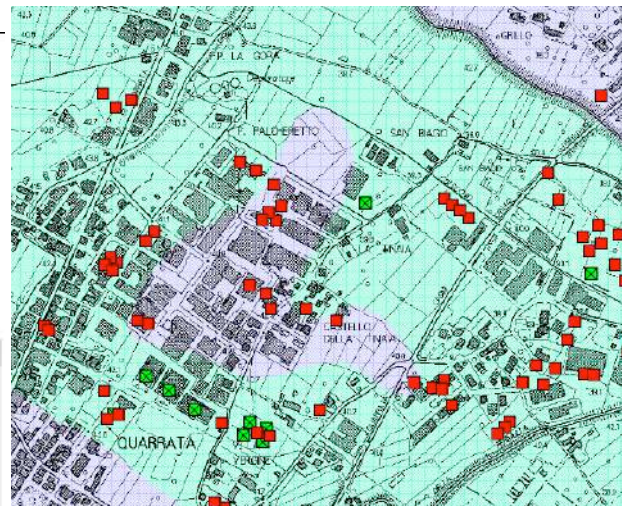
Alla fine di ogni indagine è stata verificata la presenza di acqua nel foro di prova attraverso misure freatrimetriche.




In corrispondenza dei punti di indagini non è stata rilevata la presenza di acqua a testimonianza di una falda superficiale nei primi 8 m dal p.c..

I valori di resistenza alla punta penetrometrica sono risultati medio alti, compresi tra 10 e 60  $\text{kg/cm}^2$ .



La litologia è riferibile a terreni di natura coesiva da limoso-argilloso ad argilla-limoso.

Le caratteristiche geotecniche del terreno, al di sotto dello strato superficiale di terreno vegetale di modesto spessore (0,60 m) sono buone; resistenza a rottura medio-alta e bassa compressibilità.



-  Prevalenza di argilla (ML)
-  Prevalenza di limo (ML)
-  Prevalenza di sabbia e ghiaia (SM)

La sigla fra parentesi si riferisce alla classificazione dei terreni utilizzata per la redazione della Carta Geologico-Tecnica degli studi di microzonazione sismica

-  Prova penetrometrica statica
-  Sondaggio



## CPT 1 - ROTONDA VIA FIRENZE

## PARAMETRI GEOTECNICI

Prof m	Resistenza di punta 10 20 30 40 50	Prof m	Strati	Tipologia	Gamma kg/m <sup>3</sup>	Gamma' kg/m <sup>3</sup>	Sigma' V kg/cm <sup>2</sup>	CU kg/cm <sup>2</sup>	FI %	DR %	lv cm <sup>2</sup> /kg	K <sub>oriz</sub> kg/cm <sup>3</sup>	Perm. cm/sec
0.20	23.0												
0.40	23.0												
0.60	24.0												
0.80	21.0			Argilla limosa	1876	1876	0.150	1.137	0	0	0.010989	2.2750	6.5e-5
1.00	18.0												
1.20	19.0			Argilla media	1845	1845	0.224	0.925	0	0	0.015444	1.8500	3.0e-6
1.40	23.0												
1.60	15.0												
1.80	15.0			Argilla limosa	1832	1832	0.407	0.850	0	0	0.014706	1.7000	8.9e-6
2.00	14.0												
2.20	18.0												
2.40	25.0												
2.60	27.0												
2.80	26.0			Limo argilloso	1896	1896	0.521	1.040	0	0	0.010989	1.7333	1.2e-4
3.00	22.0												
3.20	22.0												
3.40	22.0			Argilla limosa	1868	1868	0.708	1.080	0	0	0.011574	2.1600	2.7e-5
3.60	20.0												
3.80	22.0												
4.00	24.0												
4.20	24.0			Argilla limosa	1884	1884	0.896	1.200	0	0	0.010417	2.4000	4.1e-5
4.40	25.0												
4.60	25.0												
4.80	22.0												
5.00	26.0												
5.20	29.0			Argilla limosa	1908	1908	1.087	1.410	0	0	0.008865	2.8200	8.7e-5
5.40	29.0												
5.60	31.0												
5.80	26.0												
6.00	21.0			Argilla limosa	1849	1849	1.161	0.950	0	0	0.013158	1.9000	2.0e-5
6.20	17.0												
6.40	23.0												
6.60	25.0												
6.80	21.0			Argilla limosa	1883	1883	1.387	1.192	0	0	0.010490	2.3833	8.0e-5
7.00	23.0												
7.20	25.0												
7.40	26.0												
7.60	21.0			Argilla limosa	1853	1853	1.461	0.975	0	0	0.012821	1.9500	4.3e-5
7.80	18.0												
8.00	14.0												
8.20	13.0			Argilla limosa	1807	1807	1.569	0.717	0	0	0.017442	1.4333	5.6e-6
8.40	16.0												
8.60	23.0			Limo argilloso	1878	1878	1.607	0.920	0	0	0.012422	1.5333	6.3e-4

## CPT 2 - ROTONDA INTERSEZIONE VIA FIRENZE-VIA LARGA

## PARAMETRI GEOTECNICI

Prof m	Resistenza di punta 10 20 30 40 50	Prof m	Strati	Tipologia	Gamma kg/m <sup>3</sup>	Gamma' kg/m <sup>3</sup>	Sigma' V kg/cm <sup>2</sup>	CU kg/cm <sup>2</sup>	FI %	DR %	lv cm <sup>2</sup> /kg	K <sub>oriz</sub> kg/cm <sup>3</sup>	Perm. cm/sec
0.20	18.0												
0.40	18.0			Limo argilloso	1841	1841	0.074	0.720	0	0	0.015873	1.2000	3.5e-4
0.60	18.0			Argilla organica - Torba	1753	1753	0.109	0.400	0	0	0.050000	2.0000	8.5e-9
0.80	16.0												
1.00	15.0			Argilla media	1819	1819	0.181	0.775	0	0	0.018433	1.5500	2.3e-6
1.20	18.0												
1.40	18.0			Argilla limosa	1841	1841	0.292	0.900	0	0	0.013889	1.8000	4.0e-5
1.60	18.0												
1.80	22.0												
2.00	23.0												
2.20	22.0			Argilla limosa	1874	1874	0.479	1.120	0	0	0.011161	2.2400	1.7e-5
2.40	22.0												
2.60	23.0												
2.80	26.0												
3.00	26.0			Argilla limosa	1892	1892	0.593	1.267	0	0	0.009868	2.5333	3.3e-5
3.20	24.0												
3.40	31.0			Argilla limosa	1934	1934	0.670	1.675	0	0	0.007463	3.3500	5.7e-5
3.60	36.0												
3.80	47.0			Argilla limosa	1979	1979	0.749	2.275	0	0	0.005495	4.5500	1.5e-4
4.00	44.0												
4.20	54.0												
4.40	53.0			Argilla limosa	2006	2006	0.910	2.712	0	0	0.004608	5.4250	2.5e-4
4.60	56.0												
4.80	54.0												
5.00	49.0												
5.20	47.0			Limo argilloso sabbioso	1987	1987	0.989	1.920	0	0	0.005208	3.2000	3.4e-4
5.40	37.0												
5.60	36.0												
5.80	38.0			Limo argilloso	1947	1947	1.184	1.464	0	0	0.007806	2.4400	2.2e-4
6.00	36.0												
6.20	36.0												
6.40	32.0												
6.60	35.0												
6.80	32.0												
7.00	32.0			Argilla limosa	1928	1928	1.454	1.614	0	0	0.007743	3.2286	8.3e-5
7.20	31.0												
7.40	30.0												
7.60	34.0												
7.80	41.0												
8.00	39.0			Argilla limosa	1960	1960	1.532	2.000	0	0	0.006250	4.0000	1.1e-4
8.20	36.0												
8.40	36.0			Argilla limosa	1942	1942	1.649	1.767	0	0	0.007075	3.5333	9.9e-5
8.60	34.0												

**DATI DI BASE - PROVA SISMICA A RIFRAZIONE**

La classificazione dei terreni secondo quanto imposto dalla normativa sismica (Ordinanza n° 3274 e Norme Tecniche per le Costruzioni) è stata eseguita sulla base di un'indagine sismica a rifrazione mediante onde P e S, allegata ai dati di base del P.S. comunale, realizzata in prossimità dell'area di intervento su terreni caratterizzati dallo stesso contesto geologico, geomorfologico e geotecnico.

In base ai risultati dell'indagine sismica a rifrazione, il sottosuolo è stato suddiviso in due sismostrati caratterizzati dalle seguenti velocità delle onde sismiche:

Sismostrato	Prof. (m)	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)
1	0,00 - 2	2	300-330	80-120
2	28	26	1300-1390	210-220

**PROVA DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (METODO HVSR)**

L'indagine consiste nella misurazione, e nella successiva elaborazione, del microtremore ambientale nelle sue tre componenti spaziali (x, y e z opp. E-W, N-S e Up-Down) a varie frequenze.

Dall'analisi delle componenti spettrali delle tracce registrate è possibile:

- ricavare la frequenza fondamentale (o di risonanza) del sito;
- ottenere un'interpretazione del profilo stratigrafico-sismico ad elevata profondità con stima sulla profondità del bedrock (substrato sismico o litologico).

Per l'Analisi spettrale delle tracce e la modellazione viene utilizzato uno specifico software dedicato (vd. Relazione tecnica allegata).

La prova sismica passiva a stazione singola mette in luce le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per risonanza stratigrafica, in quanto il rumore sismico agisce come sorgente di eccitazione.

Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze (per l'appunto detta frequenza di risonanza) non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque ed in modo semplice, anche in assenza di terremoti.

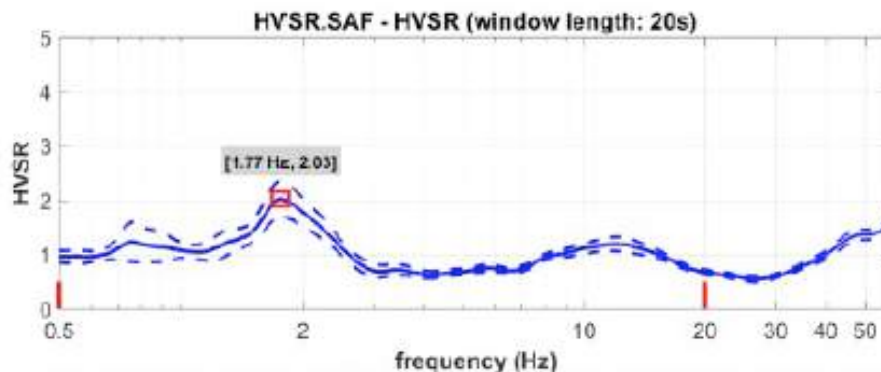
La prova, comunemente nota con il termine H/V o HVSR (rapporto tra le componenti spettrali orizzontali H e verticale V) fu applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi (1970) e resa popolare da Nakamura (1989).

Infatti è proprio dal grafico del rapporto tra le componenti spettrali orizzontale e verticale che viene evidenziata la frequenza (o più frequenze se si è in presenza di un profilo stratigrafico multistrato con contrasti di impedenza significativi) attraverso un "picco" della curva HV.

La frequenza fondamentale del sito è da intendersi quella più significativa a bassa frequenza.

Eventuali altre frequenze evidenziate (picchi secondari) sono valutate qualora ricadano in corrispondenza delle frequenze di interesse ingegneristico.

Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono correlate con la velocità di propagazione delle onde Sh e con spessore della copertura dalla relazione:  $f_0 = V_s/4h$  (formula semplificata).



L'analisi è stata effettuata seguendo le linee guida del progetto SESAME.

Per i dettagli tecnici dell'acquisizione si rimanda alla relazione tecnica allegata.



Le frequenze di risonanza sono correlabili a discontinuità litologiche presenti nella successione litostratigrafica che costituisce il sottosuolo.

L'utilizzo di algoritmi di calcolo finalizzati ad una modellazione sintetica dello spettro H/V, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo.

Tale procedura necessita di vincoli che possono essere ottenuti tramite altre tecniche di indagine come il profilo verticale medio della velocità di propagazione delle onde SH ottenuto dall'indagine sismica a rifrazione mediante onde P e S.

#### Risultati ottenuti in sito dall'indagine sismica HVSR

La misura HVSR eseguita sull'area di proprietà della committenza non ha individuato picchi nell'intervallo di frequenze 0,5Hz e 20Hz di interesse ingegneristico.

La curva HVSR ottenuta dall'indagine sopra riportata, ha evidenziato un picco di HV a 1,77 Hz avente un'ampiezza di 2,03, verosimilmente associabile al passaggio stratigrafico tra i sedimenti alluvionali attuali e recenti e i sedimenti fluvio-lacustri più antichi.

In base alla seguente relazione:  $f_0 = V_s/4h$ , tenuto conto delle velocità di propagazione delle onde S e del valore di  $f_0$ , si ricava uno spessore della copertura alluvionale di circa 28 m.

L'indagine sismica ha evidenziato che entro la profondità di 30 metri, verosimilmente è presente il bedrock sismico, ascrivibile alla formazione geologica dei calcari che costituisce il substrato dei depositi alluvionali nella zona (Stratigrafia pozzo artesiano n. ....)

### **MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO**

#### **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE**

Il modello geotecnico è inteso come l'insieme delle caratteristiche litologiche e fisico-meccaniche dei terreni coinvolti nell'intervento in progetto, mediante valutazione statistica dei valori di resistenza registrati e restituzione di valori caratteristici dei parametri geotecnici entro un volume reputato significativo.

I dati ricavati mediante le penetrometrie, supportati da diverse esperienze geologiche acquisite in zona, si sono ritenuti appropriati per la caratterizzazione e modellazione geotecnica e l'ottenimento dei valori caratteristici dei parametri geotecnici, allo scopo di fornire indicazioni in merito al comportamento geotecnico del complesso terreno-fondazione.

Il sottosuolo di sedime della rotonda stradale in progetto, in base all'elaborazione delle prove penetrometriche, e come rappresentato nella sezione geologico-tecnica allegata, al di sotto di un primo strato di suolo di spessore di circa 0,60 m di terreno di vegetale, è stato suddiviso in 3 livelli geotecnici.

#### **STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO:**

##### **DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI E RECENTI (bna)**

- Da 0,80 m fino a 3,20 m dal p.c., segue un livello di terreno costituito da strati di argilla limosa mediamente compatti, caratterizzati da valori di resistenza all'infissione della punta penetrometrica compresa tra 15 e 26 kg/cmq (livello geotecnico A);
- da 3,20 m fino a 5,20 m di profondità, il sottosuolo è costituito da un livello di argilla limosa compatto caratterizzato da valori di resistenza alla punta penetrometrica compresi tra 31 e 56 kg/cmq (livello geotecnico B);
- da 5,20 m fino a 8,60 m dal p.c. segue un livello di limo argilloso, argilla limosa compatto, caratterizzato da valori della resistenza all'infissione della punta penetrometrica  $R_p$  compresi tra 30 e 41 kg/cmq (livello geotecnico C);

Le caratteristiche geotecniche del terreno sono discrete; resistenza a rottura media e compressibilità medio-bassa.

**PARAMETRI GEOTECNICI**

	R <sub>p</sub> medio	$\gamma$	Cu	Dr	$\phi$	C'	$\phi'$	mv	Vs
<b>Livello geotecnico A</b> da 0,80 m a 3,80 m dal p.c. Argilla limosa mediamente compatta	20	1870	0,77					0,0158	120
<b>Livello geotecnico B</b> da 3,20 m a 5,20 m dal p.c. Argilla limosa compatta	47	1970	1,67					0,0071	220
<b>Livello geotecnico C</b> Da 5,20 m a 8,60 m dal p.c. Limo argilloso, argilla limosa mediamente compatto	35	1942	1,46					0,0095	220

R<sub>p</sub> = resistenza alla punta penetrometrica, kg/cm<sup>2</sup>

$\gamma$  = peso di volume del terreno, kg/m<sup>3</sup>

Cu = coesione non drenata, kg/cm<sup>2</sup> - C' = coesione drenata, kg/cm<sup>2</sup>

Dr = Densità relativa, %

$\phi$  = Angolo di attrito interno, °

mv = coefficiente di compressibilità volumetrico, cm<sup>2</sup>/kg

Vs = velocità di propagazione delle onde di taglio m/sec

Non si dispone di dati relativi alla coesione efficace e angolo di attrito efficace tuttavia si precisa, che per fondazioni interagenti con terreni coesivi la condizione di criticità è sempre quella a breve termine ossia non drenata.

## CPT 2 - ROTONDA INTERSEZIONE VIA FIRENZE-VIA LARGA

## PARAMETRI GEOTECNICI

Prof. m	Resistenza di punta	Prof. m	Strati	Tipologia	Gamma kg/m <sup>3</sup>	Gamma' kg/m <sup>3</sup>	Sigma' V kg/cm <sup>2</sup>	CU kg/cm <sup>2</sup>	FI °	DR %	mv cm <sup>2</sup> /kg	K oriz Kg/cm <sup>3</sup>	Perm. cm/sec
0,20	18,0	0,40			1841	1841	0,074	0,720	0	0	0,015873	1,2000	3,5e-4
0,40	18,0	0,60			1841	1841	0,074	0,720	0	0	0,015873	1,2000	3,5e-4
0,60	18,0	0,80			1841	1841	0,074	0,720	0	0	0,015873	1,2000	3,5e-4
0,80	15,5	1,00			1819	1819	0,181	0,775	0	0	0,018433	1,5500	2,3e-6
1,00	15,5	1,20			1819	1819	0,181	0,775	0	0	0,018433	1,5500	2,3e-6
1,20	18,0	1,40			1841	1841	0,292	0,900	0	0	0,013889	1,8000	4,0e-5
1,40	18,0	1,60			1841	1841	0,292	0,900	0	0	0,013889	1,8000	4,0e-5
1,60	18,0	1,80			1841	1841	0,292	0,900	0	0	0,013889	1,8000	4,0e-5
1,80	22,0	2,00			1874	1874	0,479	1,120	0	0	0,011161	2,2400	1,7e-5
2,00	22,0	2,20			1874	1874	0,479	1,120	0	0	0,011161	2,2400	1,7e-5
2,20	22,0	2,40			1874	1874	0,479	1,120	0	0	0,011161	2,2400	1,7e-5
2,40	22,0	2,60			1874	1874	0,479	1,120	0	0	0,011161	2,2400	1,7e-5
2,60	23,0	2,80			1892	1892	0,593	1,267	0	0	0,009868	2,5333	3,3e-5
2,80	26,0	3,00			1892	1892	0,593	1,267	0	0	0,009868	2,5333	3,3e-5
3,00	26,0	3,20			1892	1892	0,593	1,267	0	0	0,009868	2,5333	3,3e-5
3,20	24,0	3,40			1934	1934	0,670	1,675	0	0	0,007463	3,3500	5,7e-5
3,40	31,0	3,60			1934	1934	0,670	1,675	0	0	0,007463	3,3500	5,7e-5
3,60	36,0	3,80			1979	1979	0,749	2,275	0	0	0,005495	4,5500	1,5e-4
3,80	47,0	4,00			1979	1979	0,749	2,275	0	0	0,005495	4,5500	1,5e-4
4,00	44,0	4,20			2006	2006	0,910	2,712	0	0	0,004608	5,4250	2,5e-4
4,20	54,0	4,40			2006	2006	0,910	2,712	0	0	0,004608	5,4250	2,5e-4
4,40	53,0	4,60			2006	2006	0,910	2,712	0	0	0,004608	5,4250	2,5e-4
4,60	56,0	4,80			2006	2006	0,910	2,712	0	0	0,004608	5,4250	2,5e-4
4,80	54,0	5,00			1987	1987	0,989	1,920	0	0	0,005208	3,2000	3,4e-4
5,00	49,0	5,20			1987	1987	0,989	1,920	0	0	0,005208	3,2000	3,4e-4
5,20	49,0	5,40			1947	1947	1,184	1,464	0	0	0,007806	2,4400	2,2e-4
5,40	37,0	5,60			1947	1947	1,184	1,464	0	0	0,007806	2,4400	2,2e-4
5,60	36,0	5,80			1947	1947	1,184	1,464	0	0	0,007806	2,4400	2,2e-4
5,80	38,0	6,00			1947	1947	1,184	1,464	0	0	0,007806	2,4400	2,2e-4
6,00	36,0	6,20			1947	1947	1,184	1,464	0	0	0,007806	2,4400	2,2e-4
6,20	36,0	6,40			1947	1947	1,184	1,464	0	0	0,007806	2,4400	2,2e-4
6,40	32,0	6,60			1947	1947	1,184	1,464	0	0	0,007806	2,4400	2,2e-4
6,60	35,0	6,80			1947	1947	1,184	1,464	0	0	0,007806	2,4400	2,2e-4
6,80	32,0	7,00			1928	1928	1,454	1,614	0	0	0,007743	3,2286	8,3e-5
7,00	32,0	7,20			1928	1928	1,454	1,614	0	0	0,007743	3,2286	8,3e-5
7,20	31,0	7,40			1928	1928	1,454	1,614	0	0	0,007743	3,2286	8,3e-5
7,40	30,0	7,60			1928	1928	1,454	1,614	0	0	0,007743	3,2286	8,3e-5
7,60	34,0	7,80			1960	1960	1,532	2,000	0	0	0,006250	4,0000	1,1e-4
7,80	41,0	8,00			1960	1960	1,532	2,000	0	0	0,006250	4,0000	1,1e-4
8,00	39,0	8,20			1942	1942	1,649	1,767	0	0	0,007075	3,5333	9,9e-5
8,20	36,0	8,40			1942	1942	1,649	1,767	0	0	0,007075	3,5333	9,9e-5
8,40	36,0	8,60			1942	1942	1,649	1,767	0	0	0,007075	3,5333	9,9e-5
8,60	34,0												

Prova penetrometrica CPT 2 - Stratigrafia terreno / Livelli geotecnici

Livelli geotecnici

**A**

**B**

**C**



**RELAZIONE SISMICA**

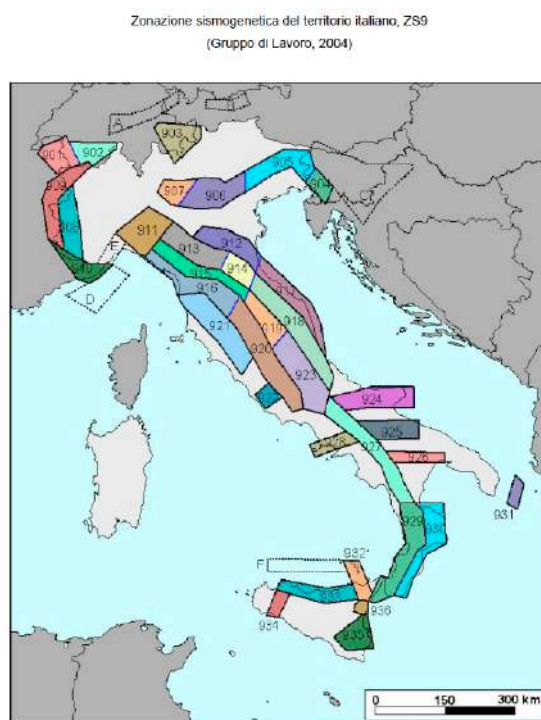
La classificazione sismica del territorio nazionale italiano di cui all'OPCM n. 3274/2003, ha portato alla suddivisione dello stesso in 4 "zone sismiche" contraddistinte da un diverso valore del parametro  $a_g$  definito come "accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A" ed espresso come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ .

La Regione Toscana mediante la D.G.R. 08/10/2012, n. 878 - Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 ed ai sensi del D.M. 14/12/2008, inserisce il comune di Quarrata in classe 3.

accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) ( $a_g/g$ )
0,15 - 0,25	0,25

In base ai dati reperibili su terremoti verificatisi nei comuni toscani, la massima intensità macrosismica osservata per il comune di Quarrata risulta non superiore alla magnitudo 7.

In base al rapporto "Zonazione sismogenetica ZS9 - App. 2 al Rapporto Conclusivo a cura di C. Meletti e G. Valensise (2004) Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, il territorio ricadrebbe all'interno della Zona sismogenetica 916 per la quale è stata definita una magnitudo massima di 6,14.



**Tabella 2.8-1 – Valori di  $M_{max}$  per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)**

Nome ZS	Numero ZS	$M_{max}$
Colli Albani, Etna	922, 935	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14

Il comune di Quarrata è dotato di uno studio di Microzonazione sismica di livello 1 per l'intero territorio comunale, secondo le indicazioni del D.P.G.R. 53/R/2011 e definito dalle specifiche tecniche secondo le specifiche tecniche definite negli ICMS (indirizzi e criteri per la microzonazione sismica) redatte dal dipartimento della Protezione civile e nelle specifiche tecniche di cui all'O.D.P.C.M. 3907/2010 (allegato A).

La Giunta Regionale Toscana ha inoltre redatto una specifica normativa (D.G.R.T. 741/2012) per definire la metodologia da utilizzare, al fine di valutare gli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico.

Tale studio, allegato al P.S. (2017), contiene la "Carta delle frequenze" e la "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)" indispensabili per la redazione della Carta della pericolosità sismica.

In termini metodologici i criteri di redazione della carta di pericolosità sismica sono definiti nel 53R; in sintesi nella quasi totalità dei casi questa carta è una trasposizione della carta delle MOPS, in quanto questa già riassume gli elementi litostratigrafici e geosismici necessari per la definizione della pericolosità.

Nel presente studio, ai fini della valutazione degli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico, oltre all'acquisizione di ogni informazione esistente finalizzata alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico, è stata eseguita una indagine HVSR allo scopo di valutare la frequenza di sito e quindi l'eventuale presenza di un bedrock sismico entro la profondità di 30 m dal p.c..

Inoltre è stato fatto riferimento, a un'indagine sismica a rifrazione mediante onde P e S, allegata ai dati di base del R.U. effettuata lungo via Piero della Francesca.

In base alla suddetta indagine, all'interno dei sedimenti alluvionali, fino ad una profondità di circa 28 m dal p.c. sono stati individuati due sismostrati:

- il primo dello spessore costante di circa 2 m è caratterizzato da velocità delle onde P comprese tra 330 e 250 m/s e da velocità delle onde S comprese tra 80 e 120 m/s, verosimilmente questo sismostrato è ascrivibile ad uno strato litologico di media consistenza superficiale;
- il secondo sismostrato è caratterizzato da velocità delle onde P comprese tra 1300 e 1590 m/s e delle onde S comprese tra 210 e 220 m/s.

In generale, i dati sismici nel loro complesso, disponibili per il territorio comunale di Quarrata, indicano:

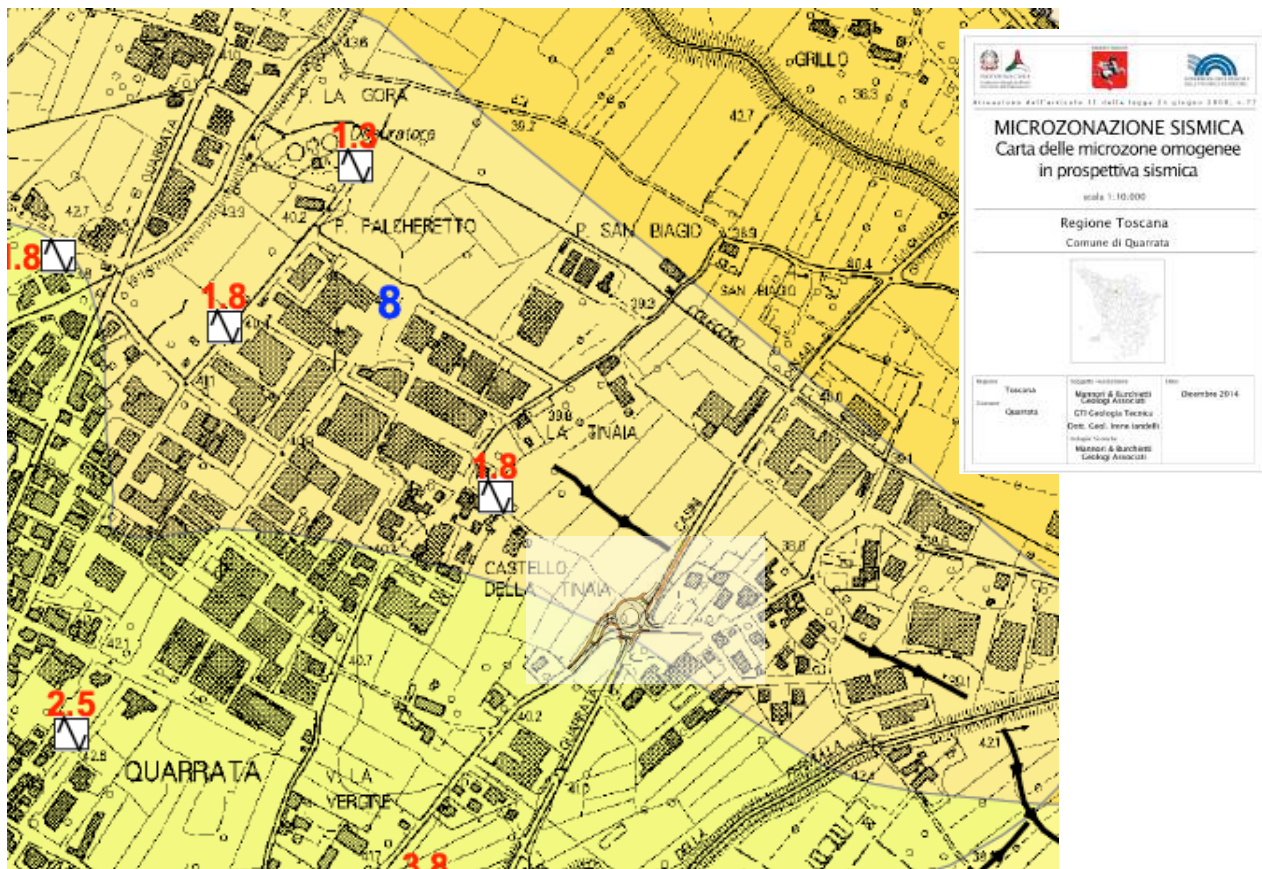
- per quanto riguarda il substrato, dei depositi alluvionali, le indagini eseguite su substrato calcareo (Formazione M. Morello) hanno Vs quasi sempre maggiori di 800 m/s; quelle eseguite sui litotipi argillitici (Formazione di Sillano) presentano velocità generalmente inferiori a 800 m/s.
- per quanto riguarda i depositi alluvionali, le velocità delle onde SH sono comprese in un intervallo piuttosto ristretto compreso tra 190 e 250 m/s.

L'indagine HVSR, realizzata nel corso del presente studio ha permesso di individuare un picco di frequenza  $F_0$  pari a 1,77 con un'ampiezza di  $A=2,03$ .

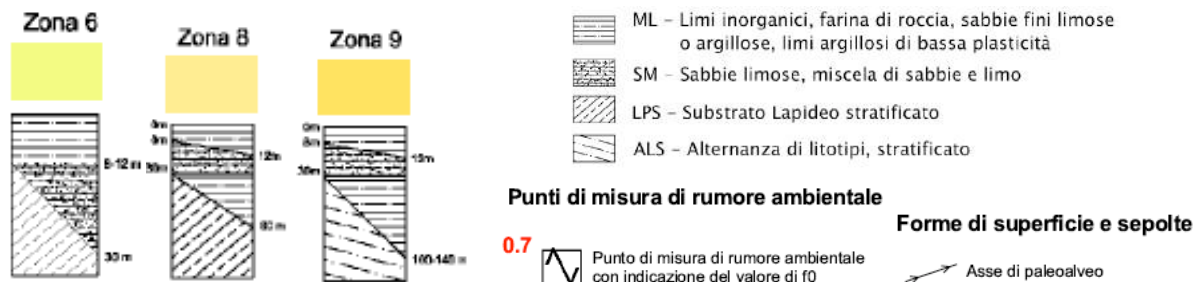
Il picco di frequenza riscontrato si allinea con i valori indicati nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) del comune di Quarrata e pertanto si conferma, per l'area di interesse la classificazione riportata nella carta MOPS del comune.

In base alla carta MOPS, (Microzonazione Omogenea in Prospettiva Sismica), allegata al R.U., che individua qualitativamente gli elementi potenzialmente in grado di generare fenomeni di amplificazione locale e di instabilità dinamica, si deduce che il sito di interesse ricade in zona stabile suscettibile di amplificazione locale "Z8".





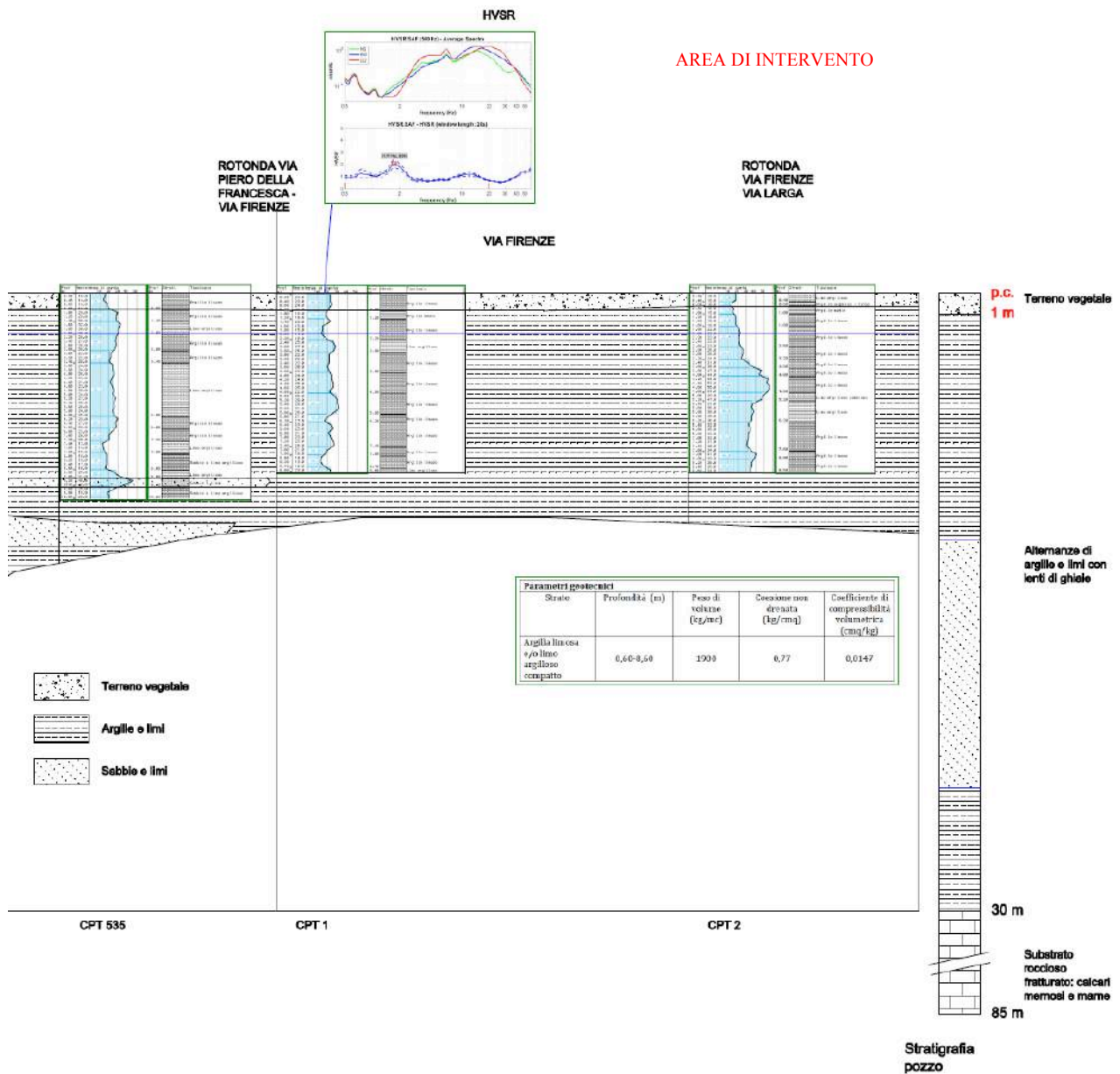
**Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**



Zona 8 – aree di affioramento dei terreni prevalentemente argilloso-limosi (ML) fino a 8-10 metri di profondità; al di sotto, fino a m 30, è presente un livello di sabbie (SM); ancora al di sotto è presente il substrato calcareo (LPS) a profondità variabile da m 30 a m 60.

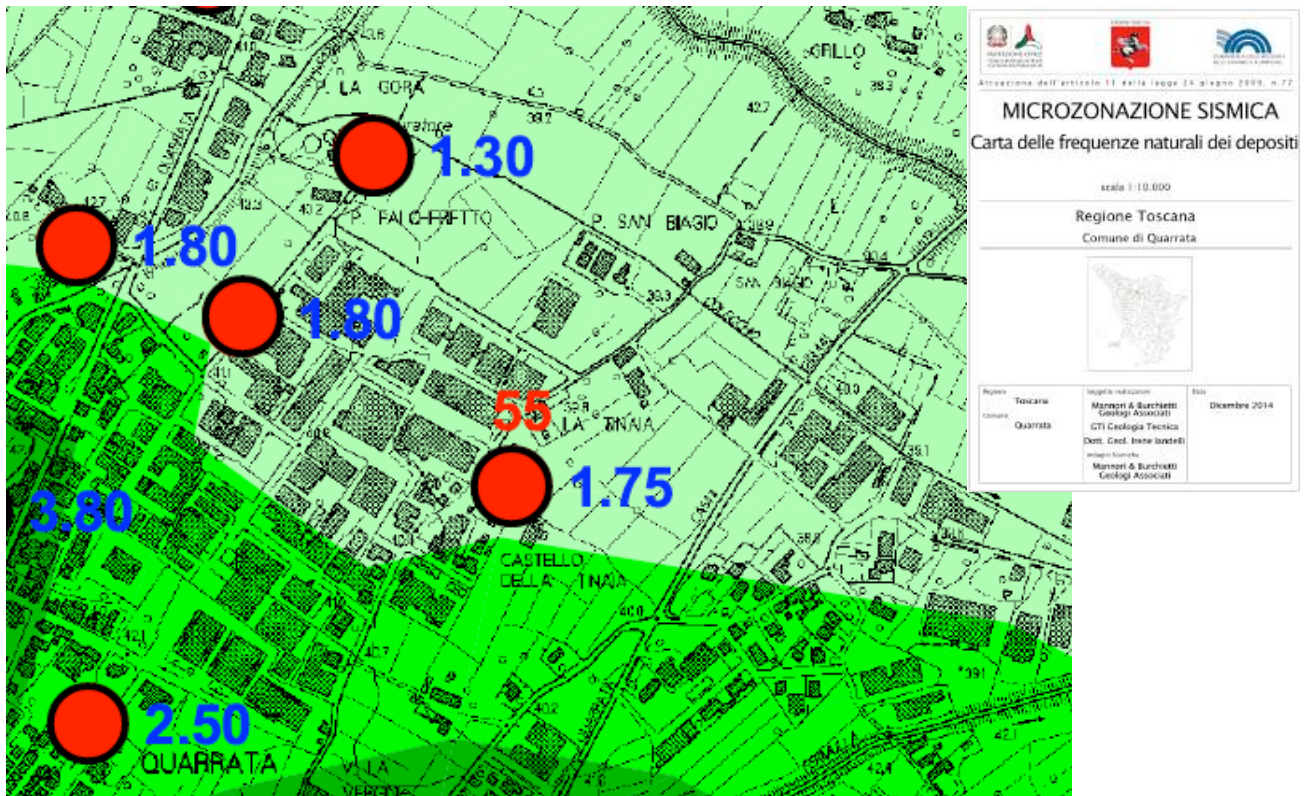
Tra il livello di sabbie (SM) ed il substrato lapideo, sono presenti ancora terreni fini riferibili a ML.

# ESTRATTO SEZIONE GEOLOGICO TECNICA



L'area in questione si trova in una microzona stabile suscettibile amplificazione locale.





### Legenda

#### Intervallo di frequenze in Hz



● Misure HVSIR per le quali non è stato riconosciuto alcun picco

● Misure HVSIR con ampiezza compresa fra 2 e 3

● Misure HVSIR con ampiezza > 3

Numero dell'indagine  
(le misure non numerate si riferiscono ad indagini precedenti)

2.03 Valore della frequenza  $f_0$  di picco (in Hz)

**AZIONE SISMICA**

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

**CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE***Categoria di sottosuolo*

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, considerato che le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II,

**Tab. 3.2.II – 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.

è stato fatto riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS.

La classificazione del sottosuolo è stata effettuata in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

hi = spessore dell'i-esimo strato;

VS,i = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse.

Tenuto conto dell'indagine sismica HVSR e dei dati sismici a disposizione, unitamente alla stratigrafia di un pozzo artesiano, per l'area di intervento si ritiene di attribuire una categoria di sottosuolo E

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.



In base ai risultati dell'indagine geofisica di riferimento, è stata calcolata una  $V_{s30} = 200$  m/sec, tenuto conto del modello geologico e geotecnico del sottosuolo, si ritiene di assegnare una categoria di sottosuolo E:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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.

#### Condizioni topografiche

Per la determinazione dell'azione sismica occorre considerare anche il contributo derivante dalla morfologia superficiale.

Nel caso in cui la topografia non presenti particolare complessità, come nel caso in oggetto, si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Per condizioni topografiche riconducibili alle categorie di cui alla Tab. 3.2.III, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$ .

Il parametro  $S_T$  deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m.

Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a  $15^\circ$ .

#### Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella Tab. 3.2.V, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

Il sito in esame ricade nella Categoria T1 (superficie pianeggiante), per cui il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  è pari ad 1,0.

#### STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

Il sito presso il quale è ubicato l'impianto tecnologico in progetto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

#### Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

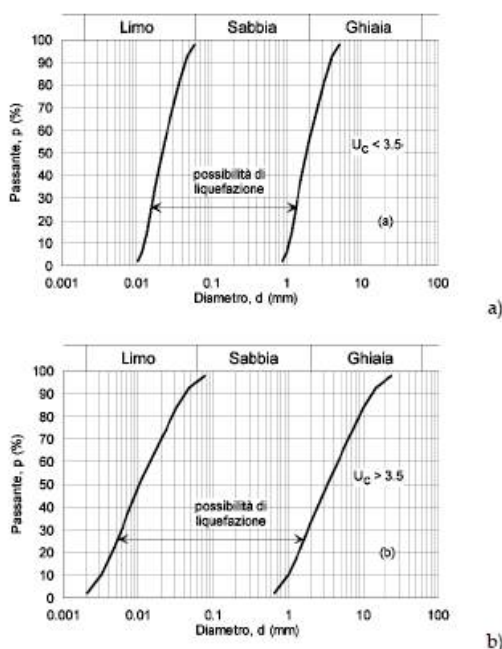


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

#### VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Per liquefazione si intende un fenomeno interessante terre sabbiose sature, in depositi naturali o in accumuli artificiali, che nel corso di un evento sismico subiscono una forte riduzione della resistenza al taglio, a seguito della quale il terreno può scorrere o fluire nel caso di un pendio o assestarsi nel caso di una giacitura orizzontale.

In riferimento alla normativa sismica (O.P.C.M. 3274/03; D.M. 14/01/08, art.7.11.3.4) viene prescritto che venga verificata la suscettibilità alla liquefazione del terreno di fondazione qualora la falda freatica si collochi in prossimità del piano fondale ed il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, ancorché contenenti una frazione fine limo-argillosa.

La liquefazione implica una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante uno scuotimento sismico tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Il meccanismo di liquefazione è governato da molti fattori e tra questi i principali sono:

le caratteristiche dell'impulso sismico (magnitudo  $M > 5,0$ );

la densità relativa ( $DR < 50 \div 60\%$ ),

la pressione di confinamento (non sono riportati casi in letteratura di liquefazione in strati granulari



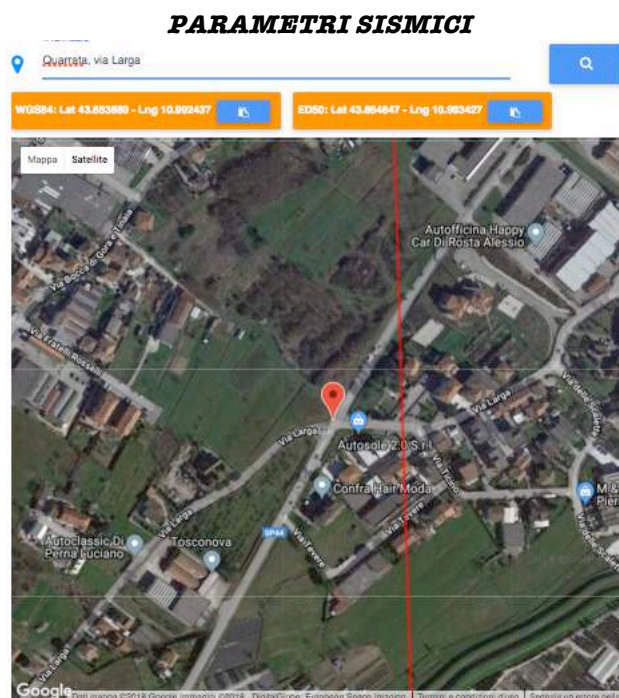
profondi oltre 15-20 metri);  
la granulometria (da sabbie medio-fini a limi-sabbiosi);  
la presenza di falda idrica superficiale.

Con riferimento alla sezione geologica dell'area d'intervento, ricavata sulla base della stratigrafia di un pozzo artesiano, un sondaggio geognostico e ai risultati della prova penetrometrica statica CPT n. 2 eseguita in corrispondenza dell'area della rotonda, non è emersa la presenza di livelli di sabbia, sabbia limosa e/o limo sabbiosi nei primi 10 m dal p.c. né la presenza di una falda idrica superficiale, per cui si ritiene che il terreno di fondazione nella zona (Prova CPT 2) non sia soggetto a liquefazione in quanto in questo settore della piana alluvionale compresa tra il rio Fermulla e il fosso di Collecchio, non sono presenti strati di sabbia, sabbia limosa sciolti di spessore significativo né una falda idrica superficiale.

Si ricorda che la liquefazione difficilmente interessa strati di profondità maggiore di 15 m e che eventuali strati non liquefacibili con spessore maggiore di 3 m possono contrastare la liquefazione degli strati sottostanti.

Per quel che riguarda i fenomeni di liquefazione non sussistono condizioni generali di rilevante attenzione, la natura coesiva dei terreni superficiali avente uno spessore di oltre 5 m, esclude l'insorgenza di tali fenomeni localizzati.

I parametri sismici sono stati calcolati con software "Geostru-PS" :



Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni  
Sito in esame.

latitudine: 43,854847  
longitudine: 10,993427  
Classe: 1  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 19610	Lat: 43,8569	Lon: 10,9248	Distanza: 2637,979
Sito 2	ID: 19611	Lat: 43,8548	Lon: 10,9941	Distanza: 2921,490
Sito 3	ID: 19833	Lat: 43,8084	Lon: 10,9962	Distanza: 6189,588
Sito 4	ID: 19832	Lat: 43,8069	Lon: 10,9269	Distanza: 6061,944

## Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 50anni  
 Coefficiente cu: 0,7

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.047	2.535	0.248
Danno (SLD)	35	0.050	2.546	0.253
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.116	2.462	0.294
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.151	2.404	0.303
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

## Coefficienti Sismici

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,60	1,60	1,60	1,60
CC Coeff. funz categoria	2,01	1,99	1,88	1,86
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.015	0.016	0.045	0.058
kv	0.008	0.008	0.022	0.029
Amax [m/s²]	0.739	0.782	1.819	2.369
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

**CONCLUSIONI****COMPATIBILITA' GEOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA DELL'INTERVENTO EDILIZIO**

La presente relazione geologica, geotecnica e sismica è stata redatta, su incarico del Comune di Quarrata, a supporto del progetto di realizzazione di una rotatoria in corrispondenza dell'intersezione fra via Firenze (S.P.44) e via Larga, in località La Tinaia, redatto dall'Ufficio Tecnico Comunale Servizio Lavori Pubblici.

Ai sensi della normativa nazionale vigente per la redazione dei supporti geologico-tecnici alle realizzazioni edilizie D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni, DPRG 09/07/2009 n°36/R e conformemente al P.S. e R.U. del Comune di Quarrata, la caratterizzazione geologica, geotecnica e geofisica del terreno di sedime della rotatoria stradale è stata eseguita sulla base dei dati di base riportati negli elaborati tecnici allegati al P.S., relativi a prove geognostiche e geofisiche eseguite in aree prossime all'area di studio caratterizzate dagli stessi contesti geologici,



geomorfologici e geotecnici e, in particolare, ad due prove penetrometriche statiche e un indagine sismica HVSR eseguite a corredo del presente studio.

In base all'indagine geologica, geotecnica e sismica, nel rispetto delle indicazioni del P.S. del Comune di Quarrata, si ritiene positivamente verificata la compatibilità geologica-geotecnica, idrogeologica dell'intervento edilizio.

L'intervento edilizio nel rispetto di quanto indicato nella presente relazione, non determina condizioni d'instabilità né modifica negativamente le condizioni e i processi geomorfologici e/o idrogeologici del terreno e del contesto territoriale circostante.

Lamporecchio, 25.07.2018





**Corrado Ciurli**  
**Geologo**

**Allegati:**

Ubicazione indagine geognostica e sismica  
Sezione geologica  
Certificati prove penetrometriche statiche CPT  
Certificato indagine sismica HVSR

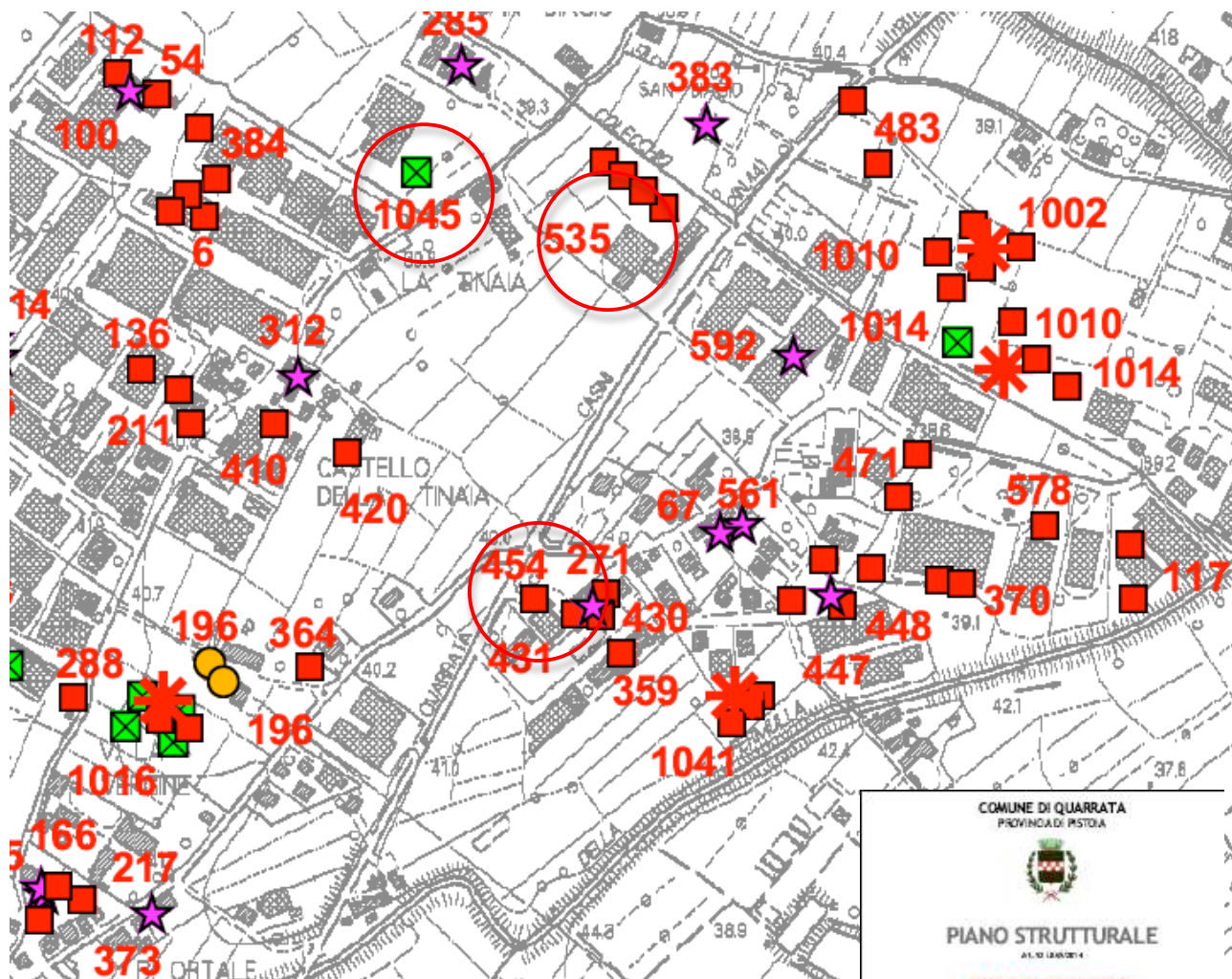
## UBICAZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA E SISMICA

	CPT	Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
	HVSR	Stazione microtremore a stazione singola





**UBICAZIONE INDAGINI DATI DI BASE  
ESTRATTO CARTA LITOTECNICA E DEI DATI GEOLOGICI**

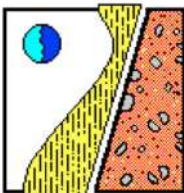


- Prova penetrometrica dinamica
- Prova penetrometrica statica
- Sondaggio
- \* Sismica
- Saggio con escavatore
- ☆ Relazione senza indagini

28 Identificativo delle indagini

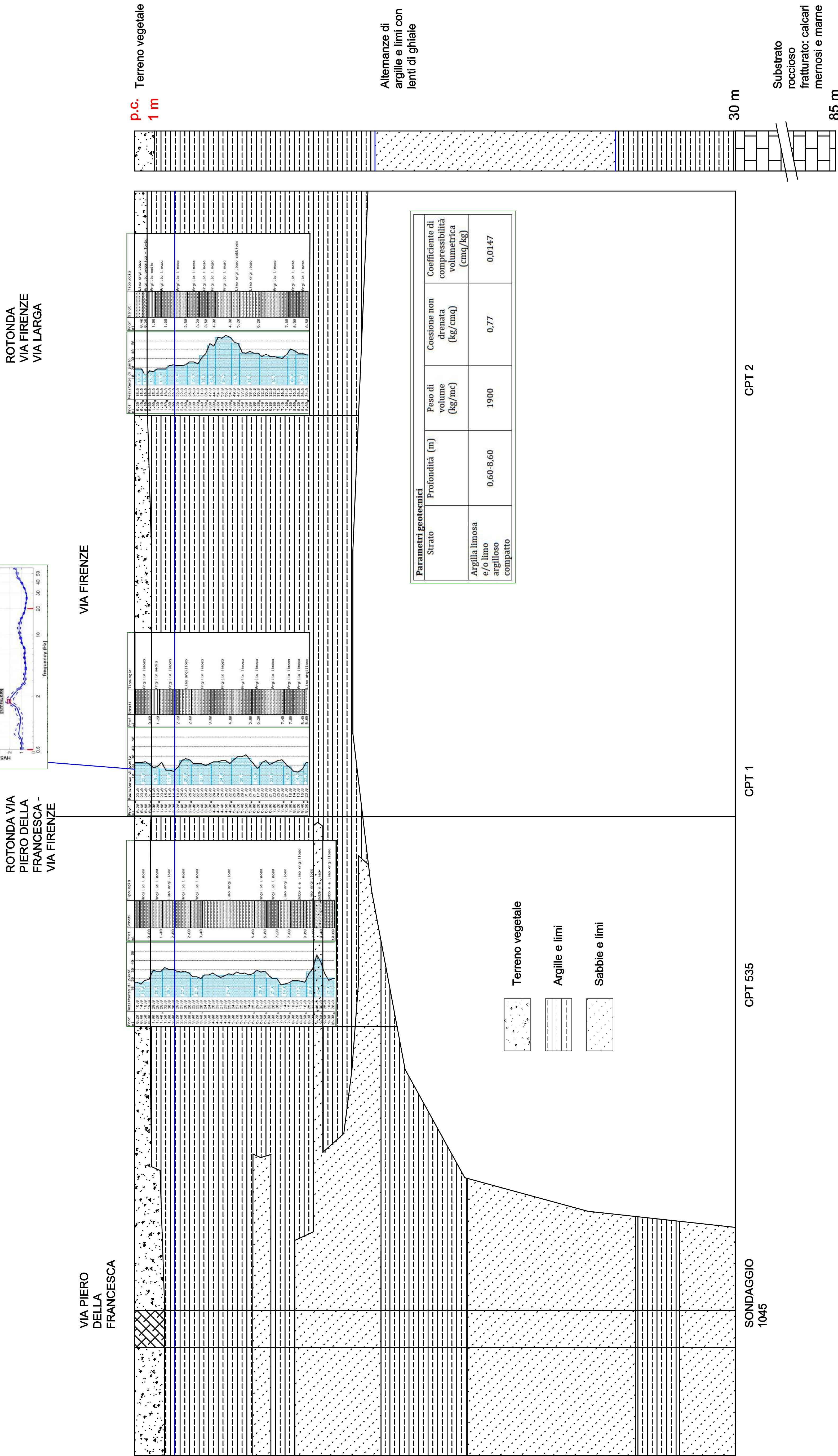
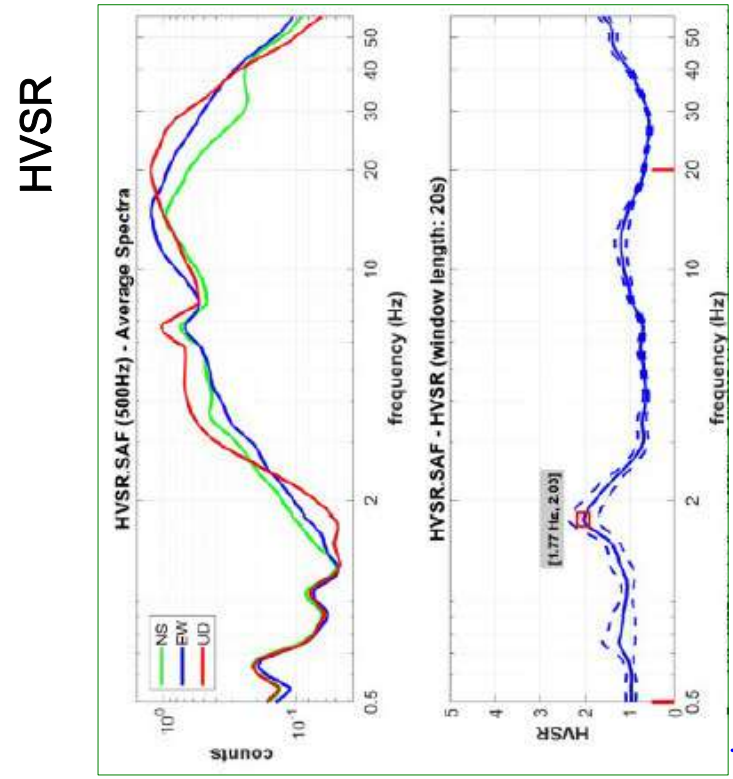




<p><b>STUDIO DI GEOLOGIA</b>  <b>Geologo Corrado Ciurli - Geologo Laura Grassi - Geologo Valentina Picchi</b></p>  <p>via G. Di Vittorio, n. 41 - 51039 LAMPORCIONE (PT)          tel. 0571/400001          e-mail: geol.corrado@ciurli@gmail.com</p>		<p><b>RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ</b>  <b>D.G.R.T. N. 53/R DEL 25.10.2011</b></p>	
<p><b>TAVOLA</b></p>	<p><b>VARIANTE AL P.S. ED AL R.U. PER LA REALIZZAZIONE DI UNA ROTATORIA IN CORRISPONDENZA DELL'INTERSEZIONE FRA LA VIA FIRENZE (S.P.44) E LA VIA LARGA E PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO COLLEGAMENTO TRA VIA FIRENZE E VIA PIERO DELLA FRANCESCA</b></p>		
	<p><b>SEZIONE GEOLOGICA</b></p>	<p><b>Committente:</b></p>	<p>COMUNE DI QUARRATA          PROVINCIA DI FIRENZA          UFFICIO TECNICO COMUNALE          Servizio Lavori Pubblici          via Trieste 1 - 51039 Quarrata (PT)</p>
<p><b>Tecnico incaricato:</b></p>	<p><b>Geol. Corrado Ciurli</b></p>	<p><b>Giugno 2018</b></p>	<p><b>SCALA H 1:1000</b>  <b>V 1:100</b></p>



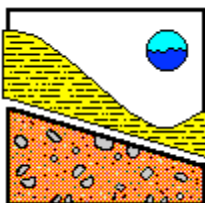
UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E  
GEOFISICHE



Stratigrafia  
pozzo



**STUDIO DI GEOLOGIA**  
**Geologo Corrado Ciurli - Geologo Laura Grassi - Geologo Valentina Picchi**



via G. Di Vittorio, n. 41 - 51035 LAMPORECCHIO (PT)  
Tel. e Fax 0573 81756  
e-mail: geol.corradociurli@gmail.com

**VARIANTE AL P.S. ED AL R.U.**  
**PER LA REALIZZAZIONE DI UNA ROTATORIA IN CORRISPONDENZA**  
**DELL'INTERSEZIONE FRA LA VIA FIRENZE (S.P.44) E LA VIA LARGA E**  
**PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO COLLEGAMENTO**  
**TRA VIA FIRENZE E VIA PIERO DELLA FRANCESCA**

**RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA**  
AI SENSI DEL D.P.G.R. N.53/R DEL 25.10.2011

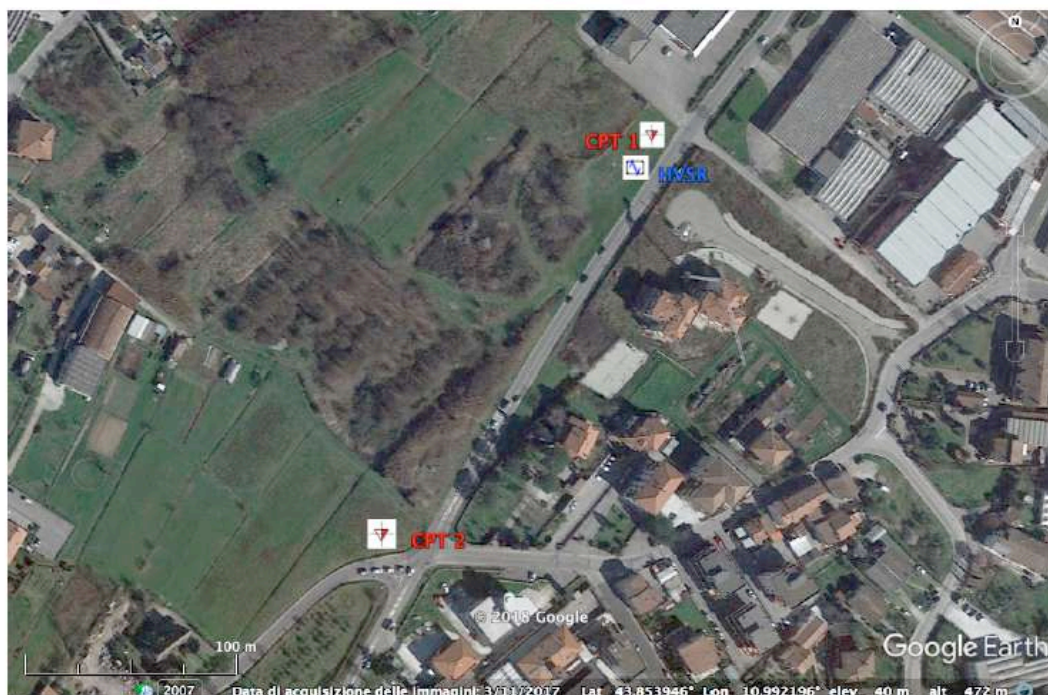
**PROVE PEMETROMETRICHE CPT**  
**INDAGINE SISMICA HVSR**  
**E DATI DI BASE**

Committente: COMUNE DI QUARRATA  
UFFICIO TECNICO COMUNALE  
Servizio Lavori Pubblici  
via Trieste 1 - 51039 Quarrata (PT)

Dr. Corrado Ciurli  
Geologo

GIUGNO 2018





UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE E MISURA HVSR





## Prova Penetrometrica Statica

Pagina n.1

### Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)  
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: <b>Comune di Quarrata</b>	Indagine: <b>VA-95-18</b>	Rapporto : <b>103-18</b>	Prova n° <b>1</b>
Località: <b>La Tinaia, Quarrata (PT)</b>	in data: <b>24/05/18</b>		
Note sulla committenza: ==			
Note relative alla prova: ==			
Falda rilevata alla profondità di cm: ==	Spinta del penetrometro (tonnellate):	10	

Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
40	23	1,33	5,80	C	0,0	0,0	0,91	13,02	0,01449	Limo argilloso
60	24	1,80	7,50	C	0,0	0,0	1,22	11,39	0,01389	Argilla limosa
80	21	1,73	8,25	C	0,0	0,0	1,18	8,16	0,01587	Argilla limosa
100	18	1,73	9,63	C	0,0	0,0	1,18	6,52	0,02778	Argilla
120	19	1,67	8,77	C	0,0	0,0	1,13	5,22	0,02632	Argilla
140	23	2,07	8,99	C	0,0	0,0	1,41	5,52	0,01449	Argilla
160	15	1,47	9,78	C	0,0	0,0	1,00	3,44	0,03333	Argilla
180	15	1,07	7,11	C	0,0	0,0	0,73	2,23	0,03333	Argilla limosa
200	14	1,00	7,14	C	0,0	0,0	0,68	1,88	0,03571	Argilla limosa
220	18	1,20	6,67	C	0,0	0,0	0,82	2,05	0,02778	Argilla limosa
240	25	1,00	4,00	I	48,3	25,2	0,00	0,00	0,01333	Limo sabbioso
260	27	1,80	6,67	C	0,0	0,0	1,22	2,61	0,01235	Argilla limosa
280	26	1,80	6,92	C	0,0	0,0	1,22	2,41	0,01282	Argilla limosa
300	22	1,40	6,36	C	0,0	0,0	0,95	1,75	0,01515	Argilla limosa
320	22	1,47	6,67	C	0,0	0,0	1,00	1,71	0,01515	Argilla limosa
340	22	1,60	7,27	C	0,0	0,0	1,09	1,76	0,01515	Argilla limosa
360	20	1,87	9,33	C	0,0	0,0	1,27	1,93	0,01667	Argilla
380	22	1,47	6,67	C	0,0	0,0	1,00	1,44	0,01515	Argilla limosa
400	24	1,73	7,22	C	0,0	0,0	1,18	1,61	0,01389	Argilla limosa
420	24	1,73	7,22	C	0,0	0,0	1,18	1,53	0,01389	Argilla limosa
440	25	1,53	6,13	C	0,0	0,0	1,04	1,29	0,01333	Argilla limosa
460	25	1,80	7,20	C	0,0	0,0	1,22	1,45	0,01333	Argilla limosa
480	22	1,53	6,97	C	0,0	0,0	1,04	1,18	0,01515	Argilla limosa
500	26	1,67	6,41	C	0,0	0,0	1,13	1,23	0,01282	Argilla limosa
520	29	2,07	7,13	C	0,0	0,0	1,41	1,46	0,01149	Argilla limosa
540	29	1,73	5,98	C	0,0	0,0	1,18	1,18	0,01149	Limo argilloso
560	31	1,80	5,81	C	0,0	0,0	1,22	1,18	0,01075	Limo argilloso
580	26	1,73	6,67	C	0,0	0,0	1,18	1,10	0,01282	Argilla limosa
600	21	1,40	6,67	C	0,0	0,0	0,95	0,86	0,01587	Argilla limosa
620	17	1,40	8,24	C	0,0	0,0	0,95	0,83	0,02941	Argilla limosa
640	23	1,27	5,51	C	0,0	0,0	0,86	0,73	0,01449	Limo argilloso
660	25	1,47	5,87	C	0,0	0,0	1,00	0,82	0,01333	Limo argilloso
680	21	1,47	6,98	C	0,0	0,0	1,00	0,80	0,01587	Argilla limosa
700	23	1,27	5,51	C	0,0	0,0	0,86	0,67	0,01449	Limo argilloso
720	25	1,80	7,20	C	0,0	0,0	1,22	0,92	0,01333	Argilla limosa
740	26	1,73	6,67	C	0,0	0,0	1,18	0,86	0,01282	Argilla limosa
760	21	1,33	6,35	C	0,0	0,0	0,91	0,65	0,01587	Argilla limosa
780	18	1,27	7,04	C	0,0	0,0	0,86	0,60	0,02778	Argilla limosa
800	14	1,67	11,90	C	0,0	0,0	1,13	0,77	0,03571	Argilla molle
820	13	0,80	6,15	C	0,0	0,0	0,54	0,36	0,03846	Argilla limosa
840	16	1,07	6,67	C	0,0	0,0	0,73	0,47	0,03125	Argilla limosa
860	23	0,00	0,00		0,0	0,0	0,00	0,00	0,00000	

#### Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm). Qc - Resistenza alla punta (in Kg/cm<sup>2</sup>). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm<sup>2</sup>).  
Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %).  
Fi - Angolo di attrito efficace (in gradi). Cu - Resistenza al taglio non drenata (in Kg/cm<sup>2</sup>). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata.  
Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm<sup>2</sup>/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

## Prova Penetrometrica Statica

Pagina n.1

### Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)  
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: <b>Comune di Quarrata</b>	Indagine: <b>VA-95-18</b>	Rapporto : <b>103-18</b>	Prova n° <b>2</b>
Località: <b>La Tinaia, Quarrata (PT)</b>	in data: <b>24/05/18</b>		
Note sulla committenza: ==			
Note relative alla prova: ==			
Falda rilevata alla profondità di cm: ==	Spinta del penetrometro (tonnellate): 10		

Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
40	18	1,13	6,30	C	0,0	0,0	0,77	10,97	0,02778	Argilla limosa
60	10	1,27	12,67	C	0,0	0,0	0,86	8,23	0,05000	Argilla molle
80	16	1,67	10,42	C	0,0	0,0	1,13	8,08	0,03125	Argilla
100	15	1,13	7,56	C	0,0	0,0	0,77	4,38	0,03333	Argilla limosa
120	18	1,33	7,41	C	0,0	0,0	0,91	4,28	0,02778	Argilla limosa
140	18	0,67	3,70	I	40,8	25,4	0,00	0,00	0,01852	Limo sabbioso
160	18	1,60	8,89	C	0,0	0,0	1,09	3,87	0,02778	Argilla
180	22	1,40	6,36	C	0,0	0,0	0,95	2,99	0,01515	Argilla limosa
200	23	1,40	6,09	C	0,0	0,0	0,95	2,69	0,01449	Limo argilloso
220	22	1,93	8,79	C	0,0	0,0	1,31	3,36	0,01515	Argilla
240	22	1,87	8,48	C	0,0	0,0	1,27	2,96	0,01515	Argilla limosa
260	23	2,13	9,28	C	0,0	0,0	1,45	3,11	0,01449	Argilla
280	26	1,93	7,44	C	0,0	0,0	1,31	2,61	0,01282	Argilla limosa
300	26	1,73	6,67	C	0,0	0,0	1,18	2,17	0,01282	Argilla limosa
320	24	1,87	7,78	C	0,0	0,0	1,27	2,19	0,01389	Argilla limosa
340	31	1,87	6,02	C	0,0	0,0	1,27	2,06	0,01075	Limo argilloso
360	36	3,00	8,33	C	0,0	0,0	2,04	3,11	0,00926	Argilla limosa
380	47	3,27	6,95	C	0,0	0,0	2,22	3,19	0,00709	Argilla limosa
400	44	2,93	6,67	C	0,0	0,0	1,99	2,71	0,00758	Argilla limosa
420	54	3,27	6,05	C	0,0	0,0	2,22	2,87	0,00617	Limo argilloso
440	53	3,87	7,30	C	0,0	0,0	2,63	3,23	0,00629	Argilla limosa
460	56	3,27	5,83	C	0,0	0,0	2,22	2,60	0,00595	Limo argilloso
480	54	3,67	6,79	C	0,0	0,0	2,49	2,79	0,00617	Argilla limosa
500	49	2,73	5,58	C	0,0	0,0	1,86	2,00	0,00680	Limo argilloso
520	47	2,67	5,67	C	0,0	0,0	1,81	1,87	0,00709	Limo argilloso
540	37	2,27	6,13	C	0,0	0,0	1,54	1,53	0,00901	Argilla limosa
560	36	2,13	5,93	C	0,0	0,0	1,45	1,39	0,00926	Limo argilloso
580	38	1,93	5,09	C	0,0	0,0	1,31	1,21	0,00877	Limo argilloso
600	36	1,80	5,00	C	0,0	0,0	1,22	1,09	0,00926	Limo argilloso
620	36	2,13	5,93	C	0,0	0,0	1,45	1,25	0,00926	Limo argilloso
640	32	1,73	5,42	C	0,0	0,0	1,18	0,98	0,01042	Limo argilloso
660	35	1,93	5,52	C	0,0	0,0	1,31	1,06	0,00952	Limo argilloso
680	32	2,07	6,46	C	0,0	0,0	1,41	1,10	0,01042	Argilla limosa
700	32	2,20	6,88	C	0,0	0,0	1,50	1,14	0,01042	Argilla limosa
720	31	2,40	7,74	C	0,0	0,0	1,63	1,21	0,01075	Argilla limosa
740	30	2,27	7,56	C	0,0	0,0	1,54	1,11	0,01111	Argilla limosa
760	34	2,40	7,06	C	0,0	0,0	1,63	1,14	0,00980	Argilla limosa
780	41	2,80	6,83	C	0,0	0,0	1,90	1,29	0,00813	Argilla limosa
800	39	2,60	6,67	C	0,0	0,0	1,77	1,17	0,00855	Argilla limosa
820	36	2,33	6,48	C	0,0	0,0	1,59	1,02	0,00926	Argilla limosa
840	36	2,33	6,48	C	0,0	0,0	1,59	1,00	0,00926	Argilla limosa
860	34	0,00	0,00		0,0	0,0	0,00	0,00	0,00000	

#### Legenda Parametri Geotecnici:

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm). Qc - Resistenza alla punta (in Kg/cm<sup>2</sup>). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm<sup>2</sup>).  
Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %).  
Fi - Angolo di attrito efficace (in gradi). Cu - Resistenza al taglio non drenata (in Kg/cm<sup>2</sup>). Cu n. - Resistenza al taglio non drenata normalizzata.  
Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm<sup>2</sup>/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)



DATI DI BASE  
(P.S. COMUNE DI QUARRATA)

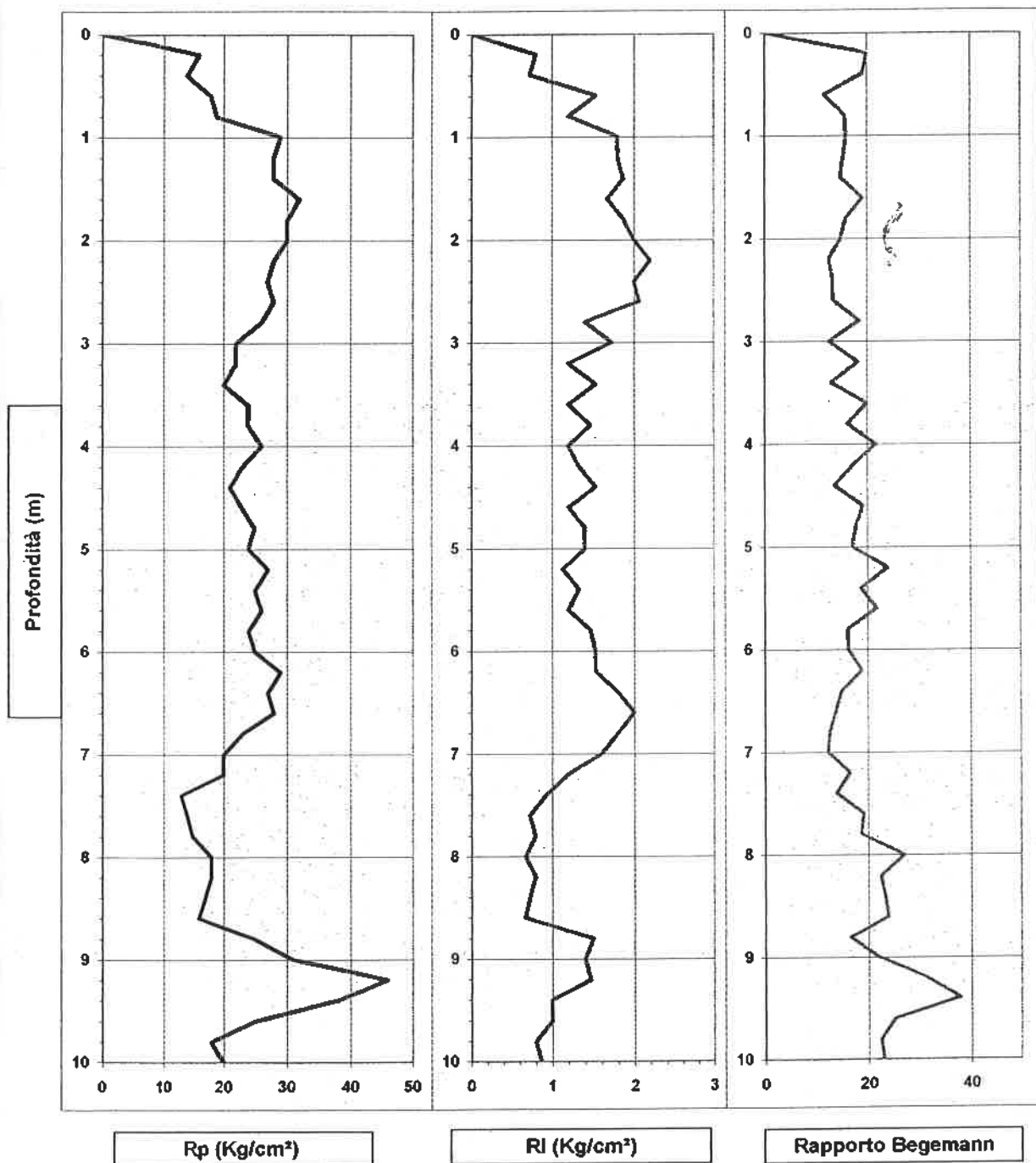
330/00 (4)

# PROVA PENETROMETRICA STATICA C.P.T.

1

Penetrometro GOUDA con Punta Begemann

Cantiere	Via Bocca di Gora e Tinaia - Quarrata	
Committente	Dott. Fernando Durantini	
Falda	7,0 m. da p.c.	Data 03/02/00



Classificazione litologica secondo Begemann

0÷14 = torba + 14÷25 = argilla+limo argilloso + 25÷45 = limo sabbioso

45÷62 = sabbia limosa + 62÷100 = da sabbia a ghiaia

C.G.A. s.n.c.



CENTRO GEOLOGIA APPLICATA  
 IL RESPONSABILE

Dott. Geol. Paolo Tognelli



# PROVA PENETROMETRICA STATICA C.P.T.

1

Penetrometro GOUDA con Punta Begemann

Cantiere	Via Bocca di Gora e Tinaia - Quarrata		
Committente	Dott. Fernando Durantini		
Data esecuzione	03/02/00		
Riferimento	Ar./S 45	Falda 7,0	m. da p.c.

Prof. m.	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	RI Kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI	Schm
0,2	16	0,8	20	A4
0,4	14	0,73	19	A4
0,6	18	1,53	12	A0
0,8	19	1,2	16	A5
1	29	1,8	16	A5
1,2	28	1,8	16	A5
1,4	28	1,87	15	A5
1,6	32	1,67	19	A5
1,8	30	1,87	16	A5
2	30	2	15	A5
2,2	28	2,2	13	A5
2,4	27	2	14	A5
2,6	28	2,07	14	A5
2,8	26	1,4	19	A5
3	22	1,73	13	A5
3,2	22	1,2	18	A5
3,4	20	1,53	13	A5
3,6	24	1,2	20	A5
3,8	24	1,47	16	A5
4	26	1,2	22	A5
4,2	23	1,33	17	A5
4,4	21	1,53	14	A5
4,6	23	1,2	19	A5
4,8	25	1,4	18	A5
5	24	1,4	17	A5
5,2	27	1,13	24	ASL
5,4	25	1,33	19	A5
5,6	26	1,2	22	A5
5,8	24	1,47	16	A5
6	25	1,53	16	A5

Prof. m.	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	RI Kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI	Schm
6,2	29	1,53	19	A5
6,4	27	1,8	15	A5
6,6	28	2	14	A5
6,8	23	1,8	13	A5
7	20	1,6	13	A5
7,2	20	1,2	17	A5
7,4	13	0,93	14	A0
7,6	14	0,73	19	A4
7,8	15	0,8	19	A4
8	18	0,67	27	ASL
8,2	18	0,8	23	A4
8,4	17	0,73	23	A4
8,6	16	0,67	24	A4
8,8	25	1,5	17	A5
9	31	1,4	22	ASL
9,2	46	1,47	31	SA
9,4	38	1	38	SA
9,6	25	1	25	ASL
9,8	18	0,8	23	A4
10	20	0,87	23	A4
10,2				
10,4				
10,6				
10,8				
11				
11,2				
11,4				
11,6				
11,8				
12				

Rp = resistenza alla punta + RI = resistenza laterale + Rp/RI = rapporto Begemann

SCH. = classificazione secondo Schmertmann

A0 argille organiche + A1 argille inorganiche molli + A2 argille inorganiche di bassa consistenza  
A3 argilla inorg. media consistenza + A4 argilla inorg. compatta + A5 argilla inorg. molto compatta  
ASL argille e sabbie limose + SAL sabbie argillose e limi + LS limi sabbiosi  
S0 sabbia sciolta + S1 sabbia med. Addensata + S2 sabbia addensata + SG sabbie e ghiaie

C.G.A. s.n.c.

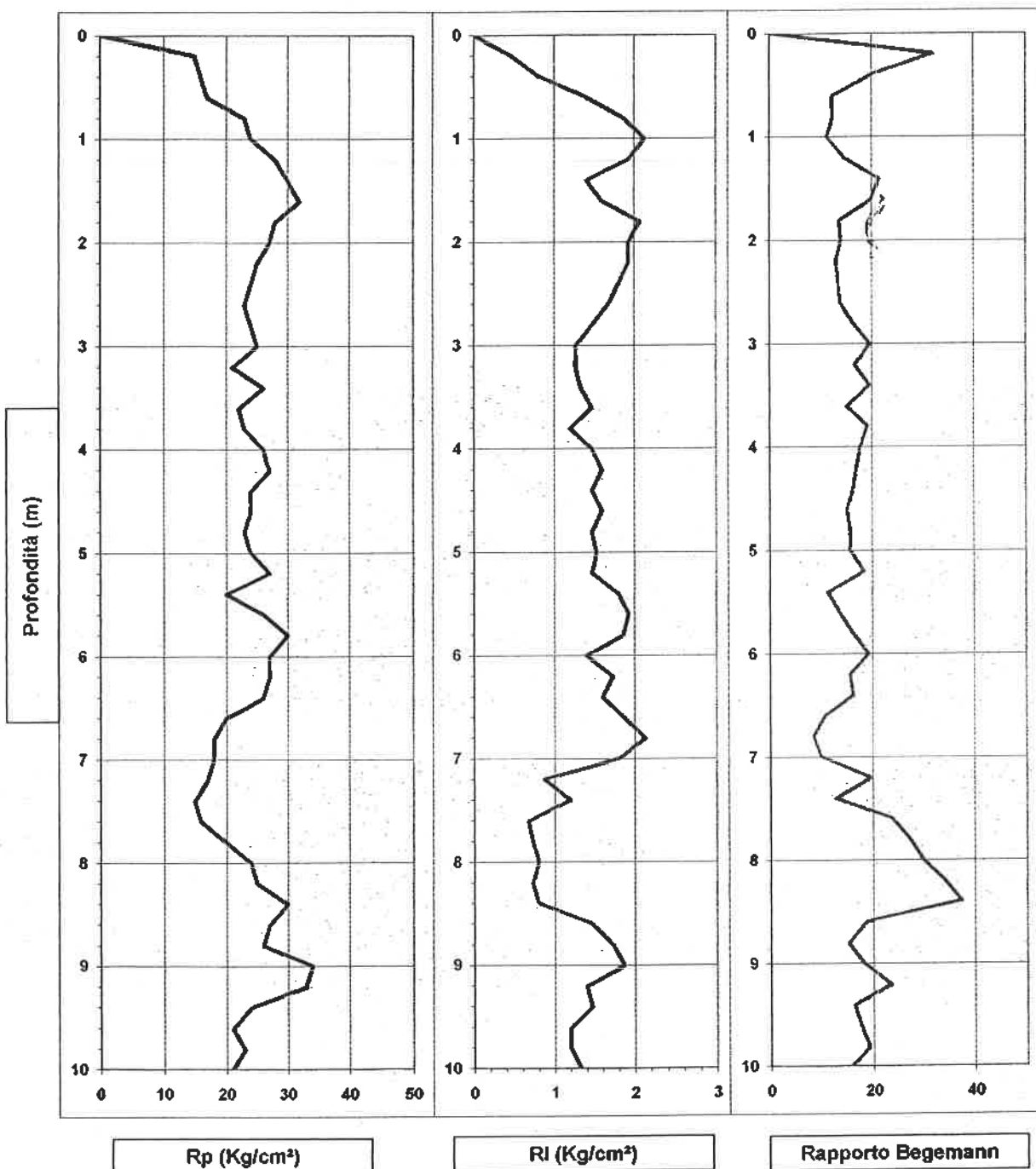


CENTRO GEOLOGIA APPLICATA  
IL RESPONSABILE  
Dott. Geologo Paolo Tognelli

# PROVA PENETROMETRICA STATICA C.P.T. 2

Penetrometro GOUDA con Punta Begemann

Cantiere	Via Bocca di Gora e Tinaia - Quarrata	
Committente	Dott. Fernando Durantini	
Falda	4,0 m. da p.c.	Data 03/02/00



Classificazione litologica secondo Begemann

0+14 = torba + 14+25 = argilla+limo argilloso + 25+45 = limo sabbioso  
 45+62 = sabbia limosa + 62+100 = da sabbia a ghiaia



# PROVA PENETROMETRICA STATICA C.P.T.

2

Penetrometro GOUDA con Punta Begemann

Cantiere	Via Bocca di Gora e Tinaia - Quarrata		
Committente	Dott. Fernando Durantini		
Data esecuzione	03/02/00		
Riferimento	Ar./S 47	Falda 4,0	m. da p.c.

Prof.	Rp	RI	Rp/RI	Schm
m.	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>		
0,2	15	0,47	32	ASL
0,4	16	0,8	20	A4
0,6	17	1,4	12	A0
0,8	28	1,87	12	A5
1	24	2,13	11	A5
1,2	28	1,93	15	A5
1,4	30	1,4	21	ASL
1,6	32	1,6	20	A5
1,8	28	2,07	14	A5
2	27	1,93	14	A5
2,2	25	1,93	13	A5
2,4	24	1,8	13	A5
2,6	23	1,67	14	A5
2,8	24	1,47	16	A5
3	25	1,27	20	A5
3,2	21	1,27	17	A5
3,4	26	1,33	20	A5
3,6	22	1,47	15	A5
3,8	23	1,2	19	A5
4	26	1,47	18	A5
4,2	27	1,6	17	A5
4,4	24	1,47	16	A5
4,6	24	1,6	15	A5
4,8	23	1,47	16	A5
5	24	1,53	16	A5
5,2	27	1,47	18	A5
5,4	20	1,8	11	A5
5,6	26	1,93	13	A5
5,8	30	1,87	16	A5
6	27	1,4	19	A5

Prof.	Rp	RI	Rp/RI	Schm
m.	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>		
6,2	27	1,73	16	A5
6,4	26	1,6	16	A5
6,6	20	1,87	11	A5
6,8	18	2,13	8	A4
7	18	1,8	10	A5
7,2	17	0,87	20	ASL
7,4	15	1,2	13	A4
7,6	16	0,67	24	A4
7,8	20	0,73	27	ASL
8	24	0,8	30	ASL
8,2	25	0,73	34	A5
8,4	30	0,8	38	A5
8,6	27	1,47	18	A5
8,8	26	1,73	15	A5
9	34	1,87	18	ASL
9,2	33	1,4	24	ASL
9,4	24	1,47	16	A5
9,6	21	1,2	18	A5
9,8	23	1,2	19	ASL
10	21	1,33	16	A5
10,2				
10,4				
10,6				
10,8				
11				
11,2				
11,4				
11,6				
11,8				
12				

Rp = resistenza alla punta + RI = resistenza laterale + Rp/RI = rapporto Begemann

SCH. = classificazione secondo Schmertmann

A0 argille organiche + A1 argille inorganiche molli + A2 argille inorganiche di bassa consistenza  
A3 argilla inorg. media consistenza + A4 argilla inorg. compatta + A5 argilla inorg. molto compatta  
ASL argille e sabbie limose + SAL sabbie argillose e limi + LS limi sabbiosi  
S0 sabbia sciolta + S1 sabbia med. Addensata + S2 sabbia addensata + SG sabbie e ghiaie

C.G.A. s.n.c.



CENTRO GEOLOGIA APPLICATA

CONSULENZA

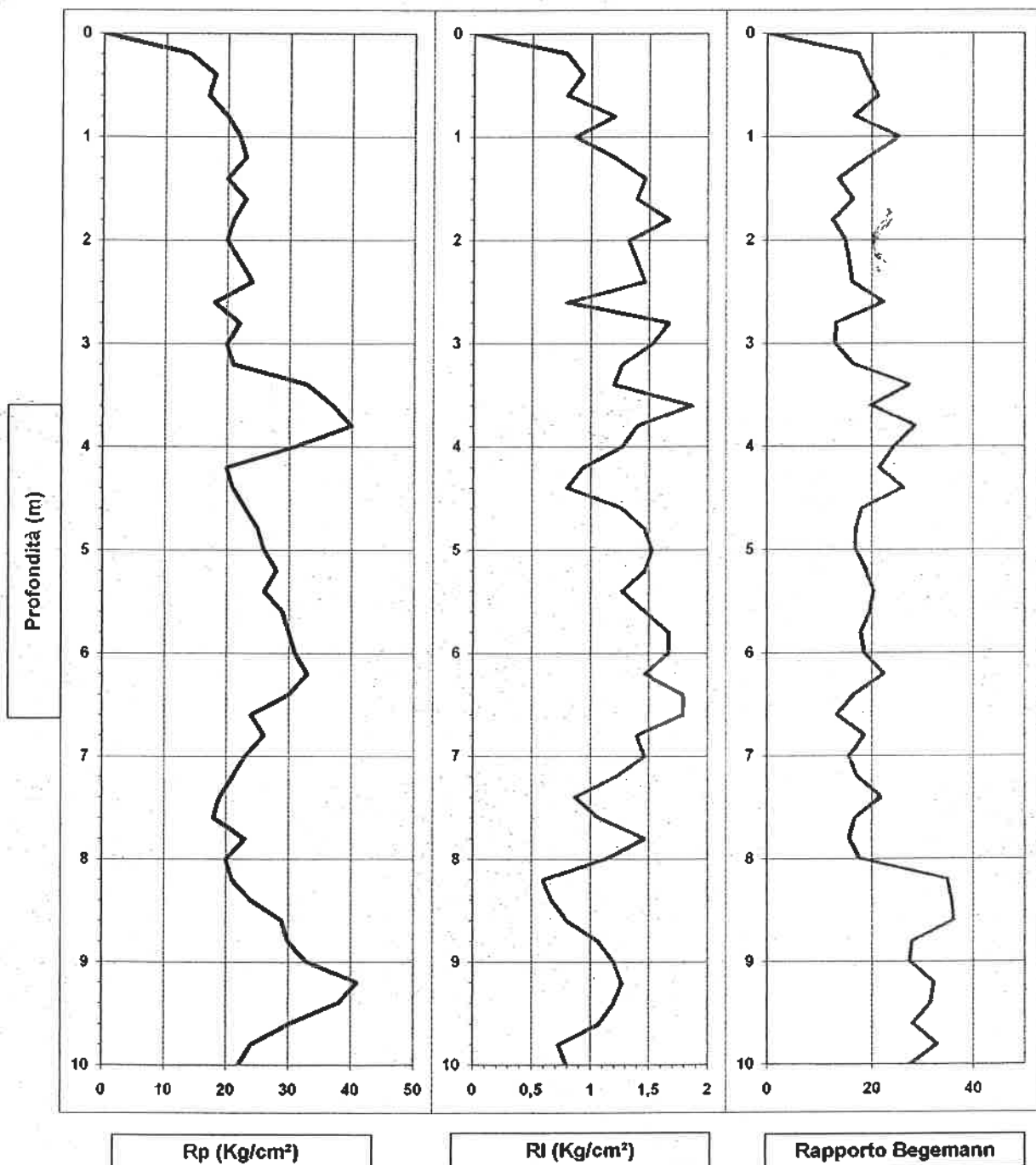
Ing. Roberto Tognelli

## PROVA PENETROMETRICA STATICA C.P.T.

3

Penetrometro GOUDA con Punta Begemann

Cantiere	Via Bocca di Gora e Tinaia - Quarrata	
Committente	Dott. Fernando Durantini	
Falda	5,0 m. da p.c.	Data 03/02/00



Classificazione litologica secondo Begemann

0+14 = torba + 14+25 = argilla+limo argilloso + 25+45 = limo sabbioso

45+62 = sabbia limosa + 62+100 = da sabbia a ghiaia

C.G.A. s.n.c.



CENTRO GEOLOGIA APPLICATA  
IL RESPONSABILE  
Dott. Geo. Paolo Tognelli

**PROVA PENETROMETRICA STATICA C.P.T.** 3  
Penetrometro GOUDA con Punta Begemann

Cantiere	Via Bocca di Gora e Tinaia - Quarrata		
Committente	Dott. Fernando Durantini		
Data esecuzione	03/02/00		
Riferimento	Ar./S 48	Falda 5,0	m. da p.c.

Prof. m.	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	Rl Kg/cm <sup>2</sup>	Rp/Rl	Schm
0,2	14	0,8	18	A4
0,4	18	0,93	19	A4
0,6	17	0,8	21	A4
0,8	20	1,2	17	A5
1	22	0,87	25	ASL
1,2	23	1,2	19	A5
1,4	20	1,47	14	A5
1,6	23	1,4	16	A5
1,8	21	1,67	13	A5
2	20	1,33	15	A5
2,2	22	1,4	16	A5
2,4	24	1,47	16	A5
2,6	18	0,8	23	A5
2,8	22	1,67	13	A5
3	20	1,53	13	A5
3,2	21	1,27	17	A5
3,4	33	1,2	28	ASL
3,6	37	1,87	20	ASL
3,8	40	1,4	29	ASL
4	31	1,27	24	ASL
4,2	20	0,93	22	A4
4,4	21	0,8	26	ASL
4,6	23	1,27	18	A5
4,8	25	1,47	17	A5
5	26	1,53	17	A5
5,2	28	1,47	19	A5
5,4	26	1,27	20	A5
5,6	29	1,47	20	A5
5,8	30	1,67	18	A5
6	31	1,67	19	A5

Prof. m.	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	Rl Kg/cm <sup>2</sup>	Rp/Rl	Schm
6,2	33	1,47	22	ASL
6,4	30	1,8	17	A5
6,6	24	1,8	13	A5
6,8	26	1,4	19	A5
7	23	1,47	16	A5
7,2	21	1,217	17	A5
7,4	19	0,87	22	A5
7,6	18	1,07	17	A5
7,8	23	1,47	16	A5
8	20	1,13	18	A5
8,2	21	0,6	35	SA
8,4	24	0,67	36	SA
8,6	29	0,8	36	SA
8,8	30	1,07	28	ASL
9	33	1,2	28	ASL
9,2	41	1,27	32	SA
9,4	38	1,2	32	SA
9,6	30	1,07	28	ASL
9,8	24	0,73	33	SA
10	22	0,8	28	ASL
10,2				
10,4				
10,6				
10,8				
11				
11,2				
11,4				
11,6				
11,8				
12				

Rp = resistenza alla punta + Rl = resistenza laterale + Rp/Rl = rapporto Begemann  
SCH. = classificazione secondo Schmertmann

A0 argille organiche + A1 argille inorganiche molli + A2 argille inorganiche di bassa consistenza  
A3 argilla inorg. media consistenza + A4 argilla inorg. compatta + A5 argilla inorg. molto compatta  
ASL argille e sabbie limose + SAL sabbie argillose e limi + LS limi sabbiosi  
S0 sabbia sciolta + S1 sabbia med. Addensata + S2 sabbia addensata + SG sabbie e ghiaie

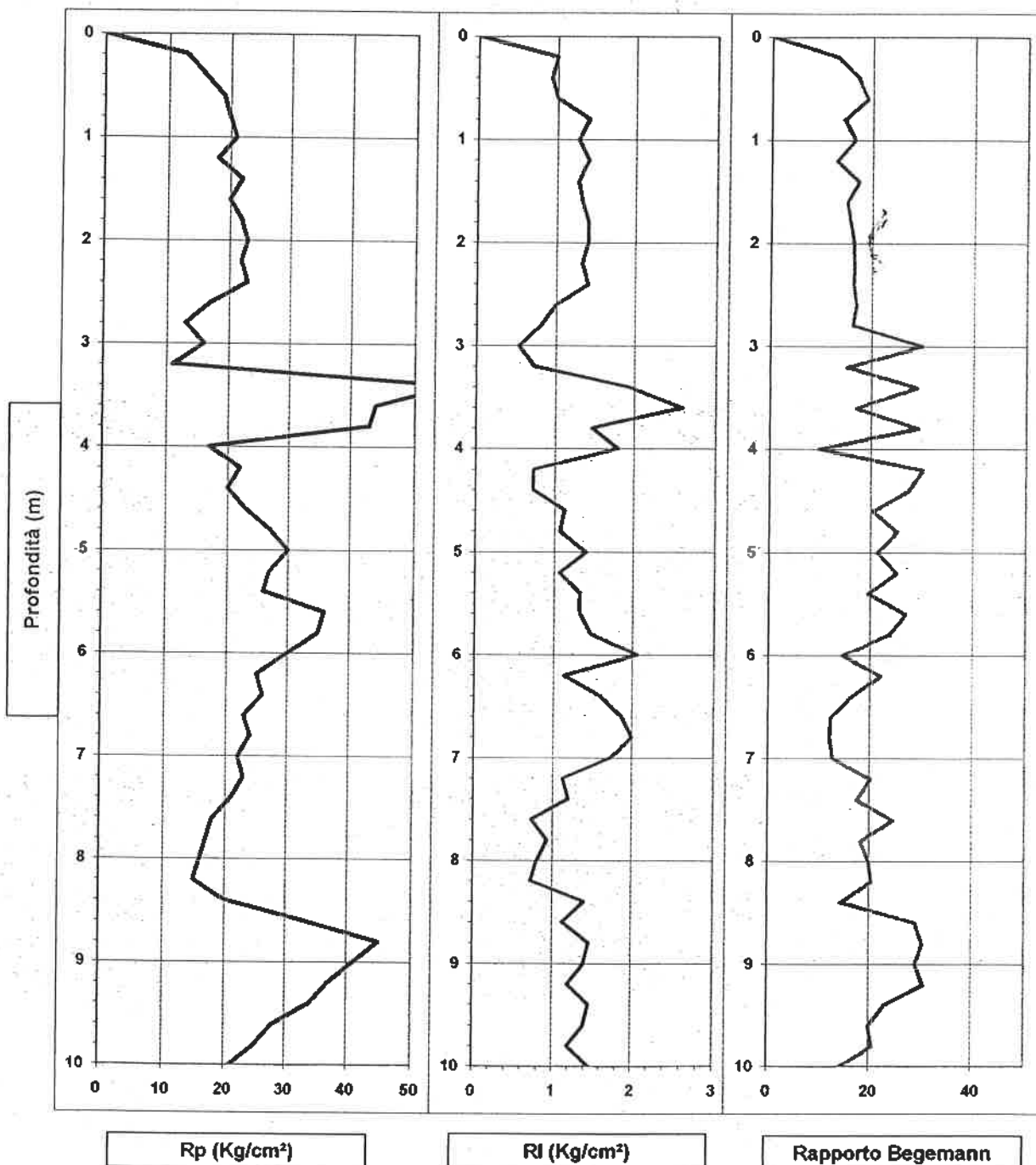


**PROVA PENETROMETRICA STATICA C.P.T.**

4

Penetrometro GOUDA con Punta Begemann

Cantiere	Via Bocca di Gora e Tinaia - Quarrata	
Committente	Dott. Fernando Durantini	
Falda	2,6 m. da p.c.	Data 03/02/00



Classificazione litologica secondo Begemann

0+14 = torba ÷ 14+25 = argilla+limo argilloso ÷ 25+45 = limo sabbioso

45+62 = sabbia limosa ÷ 62+100 = da sabbia a ghiaia



C.G.A. s.n.c.  
 CENTRO GEOLOGIA APPLICATA  
 II RESPONSABILE  
 Dott. Geol. Paolo Tognelli

# PROVA PENETROMETRICA STATICA C.P.T.

4

Penetrometro GOUDA con Punta Begemann

Cantiere	Via Bocca di Gora e Tinaia - Quarrata		
Committente	Dott. Fernando Durantini		
Data esecuzione	03/02/00		
Riferimento	Ar./S 46	Falda 2,6	m. da p.c.

Prof. m.	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	RI Kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI	Schm
0,2	18	1	13	A0
0,4	16	0,93	17	A4
0,6	19	1	19	A4
0,8	20	1,4	14	A5
1	21	1,27	17	A5
1,2	18	1,4	13	A0
1,4	22	1,27	17	A5
1,6	20	1,33	15	A5
1,8	22	1,4	16	A5
2	23	1,4	16	A5
2,2	22	1,33	17	A5
2,4	23	1,4	16	A5
2,6	17	1	17	A4
2,8	13	0,8	16	A4
3	16	0,53	30	ASL
3,2	11	0,73	15	A0
3,4	56	1,93	29	SAL
3,6	44	2,6	17	A5
3,8	43	1,47	29	ASL
4	17	1,8	9	A0
4,2	22	0,73	30	ASL
4,4	20	0,73	27	ASL
4,6	23	1,13	20	A5
4,8	27	1,07	25	ASL
5	30	1,4	21	ASL
5,2	27	1,07	25	ASL
5,4	26	1,33	20	A5
5,6	36	1,33	27	ASL
5,8	35	1,47	24	ASL
6	30	2,07	14	A5

Prof. m.	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	RI Kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI	Schm
6,2	25	1,13	22	ASL
6,4	26	1,6	16	A5
6,6	23	1,87	12	A5
6,8	24	2	12	A5
7	22	1,73	13	A5
7,2	23	1,13	20	A5
7,4	21	1,2	18	A5
7,6	18	0,73	25	ASL
7,8	17	0,93	18	A4
8	16	0,8	20	A4
8,2	15	0,73	21	A4
8,4	20	1,4	14	A5
8,6	33	1,13	29	ASL
8,8	45	1,47	31	SAL
9	41	1,4	29	ASL
9,2	37	1,2	31	SAL
9,4	34	1,47	23	ASL
9,6	28	1,4	20	A5
9,8	25	1,2	21	A5
10	21	1,47	14	A5
10,2				
10,4				
10,6				
10,8				
11				
11,2				
11,4				
11,6				
11,8				
12				

Rp = resistenza alla punta + RI = resistenza laterale + Rp/RI = rapporto Begemann

SCH. = classificazione secondo Schmertmann

A0 argille organiche + A1 argille inorganiche molli + A2 argille inorganiche di bassa consistenza  
A3 argilla inorg. media consistenza + A4 argilla inorg. compatta + A5 argilla inorg. molto compatta  
ASL argille e sabbie limose + SAL sabbie argillose e limi + LS limi sabbiosi  
S0 sabbia sciolta + S1 sabbia med. Addensata + S2 sabbia addensata + SG sabbie e ghiaie

C.G.A. s.n.c.



CENTRO GEOLOGIA APPLICATA  
IL RESPONSABILE  
Dott. Geol. Paolo Tognelli

**Int. Certificat:**

**CIS - CENTRO INTERCOMUNALE SERVIZI -**

Cantiere: Via Gora e l'Inaia Località: Quarata, Pistoia Data inizio: 17/10/2013 Data fine: 18/11/2013  
 Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/126  
 Liv. falda (m ds p.c.): Non ril. Quota p.c. (m s.l.m.):  Redattore stratigrafia: Dott. Geol. Massimo Benedetti

[illegible]

Bk = Biology Dcs = Documents Ch = Co Info eq  
 Aw = Literature assignments remote  
 As = Literature assignments submitted  
 Ps = Presentations  
 Rp = Presentations recorded  
 V.I. = Video Interview given (past - remote)  
 S.P.T. = Standard Presentation Test  
 H = Hips  
 R.Q.D. = Rock Quality Description

	Riponto
	Torreno vegetale
	Argilla

	Lino
	Sabbia
	Chiusa, ciottoli

NOTE: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Contatore: Via Cava e Torino Località: Quaresima, Bagnoli Data inizio: 12/11/2011 Data fine: 12/11/2011  
 Servizio n.: 1 Metodo profilo: Scandaglio a carotaggio continuo Diametro (mm): 100/125  
 Liv. della sondapic.: Son. 101 Quota p.c. (m/slm): \_\_\_\_\_ Reduttore stratigrafia \_\_\_\_\_  
 Dist. Cond. Massimo (Bagnoli) \_\_\_\_\_

[illegible][illegible]



Ubicazione del profilo sismico  
Scala 1:1.000

## A

2021年12月26日 星期日

SAFARI SAFARI SAFARI

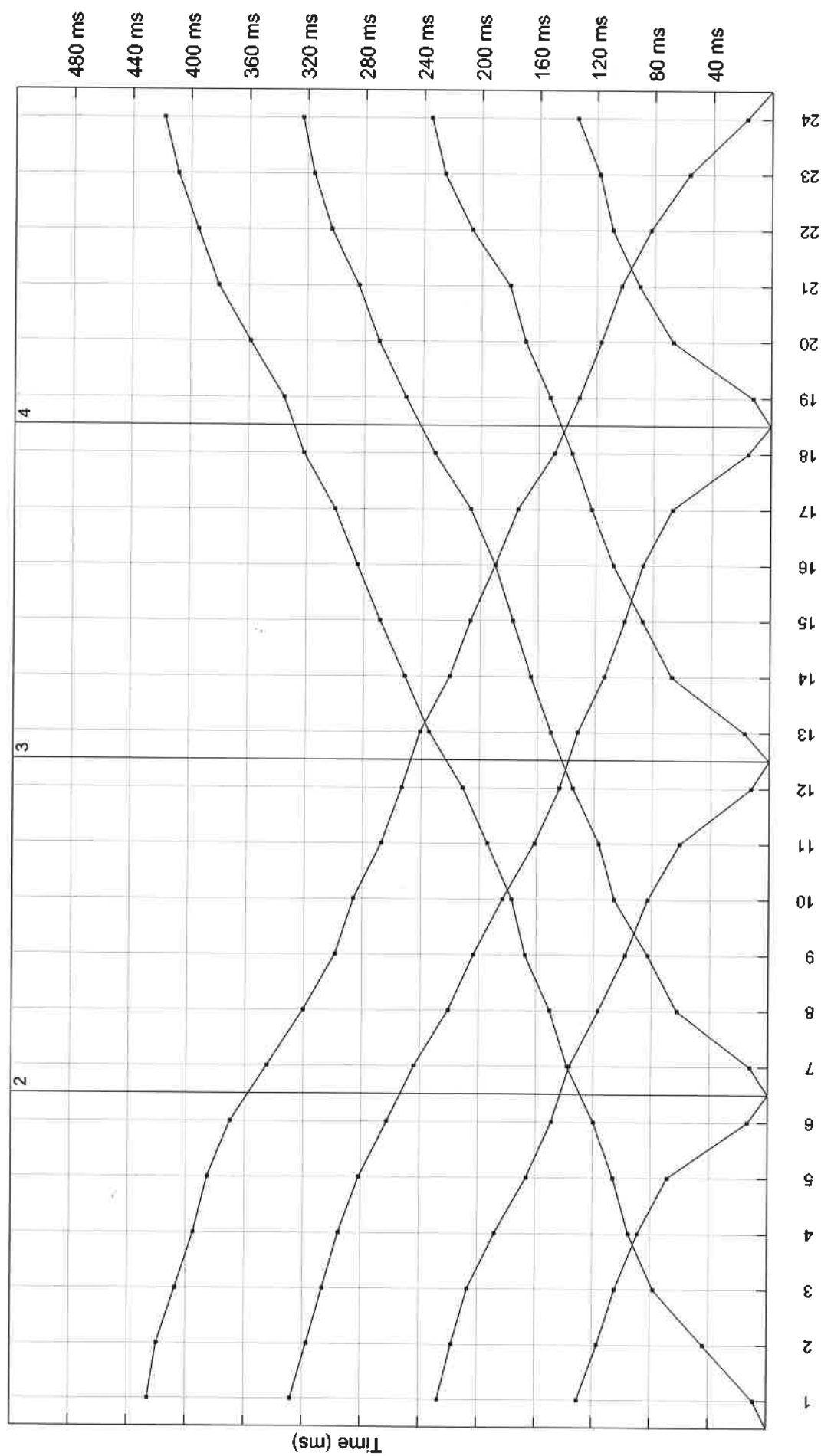
34148/4043 15 10 23



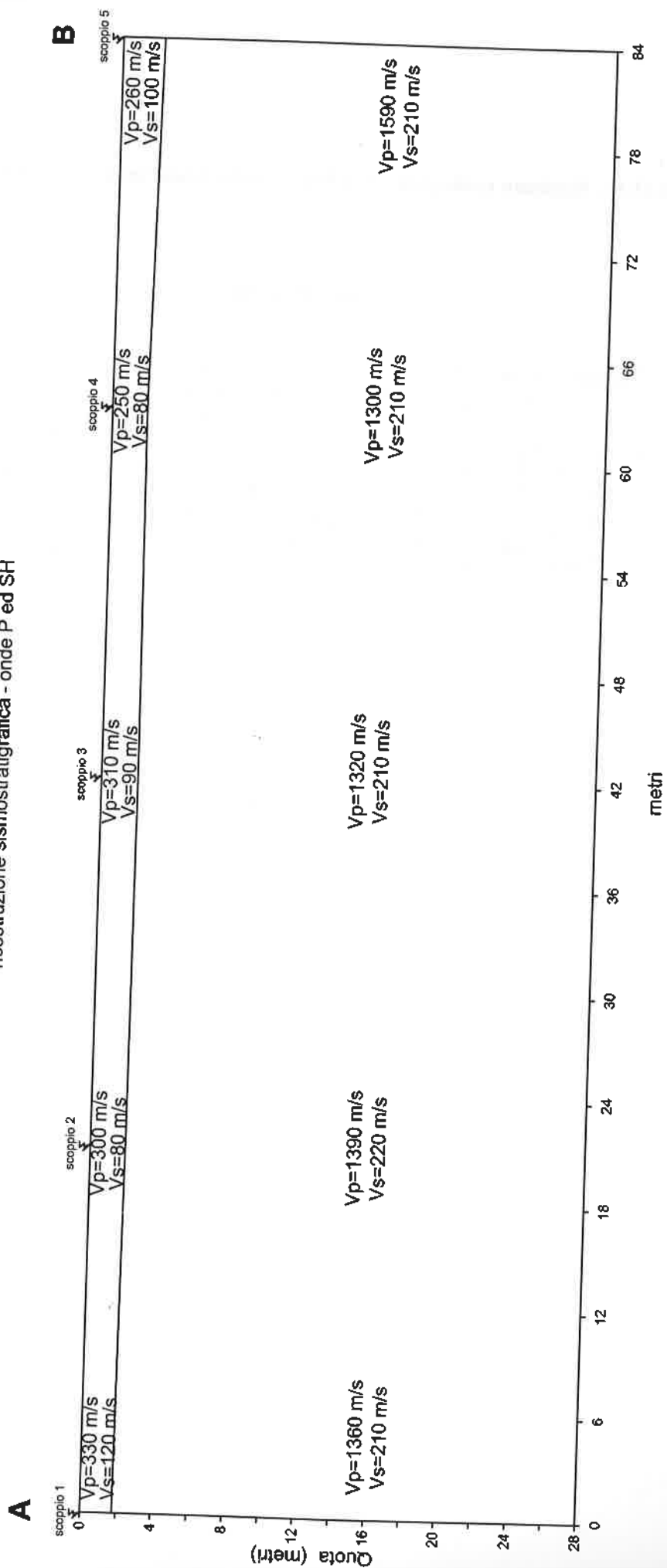
# Profilo 1 - Centro di Raccolta di Quarrata - Onde SH

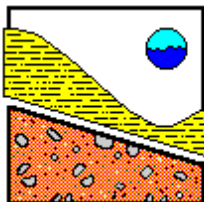
A

B



Profilo 1 - Centro di Raccolta - Comune di Quarrata  
ricostruzione sismostratigrafica - onde P ed SH



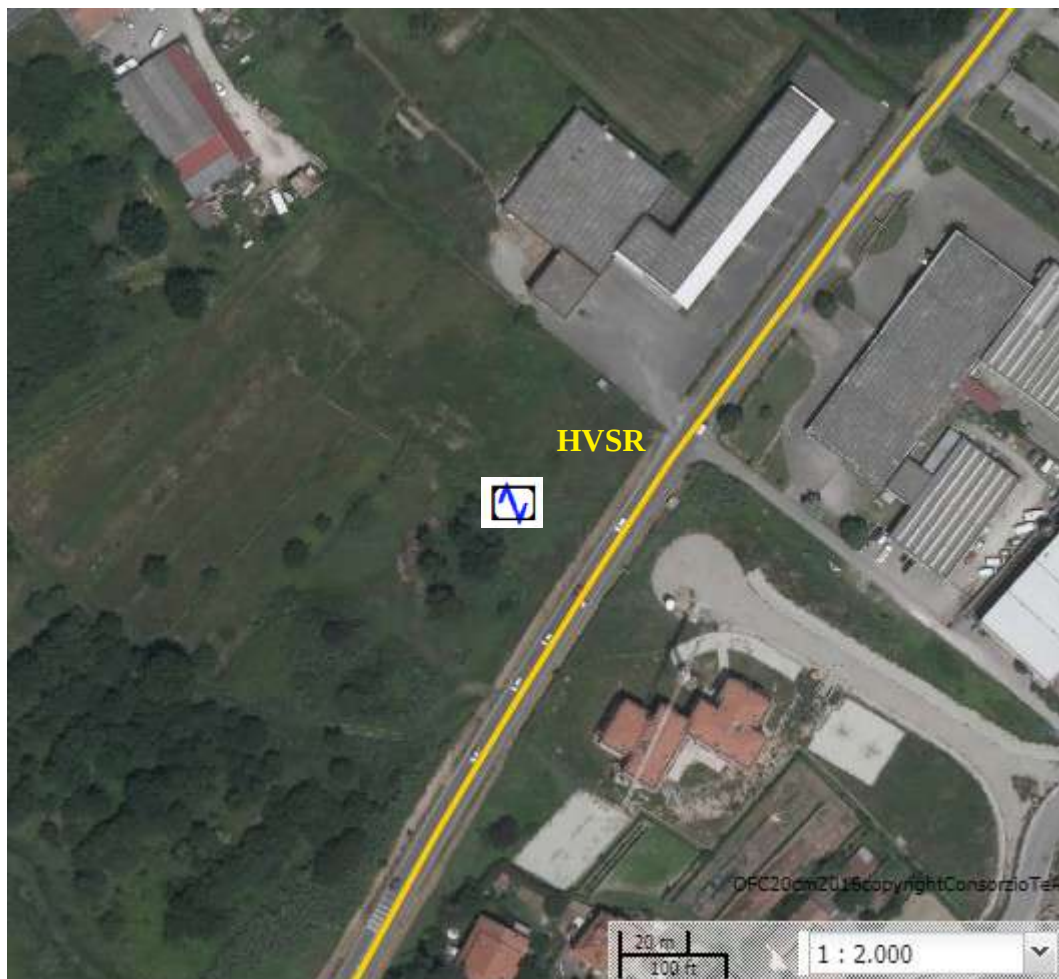


## REPORT INDAGINE HVSr

Committente: Comune di Quarrata

Ubicazione : via Provinciale 44 Quarrata - Casini nel comune di Quarrata

Coordinate geografiche WGS84: lat.43,855499° long. 10,993698°



Stampa circolare: ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA, DOTT. GEOL. VALENTINA PICCHI, N° 1490. Firma: Valentina Picchi.

Stampa circolare: ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA, DOTT. GEOL. LAURA GRASSI, N° 506. Firma: Laura Grassi.

Laura Grassi,  
geologo

geologo  
Valentina Picchi,

Giugno 2018



## HVSR

L'indagine sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è una tecnica di indagine che permette di identificare se nell'area oggetto di studio esistono fenomeni di risonanza sismica nel campo delle frequenze di interesse ingegneristico (0.5-20 Hz – cioè il range di frequenze di risonanza di edifici e manufatti),

Considerazioni quali-quantitative, derivanti da valori mediamente osservati, permettono di associare alle misure una stima dello spessore delle coperture responsabili del fenomeno della risonanza, e dell'entità del contrasto di impedenza responsabile degli effetti osservati.

La frequenza di risonanza  $f_0$  di una copertura sedimentaria di spessore  $H$  sovrapposta a un basamento rigido e in condizioni di stratificazione piana è data dal rapporto fra la velocità media delle onde S nel sedimento ( $V_s$ ) e 4 volte lo spessore  $H$ , (cioè  $f_0 = V_s/4H$ ); è quindi possibile risalire dalla frequenza di risonanza misurata all'ordine di grandezza dello spessore  $H$  della copertura una volta nota la velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) o, viceversa, a quest'ultima se lo spessore  $H$  è noto. (vedi le correlazioni riportate nella Tabella).

$f_0$ (Hz)	$h$ (m)	
< 1	> 100	Centinaia di metri
1 – 2	50 – 100	
2 – 3	30 – 50	
3 – 5	20 – 30	Decine di metri
5 – 8	10 – 20	
8 – 20	5 – 10	
> 20	< 5	Qualche metro

$H/V > 3$  Alto contrasto

$2 < H/V < 3$  Basso Contrasto

## TECNICA HVSR

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios) è basata sulla misura dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticali del rumore sismico ambientale misurato nelle tre direzioni ortogonali del moto: Up - Down (UD), Nord-Sud (NS) e Est- West (EW). Le frequenze di risonanza naturali corrispondono ai massimi della curva dei rapporti spettrali in funzione della frequenza. L'ampiezza di questi massimi è qualitativamente proporzionale all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura.

Sono anche stati sviluppati specifici test statistici per valutare l'adeguatezza delle condizioni sperimentali alle richieste del metodo (Sesame, 2002) ai quali si aggiungono ulteriori criteri "fisici" (D.Albarelli e S.Castellaro: Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola – Ingegneria Sismica n.2/2011) per giungere ad una classificazione delle misure utile a fornire una indicazione immediata circa la qualità della singola misura  $H/V$ , con lo scopo di aiutare gli operatori nella fase interpretativa e nel confronto con altri dati osservati.

Per l'interpretazione delle curve  $H/V$  è altamente auspicabile l'analisi del complesso delle informazioni geologiche geofisiche e getecniche disponibili per l'area di studio.

## ATTREZZATURA DI PROVA

La prova HVSR eseguita per questo studio è stata eseguita con un geofono triassiale da 4,5Hz fornito da ELIOSOFT (di Giancarlo Dal Moro).

Il geofono viene collegato attraverso tre connettori, uno per ciascun geofono, al cavo sismico (cavo elettrico schermato) a sua volta connesso al sismografo multicanale PASI modello 16SG24.

Il campionamento è simultaneo sui tre canali.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea sui tre canali. È inoltre equipaggiato di

software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- ✚ impostazione frequenza e durata di campionamento;
- ✚ selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- ✚ impostazione filtri delle frequenze indesiderate;
- ✚ visualizzazione sismogramma
- ✚ esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori sismogrammi;
- ✚ memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

### **METODO DI INTERPRETAZIONE**

L'elaborazione delle registrazioni effettuate sono state eseguite con il software WINWAS 7.3 ACD 2018a (ELIOSOFT). Con l'elaborazione viene eseguita anche la verifica della rispondenza ai criteri statistici definiti dal progetto Sesame, integrati con i criteri definiti da Albarello-Castellaro 2011 al fine di stabilire il grado di affidabilità della registrazione.

L'elaborazione dei dati prevede vengano individuati il picco o i picchi di H/V significativi da analizzare singolarmente per rilevarne la significatività anche in chiave di qualità della misura.

Là dove siano presenti più picchi in un'unica registrazione, l'elaborazione prevede una prima scansione della registrazione su tutto il range di frequenze significative comprese fra 0.2 Hz e 50 Hz (sempre allegata al fine di rendersi conto della forma del grafico H/V), quindi una successiva scansione con range di frequenze campionate più ristretto (intorno al picco relativo) per evidenziare le caratteristiche dello specifico picco di interesse e valutare la qualità della misura in quello specifico range.

Località : strada provinciale 44 Quarrata- Casini , comune di Quarrata		Data 25/05/2018		Ora 10,07	
Operatore Grassi Laura					
Latitudine 43,855499°		Longitudine 10,993698°		Quota 39 m. s.l.m.	
Nome stazione: HVSR Quarrata		Orientamento rispetto al N		0°	
Tipo stazione:terna Elisoft		Tipo sensori:velocimetri 4,5Hz			
Nome file HVSR01					
GAIN : 20		Frequenza di campionamento(Hz):  2ms		Durata registrazioni (min:sec)  65sec per 20 registrazioni	
Condizioni meteo		Vento NO		misurato	
		Pioggia NO		misurato	
		Temperatura (°C) 20		note	
Natura del terreno		Terreno soffre		X	
		Asfalto		Pavimento altro _____	
		suolo umido		note _____	
Transienti:	no	pochi	moderati	molto	Molto densi
camion				X	
automobili				X	
pedoni		X			
altro					
Fonti di rumore monocromatico	no	si	tipologia		

(fabbriche, cantieri, pompe, corsi d'acqua)	X		
Strutture nelle vicinanze:			
(alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee)	Altezza	Distanza	descrizione



ubicazione geofono triassiale



**RISULTATI**

La misura HVSR eseguita sull'area di proprietà della committenza ha premesso di individuare un picco di natura litologica nell'intervallo di frequenze 0,5Hz e 20Hz la cui frequenza  $f_0 = 1,8 (\pm 1,6)$  e ampiezza  $A=2,0 (\pm 0,3)$ .

**winMASW & HoliSurface: Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio**

---

Dataset: HVSR.SAF

**DATA ACQUISITION**

Date and time: 25-May-2018

Notes: hvsr quarrata

**DATA PROCESSING**

Date: 25 5 2018

Time: 17 23

Sampling frequency (Hz): 500

Window length (sec): 20

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 27.8

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 1.8 ( $\pm 1.6$ )

Peak HVSR value: 2.0 ( $\pm 0.3$ )

=== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

#1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $1.770 > 0.5$  (OK)

#2. [ $nc > 200$ ]:  $4284 > 200$  (OK)

#3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

#1. [exists  $f_-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 0.5Hz (OK)

#2. [exists  $f_+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 2.6Hz (OK)

#3. [ $A_0 > 2$ ]:  $2.0 > 2$  (OK)

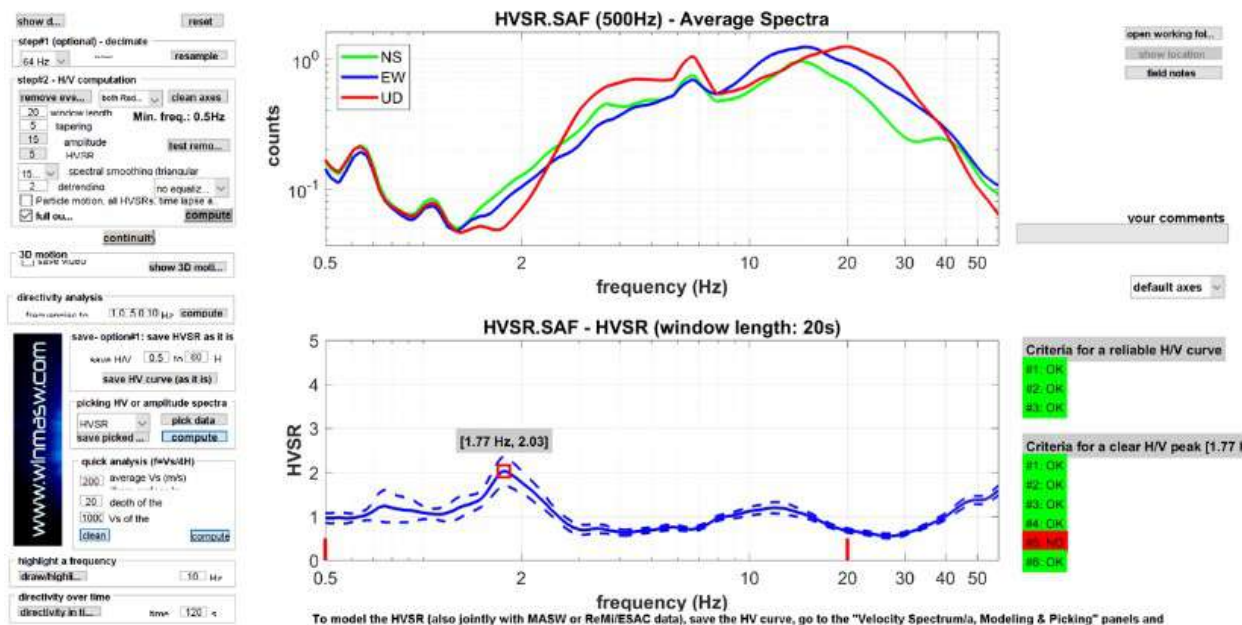
#4. [ $f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (OK)

#5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $1.645 > 0.177$  (NO)

#6.  $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]: 0.486 < 1.78$  (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters the results may change.



Laura Grassi, geologo

Valentina Picchi, geologo

