



COMUNE DI QUARRATA

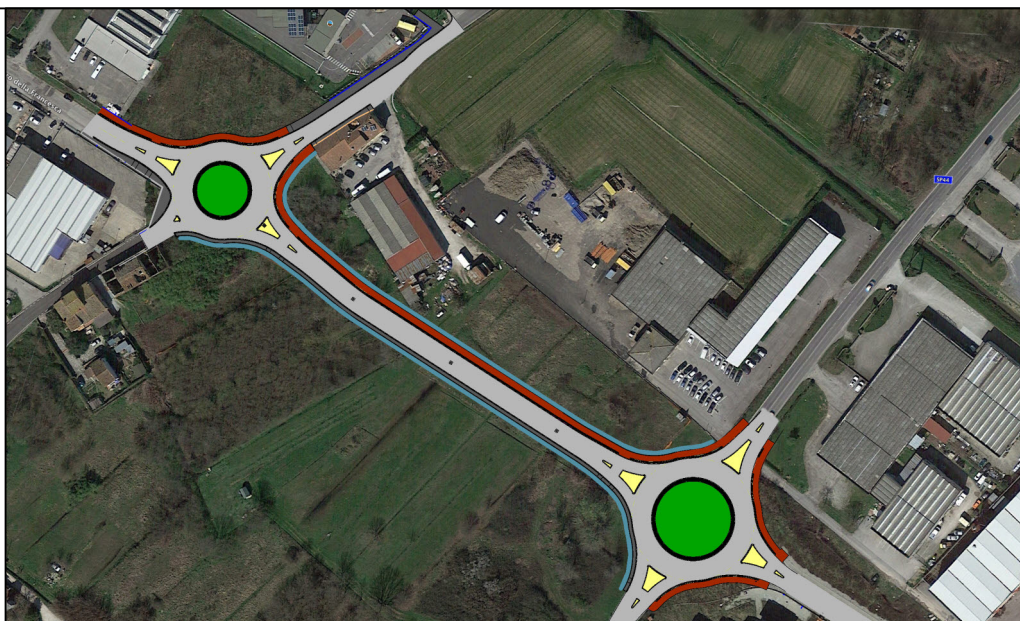
PROVINCIA DI PISTOIA

UFFICIO TECNICO COMUNALE

Servizio Lavori Pubblici

via Trieste 1 - 51039 Quarrata (PT)

PROGETTO ESECUTIVO



TAVOLA

5D

Relazione geologica
caratterizzazione geotecnica e sismica

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI RACCORDO STRADALE
FRA LA VIA FIRENZE (S.P. 44) E LA VIA PIERO DELLA FRANCESCA

PROGETTISTI:

Ufficio Tecnico Comunale
Servizio Lavori Pubblici

Geometra Massimo Valensise
Geometra Sandro Trinci

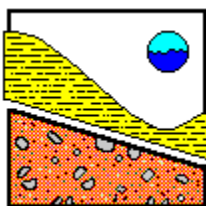
Responsabile del
Procedimento:

Ing. Iuri Gelli

APRILE 2020

Approvato con Deliberazione C.C. n. del

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 NUOVO TRATTO STRADALE DI COLLEGAMENTO
TRA VIA FIRENZE (S.P.44) E VIA PIERO DELLA FRANCESCA**



**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

MAGGIO 2019

PREMESSA

Il presente studio geologico, geotecnico e sismico è stato redatto su incarico del Comune di Quarrata, a supporto del progetto di realizzazione di raccordo stradale fra via Firenze (S.P. 44) e via Piero della Francesca, presso la località La Tinaia, redatto dall'Ufficio Tecnico Comunale Servizio Lavori Pubblici.

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), nella variante al P.S. e R.U. e nel Piano Operativo (2018) del Comune di Quarrata, ed è stato articolato nel modo seguente:

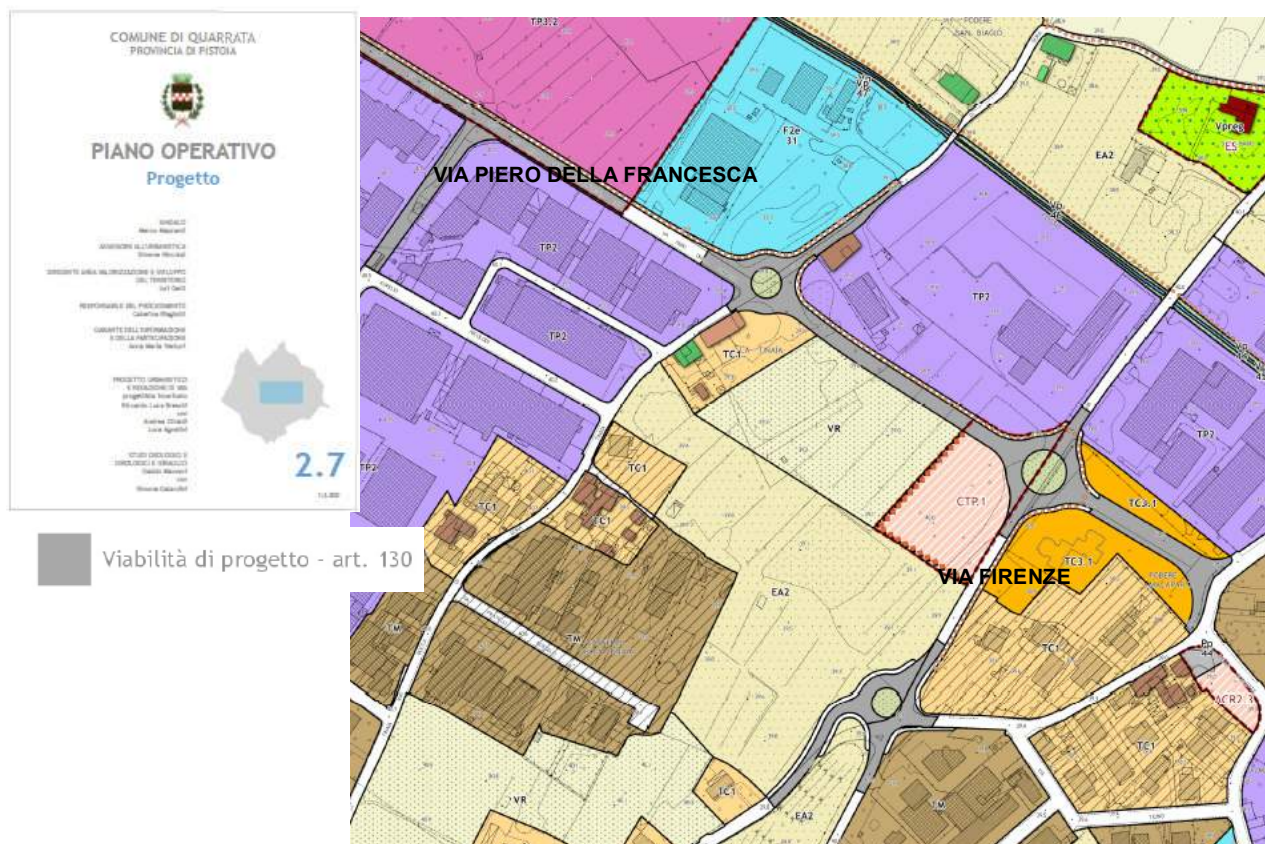
- verifica dell'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico di un congruo intorno della zona in esame;
- ricostruzione del modello litostratigrafico, geotecnico e sismico del sottosuolo in esame sulla base delle informazioni contenute nei dati di base integrati da una campagna geognostica consistita nell'esecuzione in situ di n.1 prova penetrometrica statica CPT, il prelievo di un campione di terreno indisturbato per l'analisi di laboratorio geotecnico e in un'indagine sismica MASW.

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 del raccordo stradale fra via Firenze e via Piero della Francesca, è ubicata nella periferia NE dell'abitato di Quarrata, nei pressi della località La Tinaia, in un'area completamente pianeggiante compresa tra i corsi d'acqua fosso Falchereto, fosso di Collecchio e fosso della Fermulla, affluenti in destra idrografica del torrente Stella..

La zona, urbanizzata, si presenta pianeggiante, con debolissime pendenze in direzione NNE con quote altimetriche comprese tra 38,50 e 40 m s.l.m..





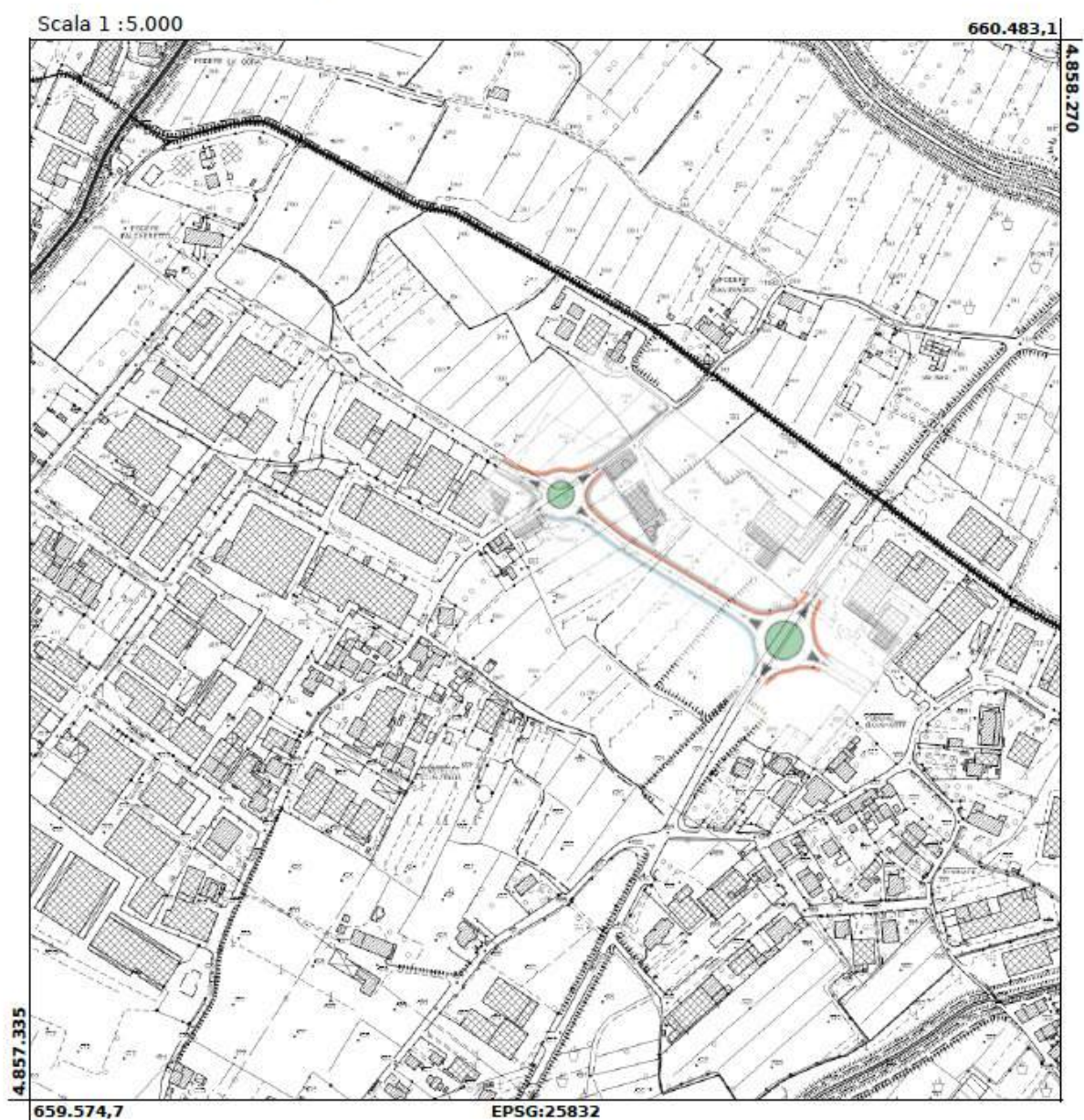
Estratto foto aerea - Strada di collegamento via Piero della Francesca - via Firenze



Regione Toscana



Regione Toscana - SITA: Cartoteca

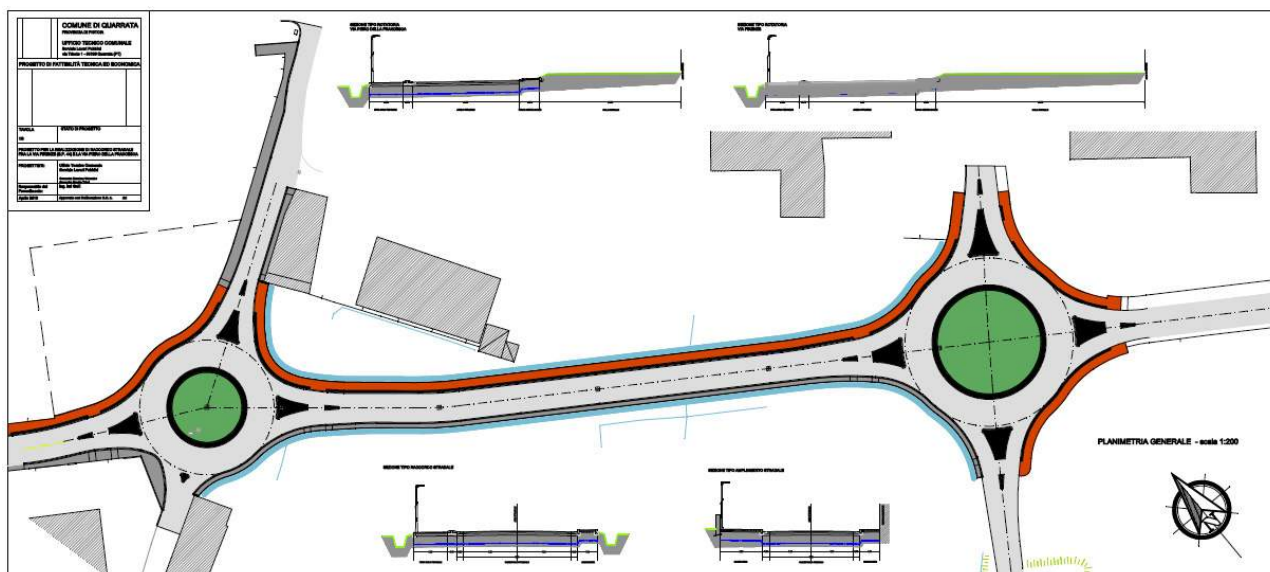


Estratto Carta Tecnica Regionale

CARATTERISTICHE RACCORDO STRADALE

Il progetto si divide in tre macro interventi e più precisamente:

- Realizzazione del raccordo stradale: L'intervento prevede la realizzazione di una nuova viabilità di raccordo fra la via Firenze (S.P. 44) e la via Piero della Francesca di lunghezza pari a circa ml. 185,00. Il progetto prevede la realizzazione di una strada a doppia corsia di marcia e la realizzazione di un marciapiede e di una pista ciclo-pedonale di servizio alla stessa. Dal punto di vista planimetrico la nuova strada è composta da una carreggiata di larghezza complessiva di 8,00 metri a cui bordi è presente una banchina asfaltata di 0,50 metri. A margine della strada saranno realizzati un marciapiede di larghezza pari 1,50 metri e una pista ciclopedonale di larghezza pari a 2,50 metri separata dalla viabilità veicolare tramite l'esecuzione di un cordolo spartitraffico pari a 0,70 metri. Esternamente alle opere edili saranno realizzati fossi stradali per lo smaltimento delle acque meteoriche della strada e dei campi confinanti.
- Realizzazione della rotatoria in via Firenze (S.P. 44): L'intervento prevede la realizzazione di una parte della rotatoria posta in via Firenze (S.P. 44) all'altezza dell'intersezione con la viabilità di lottizzazione per il collegamento con la via Larga. Detta rotatoria sarà realizzata con una geometria semplice e funzionale con corona giratoria centrale di raggio pari a 25,00 metri alla quale saranno raccordati i bracci dell'attuale viabilità. Dal punto di vista planimetrico la nuova rotatoria è formata da un'isola centrale di raggio pari a 15,50 metri delimitata da un anello sormontabile di larghezza pari a 1,50 metri e una carreggiata di 8,00 metri. A margine della rotatoria saranno realizzati un marciapiede di larghezza pari 1,50 metri e una pista ciclopedonale di larghezza pari a 2,50 metri separata dalla viabilità veicolare tramite l'esecuzione di un cordolo spartitraffico pari a 0,70 metri. Esternamente alle opere edili saranno realizzati fossi stradali per lo smaltimento delle acque meteoriche della strada e dei campi confinanti, mentre nella parte centrale sarà realizzata un'aiuola a verde.
- Realizzazione della rotatoria in via Piero della Francesca: L'intervento prevede la realizzazione di una nuova rotatoria posta in via Piero della Francesca all'altezza dell'intersezione con la via Bocca di Gora e Tinaia. Detta rotatoria sarà realizzata con una geometria semplice e funzionale con corona giratoria centrale di raggio pari a 20,00 metri alla quale saranno raccordati i bracci dell'attuale viabilità. Dal punto di vista planimetrico la nuova rotatoria è formata da un'isola centrale di raggio pari a 10,50 metri delimitata da un anello sormontabile di larghezza pari a 1,50 metri e una carreggiata di 8,00 metri. A margine della rotatoria saranno realizzati un marciapiede di larghezza pari 1,50 metri e una pista ciclopedonale di larghezza pari a 2,50 metri separata dalla viabilità veicolare tramite l'esecuzione di un cordolo spartitraffico pari a 0,70 metri. Esternamente alle opere edili saranno realizzati fossi stradali per lo smaltimento delle acque meteoriche della strada e dei campi confinanti, mentre nella parte centrale sarà realizzata un'aiuola a verde.



Estratto tavola di progetto

PIANO STRUTTURALE (2017) – VARIANTE P.S. e R.U. (2018) – PIANO OPERATIVO (2018)

L'intervento ricade all'interno del perimetro del territorio urbanizzato.

Risulta conforme al Piano Strutturale approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 18 del 27/03/2017 e ugualmente conforme al vigente Regolamento Urbanistico approvato con Delibera C.C. n. 94 del 31/07/2008 le cui previsioni sono decadute, ma tuttora vigente in regime di salvaguardia.

Per ultimo, la previsione progettuale è conforme al Piano Operativo adottato con Delibera di Consiglio Comunale n. 59 del 12/07/2018.

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

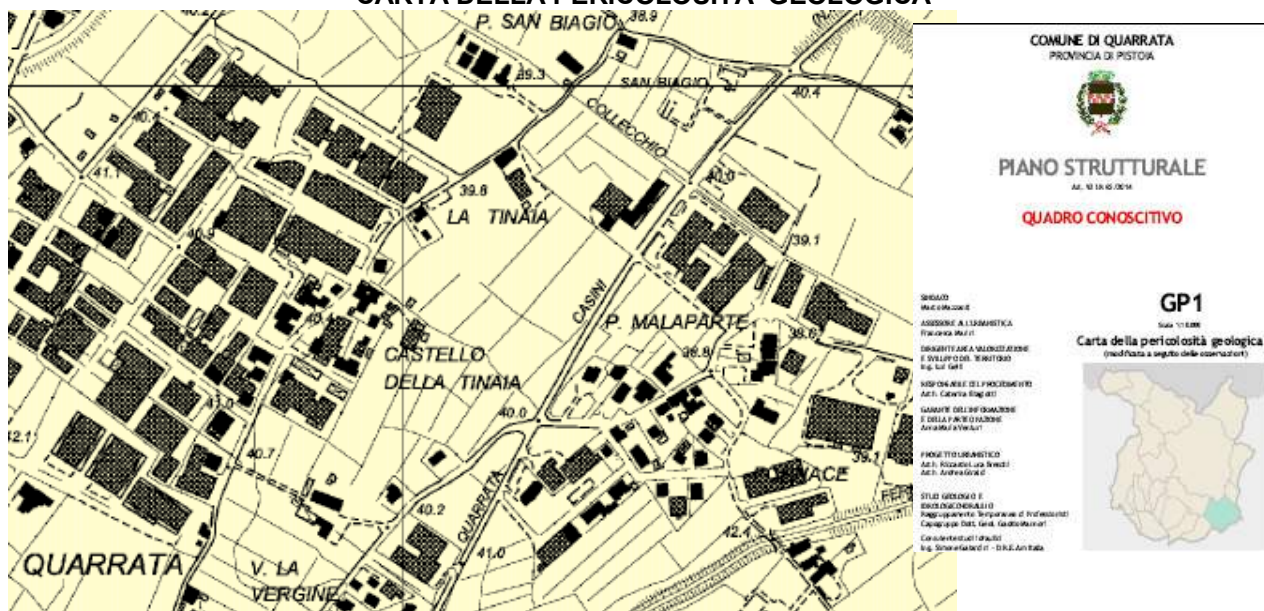
L'area di intervento non ricade in zona sottoposta a vincoli disposti dal codice dei beni (D.Lgs. 42/2004), né altri vincoli di natura ambientale ovvero vincoli imposti dal PIT, dal PTCP o dagli strumenti urbanistici comunali.


Relativamente ai rischi presenti sull'area di intervento, le zonazioni di pericolosità Geomorfologica, Idraulica e Sismica, nel Piano Operativo di recente approvazione sono state riprese dal Piano strutturale (2017) senza alcuna modifica.

L'area di intervento è stata classificata:

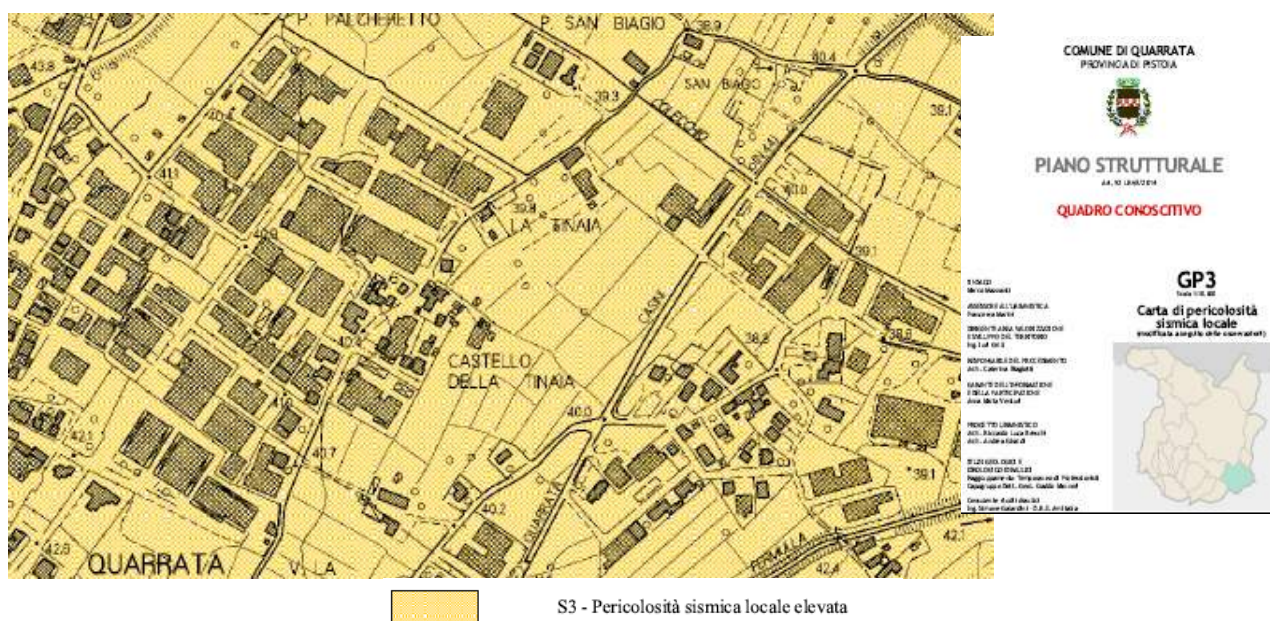
- in classe di Pericolosità per fattori geologici/geomorfologici bassa (**G1**): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti il verificarsi di processi morfologici;
- in classe di pericolosità sismica locale elevata (**S.3**): 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.

L'area interessata dalla nuova viabilità, in base alla documentazione allegata al P.R.G.A. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, è classificata, in parte (zona via Firenze) in pericolosità idraulica media "P2" e, in parte (zona via Piero della Francesca) in pericolosità idraulica alta "P3".

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

 G1 - Pericolosità geologica bassa

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE



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 FATTIBILITÀ 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 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA				GRADO DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA				GRADO DI PERICOLOSITÀ SISMICA			
	G1	G2	G3	G4	I1	I2	I3	I4	S1	S2	S3	S4
INFRASTRUTTURE STRADALI 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)

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

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 geofisiche (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

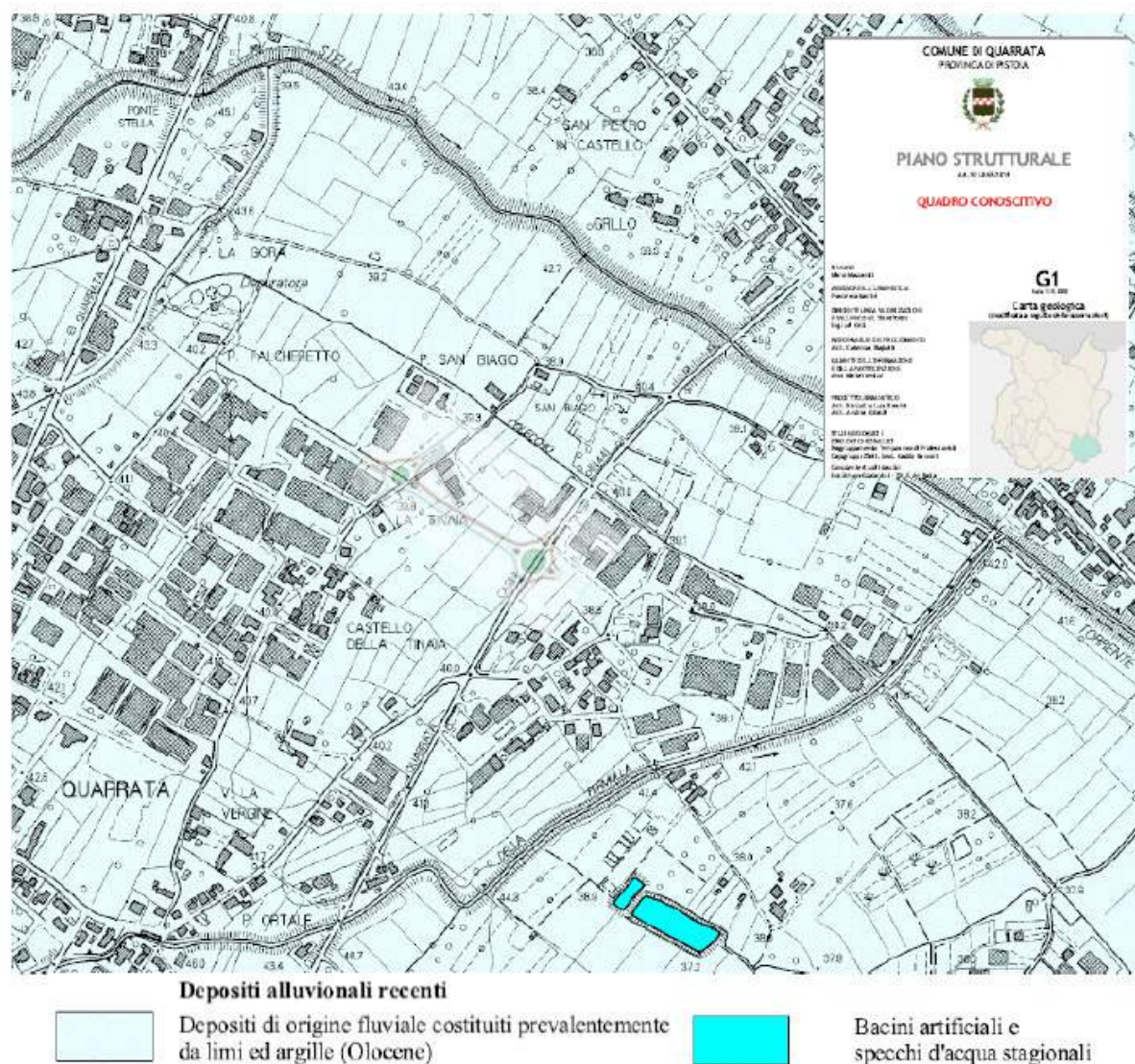
Il sottosuolo nell'area di interesse è costituito da depositi alluvionali attuali e recenti dovuti alla deposizione dei corsi d'acqua minori, fosso della Fermulla, fosso della Collecchio che drenano il rilievo collinare del Montalbano presenti a SW dell'abitato di Quarrata e che confluiscono in destra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



CARTA GEOLOGICA REGIONALE

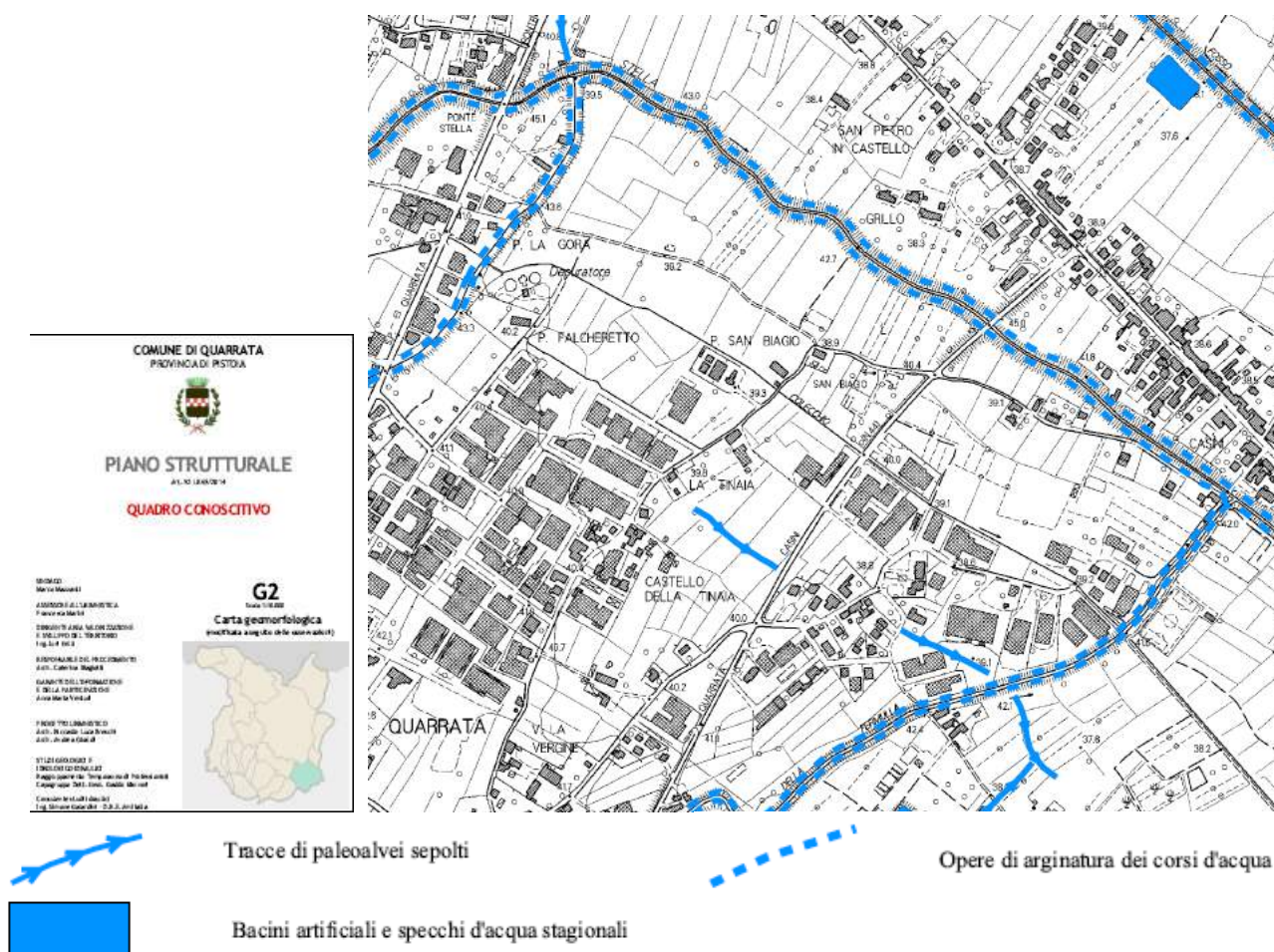
**GEOMORFOLOGICA**

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 dal collegamento stradale, all'interno del centro abitato di Quarrata, è completamente pianeggiante con quote altimetriche comprese tra 39 e 40 m s.l.m., con pendenze contenute entro il 2%.

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 incanalata, 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.

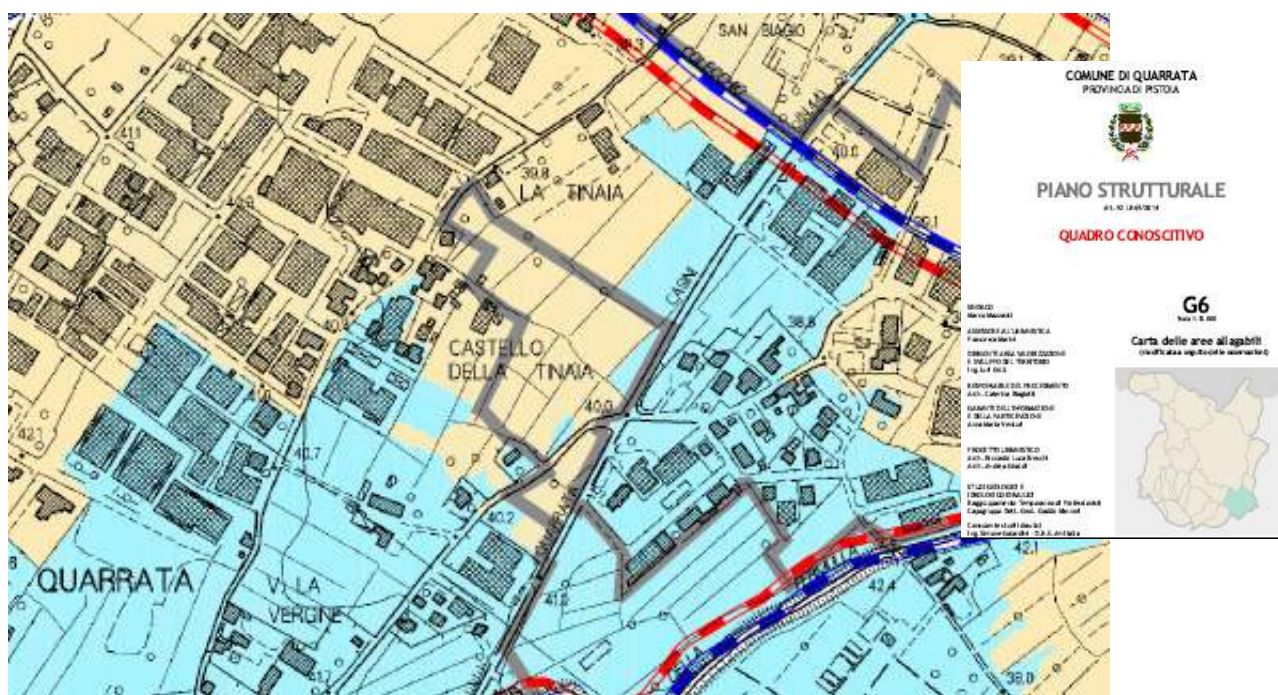


Reticolo idrografico

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 podereale 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 e/o fosso della Fermulla.

In base allo studio idraulico allegato al P.S. (2017), basato sullo studio idraulico del bacino dell'Ombro (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, il collegamento stradale in progetto ricade in pericolosità per fattori idraulici elevata e molto elevata.

In particolare la zona d'intervento, in parte, ricade in un'area allagabile con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni, con un battente di allagamento rispettivamente di 39,68 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..



IDROGEOLOGIA

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

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 maggiore 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 né, quindi, una falda freatica a carattere permanente, 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..

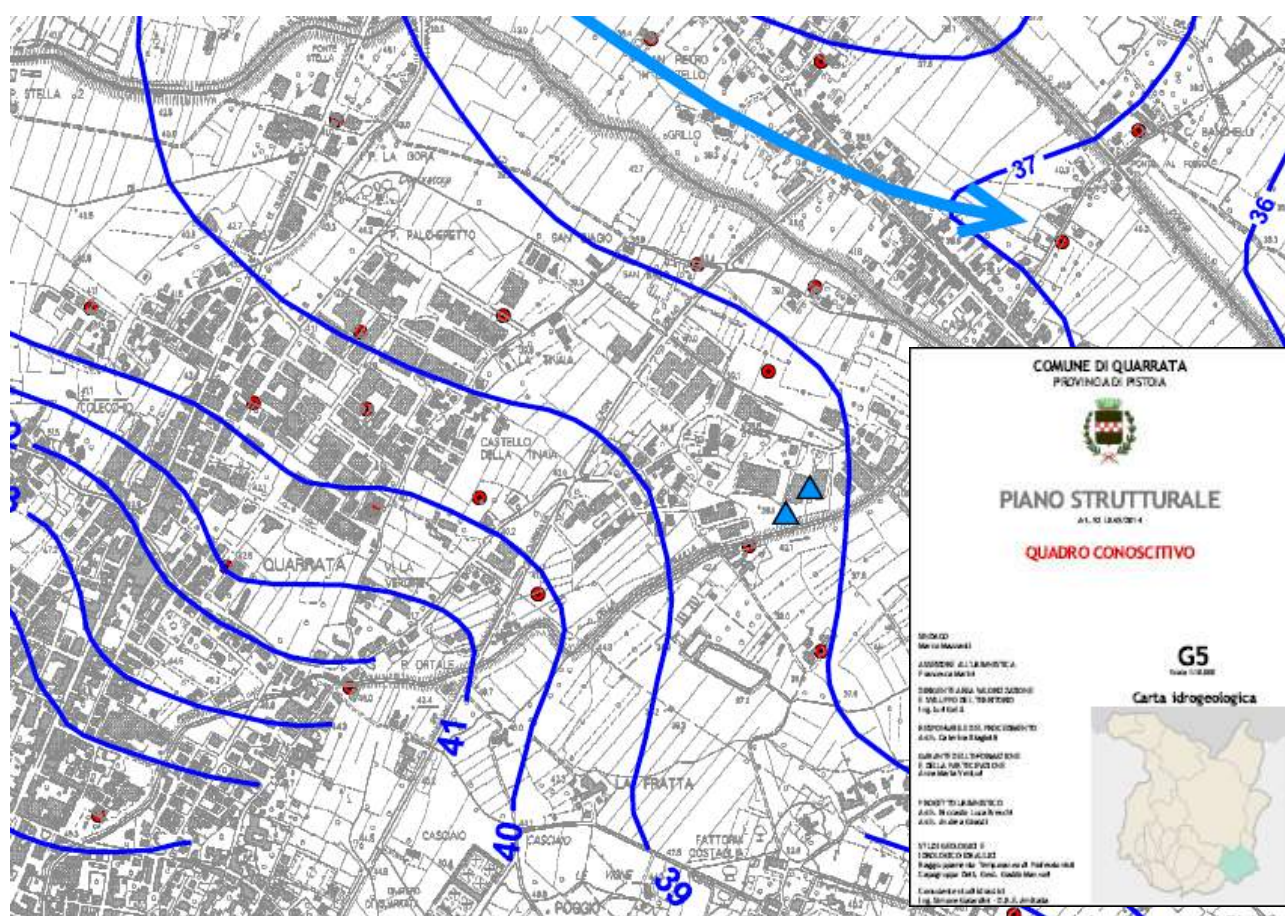
La morfologia della superficie piezometrica è condizionata dalla conducibilità idraulica locale dell'acquifero, comunque a grande scala segue l'andamento morfologico del terreno con un flusso idrico orientato da WSW verso NEN con gradienti prossimi al 0,02%.

Il livello piezometrico della falda confinata, in base alla carta idrogeologica del P.S., si attesta a una profondità di circa 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 della strada.

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

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.




La definizione della successione litostratigrafica e la caratterizzazione geotecnica e sismica del terreno di fondazione dell'infrastruttura, ai sensi del D.M. 17.01.2018 è stata effettuata, sulla base di una indagine geognostica e geofisica, nel complesso, costituita da:

- n. 2 prove penetrometriche statiche CPT integrate con il prelievo di un campione di terreno indisturbato sottoposto ad analisi di laboratorio per la definizione dei seguenti parametri geotecnici:
 - peso di volume;
 - contenuto in acqua;
 - Analisi granulometrica
 - Prova di taglio diretto tipo CD in scatola di Casagrande.
- n. 1 profilo sismico a rifrazione con tecnica MASW
- n. 1 misure HVSR

, unitamente alla consultazione dei dati di base, allegati al P.S., costituiti da un sondaggio geognostico, una prova penetrometrica statica CPT, e da un indagine sismica costituita da un profilo sismico a rifrazione mediante onde P e S e alcune indagini HVSR.

I certificati delle indagini geognostiche, di laboratorio e geofisiche sono riportate in allegato.

UBICAZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA E SISMICA

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

Scala 1 :2,500

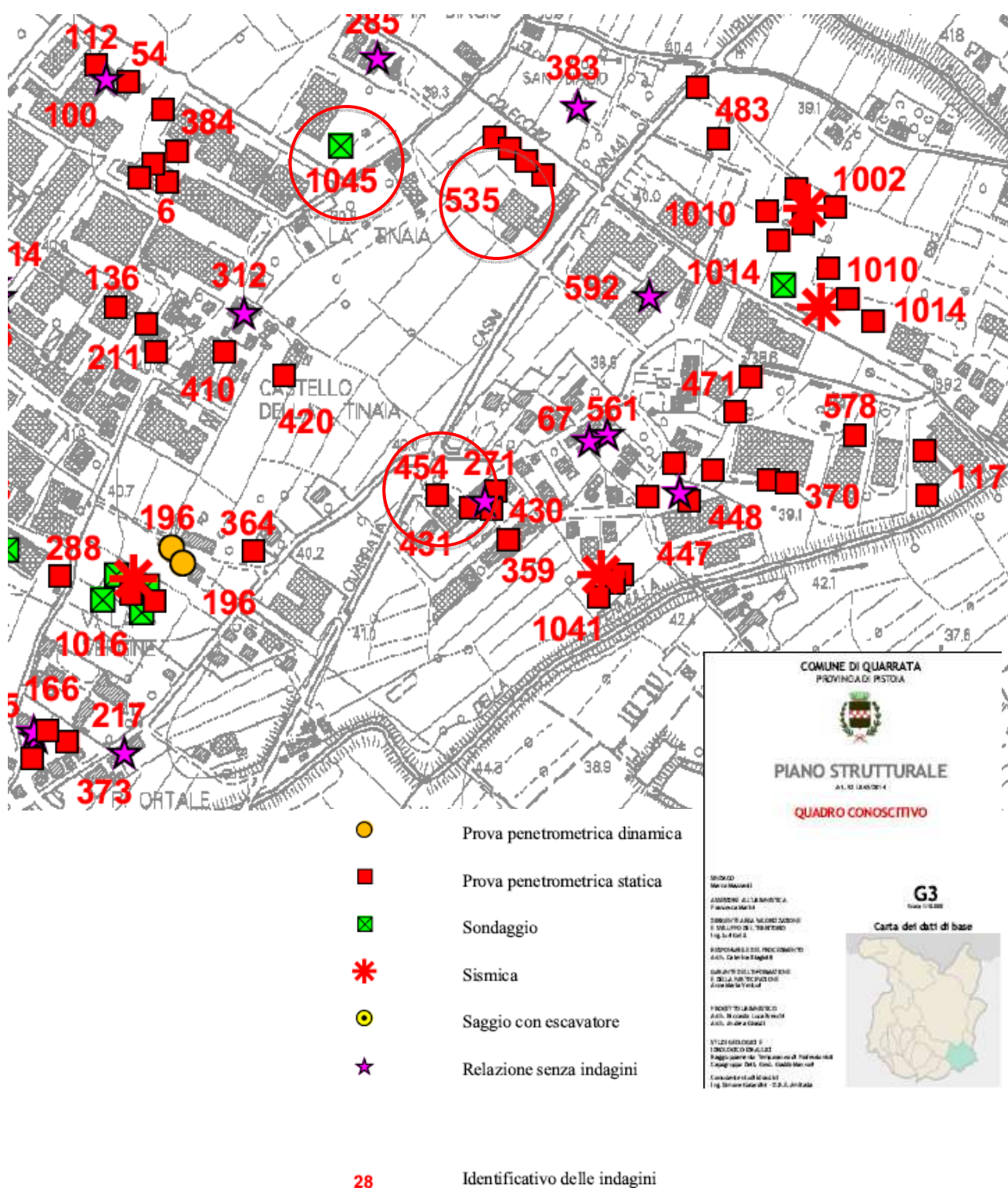
660,334.6

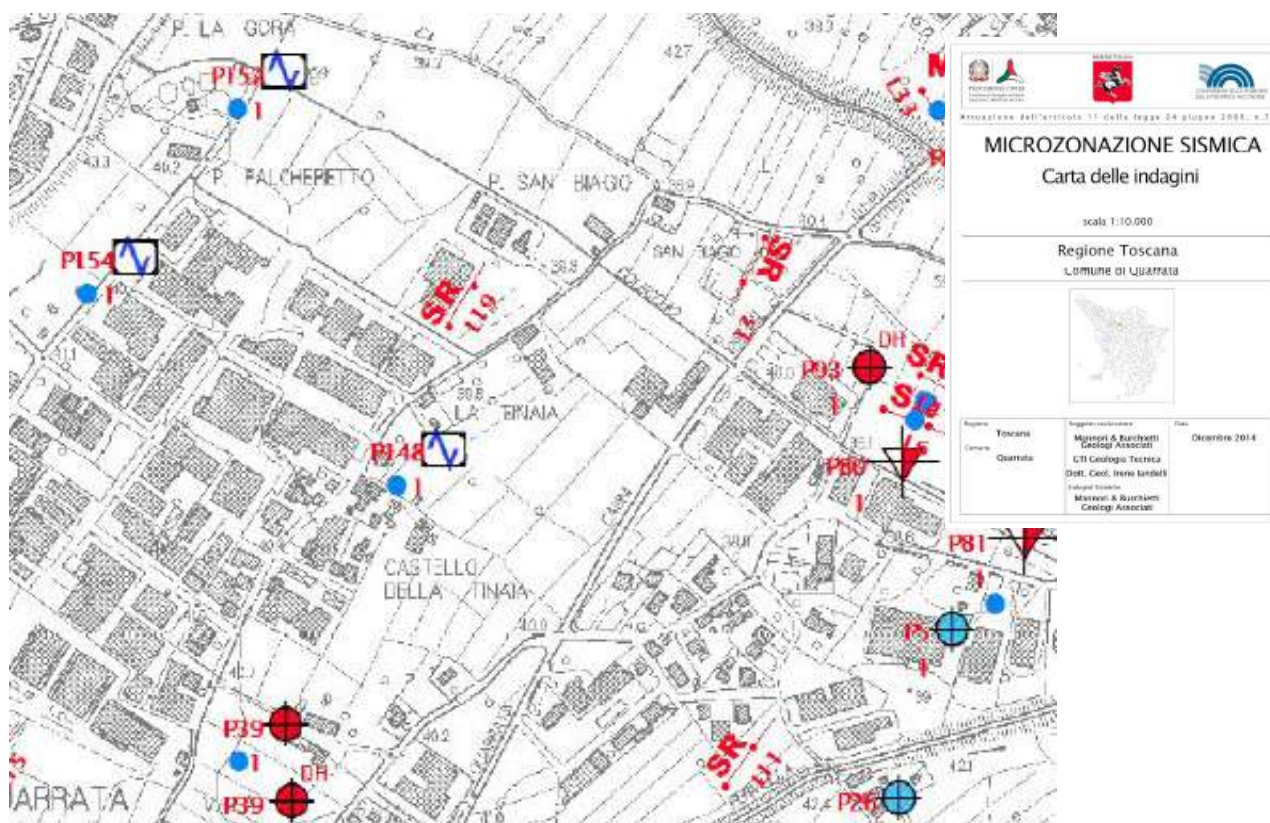
4,858,011



--- --- --- Sezione geologica

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





Legenda

- Sondaggio a carotaggio continuo
- Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato
- Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
- Pozzo per acqua
- Prova sismica in foro tipo Downhole
- Stazione microtremore a stazione singola
- Array sismico, ESAC/SPAC
- Profilo sismico a rifrazione
- MASW
- REMI
- Numero delle indagini eseguite

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)

Le prove sono state eseguite con penetrometro Statico PAGANI tipo TG 63/100 KN, in conformità con le specifiche ASTM (D 3441), 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 kg/cm^2 ed i valori della resistenza laterale locale R_l , sempre espressi in 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 .

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.

RISULTATI DELLE INDAGINI PENETROMETRICHE :

CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA-PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO INDAGATO

La caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica del sito in oggetto è stata eseguita, oltre alla consultazione dei dati di base, mediante due prove penetrometriche statiche CPT2-CPT3 realizzate in corrispondenza delle due rotatorie in progetto e spinte fino a 8,6 m di profondità dal p.c..

Le prove CPT1 e CPT3 sono state eseguite in corrispondenza delle due rotatorie 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 kg/cmq.

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

Le caratteristiche geotecniche del terreno, al di sotto dello strato superficiale di terreno vegetale di modesto spessore (1,20 m) sono buone; resistenza a rottura medio-alta e bassa compressibilità.

CPT 3 – ROTONDA VIA PIERO DELLA FRANCESCA - PARAMETRI GEOTECNICI

[illegible]

CPT 1 – ROTONDA VIA FIRENZE

PARAMETRI GEOTECNICI

Prof m	Resistenza di punta	Prof m	Strati	Tipologia	Gamma kg/m ³	Gamma' kg/m ³	Sigma' kg/cm ²	CU kg/cm ²	FI °	DR %	fv cm ² /Kg	f t
10	20	30	40	50								
0.20	23.0											
0.40	23.0											
0.60	24.0											
0.80	21.0											
1.00	18.0											
1.20	19.0											
1.40	23.0											
1.60	15.0											
1.80	15.0											
2.00	14.0											
2.20	18.0											
2.40	25.0											
2.60	27.0											
2.80	26.0											
3.00	22.0											
3.20	22.0											
3.40	22.0											
3.60	20.0											
3.80	22.0											
4.00	24.0											
4.20	24.0											
4.40	25.0											
4.60	25.0											
4.80	22.0											
5.00	26.0											
5.20	29.0											
5.40	29.0											
5.60	31.0											
5.80	26.0											
6.00	21.0											
6.20	17.0											
6.40	23.0											
6.60	25.0											
6.80	21.0											
7.00	23.0											
7.20	25.0											
7.40	26.0											
7.60	21.0											
7.80	18.0											
8.00	14.0											
8.20	13.0											
8.40	16.0											
8.60	23.0											

ANALISI DI LABORATORIO

Durante la realizzazione della prova penetrometrica CPT 3 è stato prelevato n.1 campione indisturbato alla profondità di 1,00 dal p.c..

Sul campione sono state eseguite, da un laboratorio certificato, delle prove per determinare le caratteristiche fisico volumetriche e meccaniche.

Nella tabella che segue è riportata la profondità di prelievo nonché le caratteristiche salienti dei campioni analizzati.

CAMPIONE	C1
Profondità metri	1.0 - 1.5
Granulometria	
Ghiaia (%)	0.0
Sabbia (%)	10.9
Limo (%)	58.0
Contenuto d'acqua (%)	22.54
Prova di taglio diretto	
Coesione, C' (kPa)	10.7
Angolo di resistenza al taglio, ϕ' (°)	29.5
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m ³)	19.1
Peso volume secco (kN/m ³)	15.6
Contenuto d'acqua (%)	22.54

INDAGINE SISMICA MASW

Al fine di caratterizzare dal punto di vista sismico del terreno di sedime della sede stradale, è stata eseguita un'indagine sismica MASW.

Tale indagine, finalizzata al calcolo delle $V_{s,eq}$ (valore medio delle velocità di taglio nei primi 30 metri), è stata impiegata per l'attribuzione della categoria di sottosuolo in base al Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018.

Per i dettagli dell'indagine sismica si rimanda alla relazione tecnica allegata.

L'indagine MASW, finalizzata a definire la categoria di sottosuolo, sulla base del valore delle V_{seq} , ha permesso di definire le seguenti velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo:

Vs(m/s)	140	227	251	329	335	430
Thickness (m)	2,1	1,2	23,7	1,7	2,7	

V_{s30} (m/s): 242

La $V_{s,eq}$, uguale alla V_{s30} , risulta pari a 242 m/s.

Il valori delle velocità delle onde S, ricavate dalla prova MASW, sono paragonabili a quelle indicata nell'indagine a rifrazione onde P e S (L19) realizzata in prossimità dell'area di intervento, via Piero della Francesca, su terreni caratterizzati dallo stesso contesto geologico, geomorfologico e geotecnico, e riportata nello studio di Microzonazione Sismica del Comune di Quarrata (2014).

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		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.

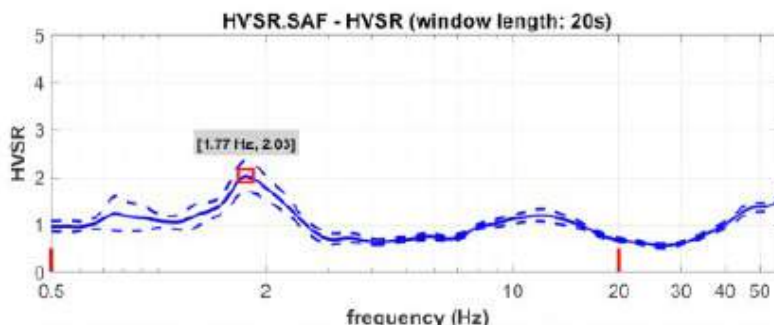
Eventuali altre frequenze evidenziate (picchi secondari) sono valutate qualora ricadano in corrispondenza delle frequenze di interesse ingegneristico.

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).

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 delle 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.



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

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

Risultati ottenuti in sito dall' indagine sismica HVSr

La misura HVSr è stata eseguita in corrispondenza della rotonda su via Firenze.

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 dei risultati dell'indagine MASW e, in particolare delle velocità di propagazione delle onde S e del valore di f_0 , si stima uno spessore della copertura alluvionale di circa 35 m.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

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 1,40 m di terreno di vegetale, è stato suddiviso in 3 livelli geotecnici.

STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO:

DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI E RECENTI (bna)

- Da 0,40 m fino a 5,00 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 14 e 31 kg/cmq (livello geotecnico A);
- da 5,00 m fino a 7,80 m di profondità, il sottosuolo è costituito da un livello di limo argilloso compatto caratterizzato da valori di resistenza alla punta penetrometrica compresi tra 22 e 38 kg/cmq (livello geotecnico B);
- da 7,80 m fino a 8,60 m dal p.c. segue un livello di argilla limosa mediamente compatta, caratterizzato da valori della resistenza all'infissione della punta penetrometrica R_p compresi tra 22 e 27 kg/cmq (livello geotecnico C).

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

CPT - ROTONDA VIA PIERO DELLA FRANCESCA

CPT - ROTONDA VIA FIRENZE

Prof m	Resistenza di punta 10 20 30 40 50	Prof m	Strati	Tipologia	Gamma kg/m ³	Gamma' kg/m ³	Sigma' kg/cm ²	Cu kg/cm ²	FI °	DR %	mv cm ² /kg
0.20	26.0	0.40		Argilla media	1896	1896	0.076	1.300	0	0	0.010989
0.40	26.0										
0.60	21.0										
0.80	19.0			Argilla limosa	1859	1859	0.187	1.017	0	0	0.012295
1.00	21.0	1.00									
1.20	15.0	1.20		Argilla media	1814	1814	0.224	0.750	0	0	0.019048
1.40	14.0	1.40		Argilla organica - Torba	1803	1803	0.260	0.560	0	0	0.035714
1.60	20.0										
1.80	19.0			Argilla limosa	1859	1859	0.371	1.017	0	0	0.012295
2.00	22.0	2.00									
2.20	25.0	2.20		Limo argilloso	1890	1890	0.409	1.000	0	0	0.011429
2.40	26.0										
2.60	27.0										
2.80	26.0			Argilla media	1896	1896	0.637	1.300	0	0	0.010989
3.00	25.0										
3.20	26.0										
3.40	26.0	3.40									
3.60	30.0										
3.80	27.0										
4.00	29.0										
4.20	27.0			Argilla limosa	1911	1911	0.942	1.437	0	0	0.008696
4.40	28.0										
4.60	31.0										
4.80	27.0										
5.00	31.0	5.00									
5.20	36.0			Limo argilloso	1943	1943	1.059	1.427	0	0	0.008011
5.40	34.0	5.60									
5.60	37.0										
5.80	29.0										
6.00	33.0			Limo argilloso	1921	1921	1.213	1.230	0	0	0.009292
6.20	32.0										
6.40	29.0	6.40									
6.60	23.0			Limo argilloso	1874	1874	1.288	0.900	0	0	0.012698
6.80	22.0	6.80									
7.00	30.0			Limo argilloso	1927	1927	1.365	1.280	0	0	0.008929
7.20	34.0	7.20									
7.40	37.0			Limo argilloso	1947	1947	1.481	1.467	0	0	0.007792
7.60	38.0										
7.80	25.0	7.80									
8.00	25.0			Argilla limosa	1885	1885	1.632	1.212	0	0	0.010309
8.20	23.0										
8.40	27.0										
8.60	22.0	8.60									

Livelli geotecnici

A

B

C

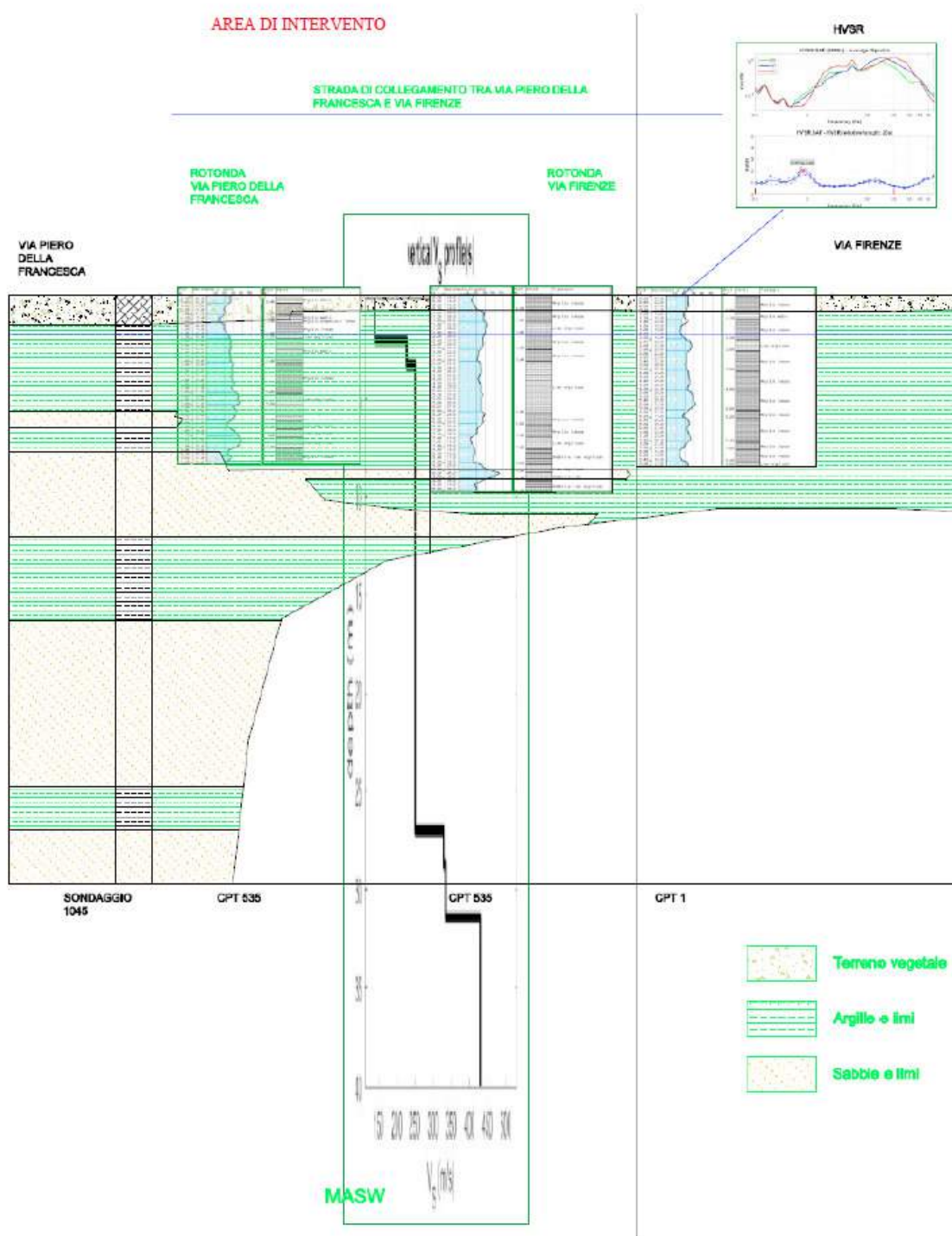
Prova penetrometrica CPT 3 – Stratigrafia terreno / Livelli geotecnici

PARAMETRI GEOTECNICI

PARAMETRI GEOTECNICI		Rpmedio	γ	Cu	Dr	φ	C'	φ□	mv																																									
		24	1840	0,92			0,10	29	0,0135																																									
Livello geotecnico A da 0,40 m a 5,00 m dal p.c. Argilla limosa mediamente compatta		<table><tr><th colspan="2">CAMPIONE</th><th>C1</th></tr><tr><td colspan="2">Profondità metri</td><td>1.0 - 1.5</td></tr><tr><th colspan="2">Granulometria</th><td></td></tr><tr><td colspan="2">Ghiaia (%)</td><td>0.0</td></tr><tr><td colspan="2">Sabbia (%)</td><td>10.9</td></tr><tr><td colspan="2">Limo (%)</td><td>58.0</td></tr><tr><td colspan="2">Contenuto d'acqua (%)</td><td>22.54</td></tr><tr><th colspan="2">Prova di taglio diretto</th><td></td></tr><tr><td colspan="2">Coesione, C' (kPa)</td><td>10.7</td></tr><tr><td colspan="2">Angolo di resistenza al taglio, φ' (°)</td><td>29.5</td></tr><tr><th colspan="2">Parametri fisici</th><td></td></tr><tr><td colspan="2">Peso volume naturale (kN/m³)</td><td>19.1</td></tr><tr><td colspan="2">Peso volume secco (kN/m³)</td><td>15.6</td></tr><tr><td colspan="2">Contenuto d'acqua (%)</td><td>22.54</td></tr></table>							CAMPIONE		C1	Profondità metri		1.0 - 1.5	Granulometria			Ghiaia (%)		0.0	Sabbia (%)		10.9	Limo (%)		58.0	Contenuto d'acqua (%)		22.54	Prova di taglio diretto			Coesione, C' (kPa)		10.7	Angolo di resistenza al taglio, φ' (°)		29.5	Parametri fisici			Peso volume naturale (kN/m³)		19.1	Peso volume secco (kN/m³)		15.6	Contenuto d'acqua (%)		22.54
		CAMPIONE		C1																																														
		Profondità metri		1.0 - 1.5																																														
		Granulometria																																																
		Ghiaia (%)		0.0																																														
		Sabbia (%)		10.9																																														
		Limo (%)		58.0																																														
		Contenuto d'acqua (%)		22.54																																														
		Prova di taglio diretto																																																
		Coesione, C' (kPa)		10.7																																														
		Angolo di resistenza al taglio, φ' (°)		29.5																																														
		Parametri fisici																																																
Peso volume naturale (kN/m³)		19.1																																																
Peso volume secco (kN/m³)		15.6																																																
Contenuto d'acqua (%)		22.54																																																
		32	1927	1,28				0,0089																																										
Livello geotecnico B da 5,00 m a 7,80 m dal p.c. Limo argilloso compatto																																																		
		24	1885	1,21				0,0103																																										
Livello geotecnico C Da 7,80 m a 8,60 m dal p.c. Argilla limosa mediamente compatta																																																		

Rp = resistenza alla punta penetrometrica, kg/cm² - γ = peso di volume del terreno, kg/m³Cu = coesione non drenata, kg/cm² - C' = coesione drenata, kg/cm² - Dr = Densità relativa, %φ = Angolo di attrito interno, ° - mv = coefficiente di compressibilità volumetrico, cm²/kg

ESTRATTO SEZIONE GEOLOGICO TECNICA



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)
0,05 - 0,15	0,15

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.

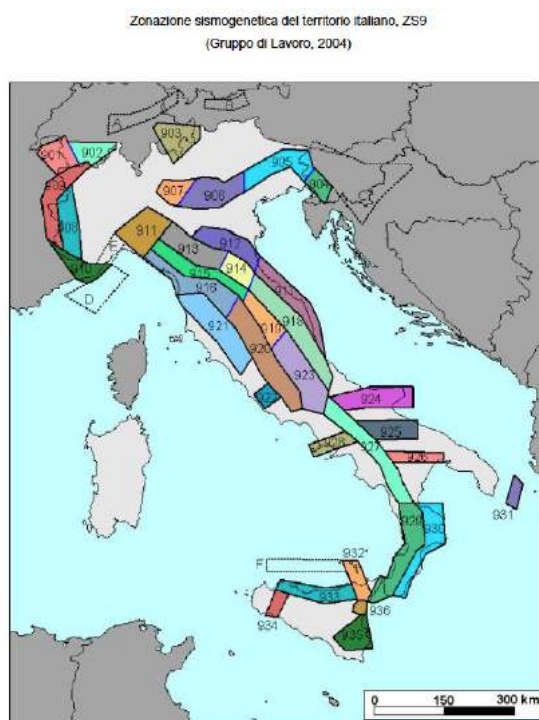


Tabella 2.8-1 – Valori di M_{max} per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)

Nome ZS	Numero ZS	M_{max}
Colli Albani, Etna	922, 936	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.

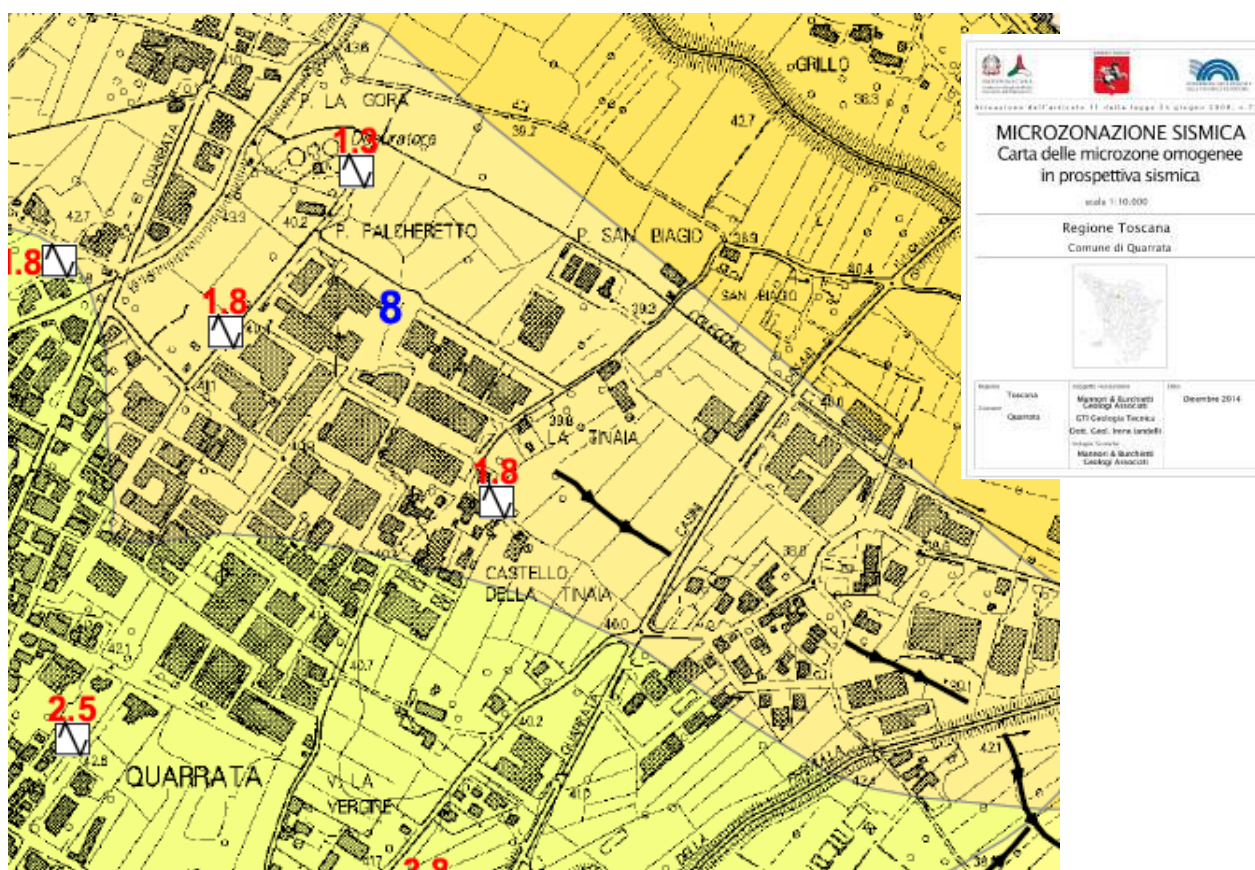
In generale, i dati sismici nel loro complesso, disponibili per il territorio comunale di Quarrata, indicano:

- 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.

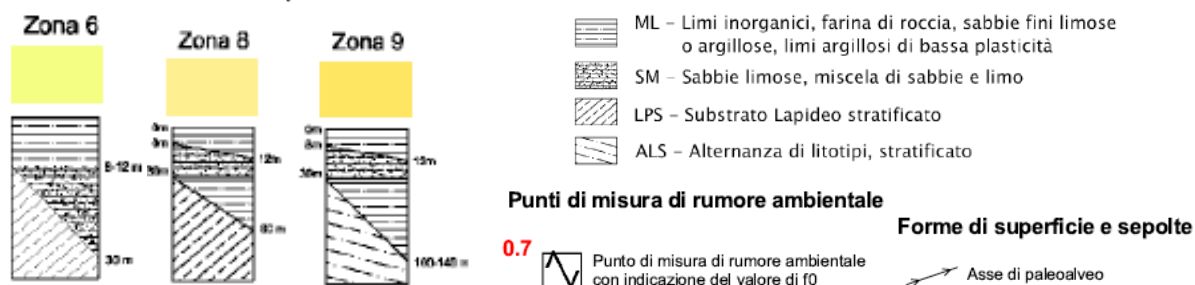
L'indagine HVSR, realizzata nel corso del presente studio ha permesso di individuare un picco di frequenza F_0 pari a 1,77 con un'ampiezza di $A=2,03$.

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”.



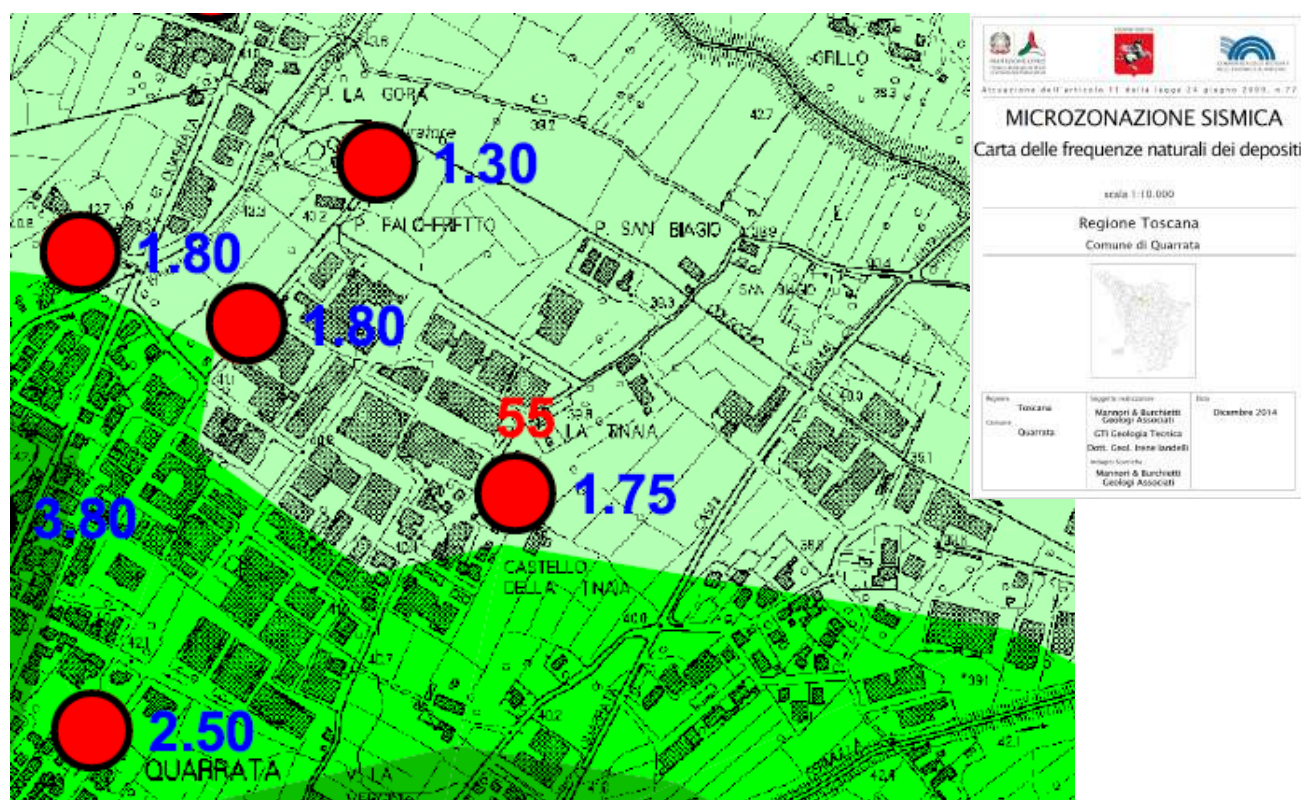
Zone stabili suscettibili di amplificazione locali



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.

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



Legenda

Intervallo di frequenze 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:

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

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.

In base ai risultati dell'indagine geofisica MASW è stata calcolata una Vs,eq = 242 m/sec.

Tenuto conto del modello geologico e geotecnico del sottosuolo e dei risultati della misura HVSR, si ritiene di assegnare una categoria di sottosuolo C.

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 ST.

Il parametro ST 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°.

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°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	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

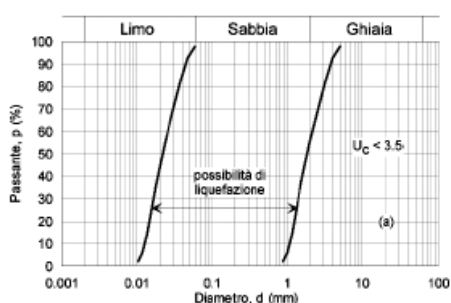
Il sito presso il quale è ubicato il collegamento stradale in progetto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati 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.

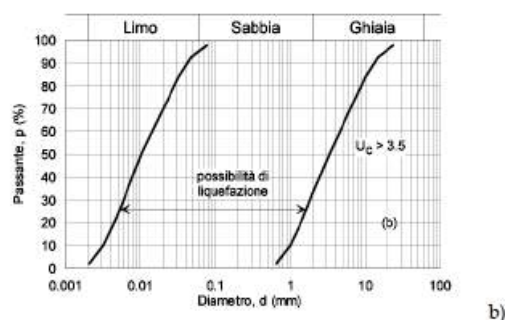
Esclusione della verifica a liquefazione

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 $qc_{1N} > 180$ 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 qc_{1N} 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 $U_c > 3,5$.



a)



b)

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);

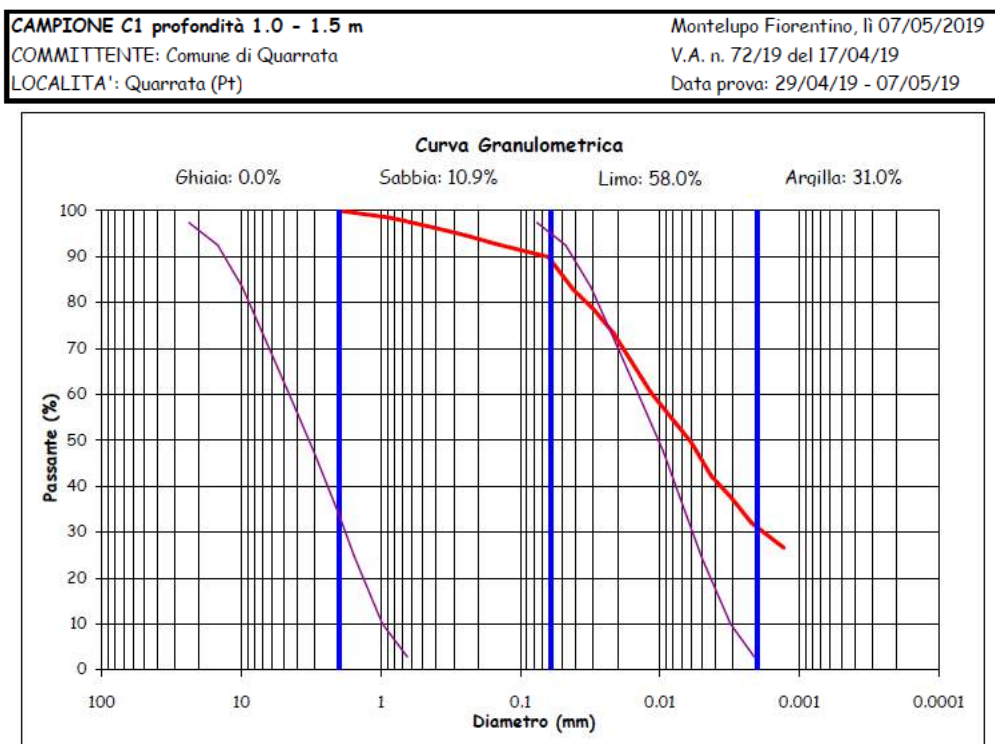
la granulometria (da sabbie medio-fini a limi-sabbiosi);

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 1, 2 e 3) non sia soggetto a liquefazione in quanto in questo settore della piana alluvionale non sono presenti strati di sabbia pulite, sabbia debolmente limosa sciolti di spessore significativo né una falda idrica superficiale.

Gli strati di terreno costituenti il sottosuolo dell'area presentano un contenuto di fine maggiore al 20%.

La distribuzione granulometrica dei campioni di terreno analizzati e di bibliografia è esterna al fuso granulometrico potenzialmente liquefacibile.



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 8 m, esclude l'insorgenza di tali fenomeni localizzati.

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 collegamento stradale fra via Firenze (S.P. 44) e via Piero della Francesca, presso la 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 MASW e HVSr eseguite a corredo del presente studio.

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

L'intervento 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, 09.05.2019



Corrado Ciurli
Geologo

Allegati:

Ubicazione indagine geognostica e sismica

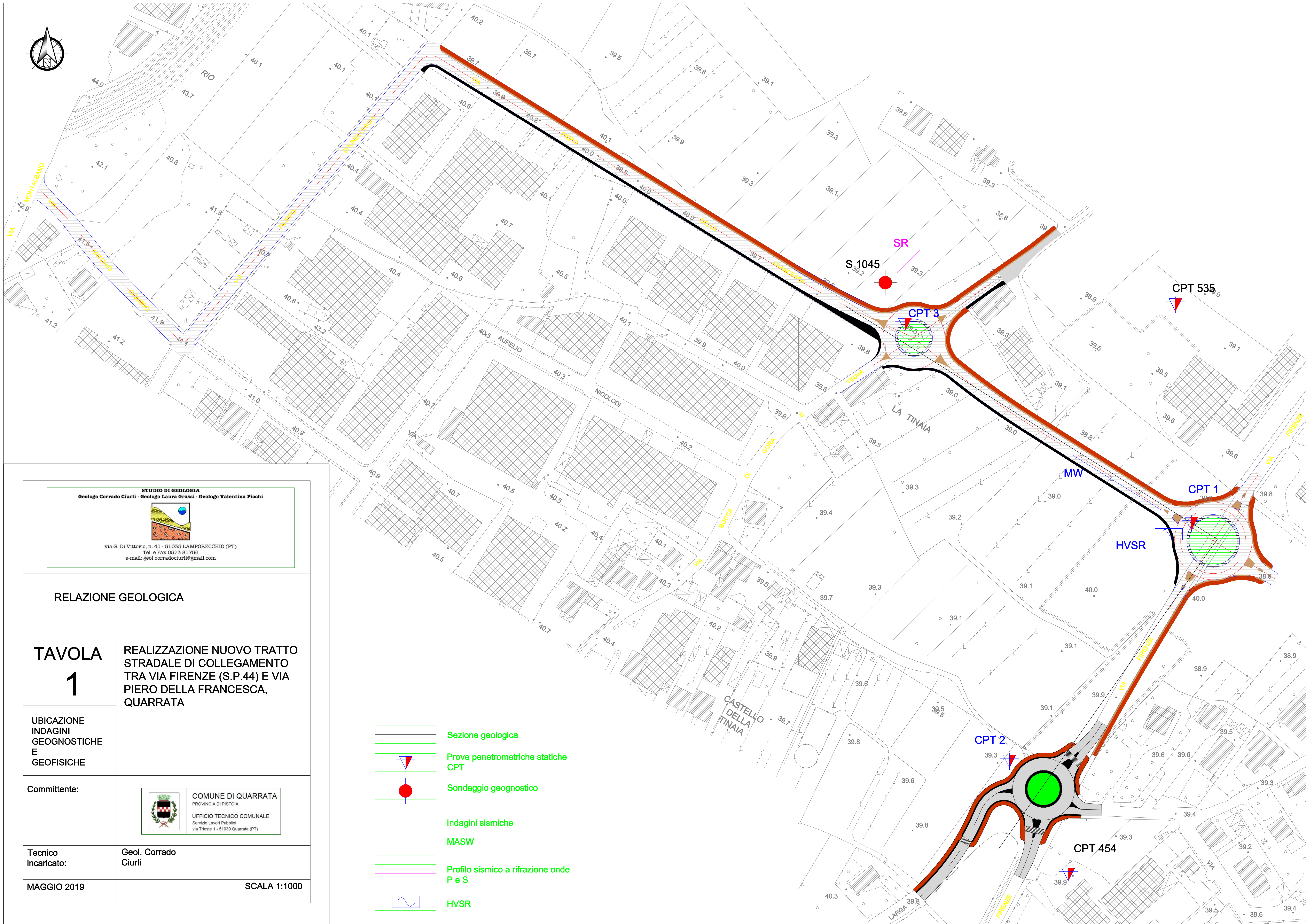
Sezione geologica

Certificati prove penetrometriche statiche CPT

Certificato analisi di laboratorio

Certificato indagine sismica MASW

Certificato indagine sismica HVSr



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 81786
e-mail: geol.corradociurli@gmail.com

RELAZIONE GEOLOGICA

TAVOLA
1

REALIZZAZIONE NUOVO TRATTO
STRADALE DI COLLEGAMENTO
TRA VIA FIRENZE (S.P.44) E VIA
PIERO DELLA FRANCESCA,
QUARRATA

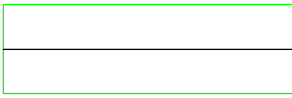
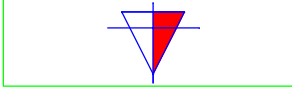
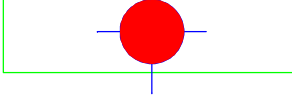

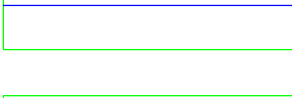
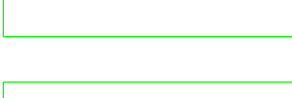
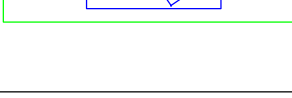
UBICAZIONE
INDAGINI
GEOGNOSTICHE
E
GEOFISICHE

Committente:

 **COMUNE DI QUARRATA**
PROVINCIA DI PISTOIA
UFFICIO TECNICO COMUNALE
Servizio Lavori Pubblici
via Trieste 1 - 51039 Quarrata (PT)

Tecnico
Incaricato: Geol. Corrado
Ciurli

MAGGIO 2019 SCALA 1:1000

-  Sezione geologica
-  Prove penetrometriche statiche
CPT
-  Sondaggio geognostico
-  Indagini sismiche
-  MASW
-  Profilo sismico a rifrazione onde
P e S
-  HVSr

MASW

Prova Penetrometrica Statica

Pagina n. 1

Igetecma s.n.c.

Sede: Via delle Pratella - Montelupo F.no (FI)

Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: Comune di Quarrata	Indagine: VA-96-19	Certificato: 104/19	Prova n° 1
Località: Via piero della Francesca, Quarrata	in data: 12/04/19		
Note sulla committenza: ==			
Note relative alla prova: Campione indisturbato: - 1.00/1.50			
Falda rilevata alla profondità di cm: ==	Spinta del penetrometro (tonnellate): 10		

Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
40	26	2,13	8,21	C	0,0	0,0	1,45	20,08	0,01282	Argilla limosa
60	21	1,40	6,67	C	0,0	0,0	0,95	8,71	0,01587	Argilla limosa
80	19	1,33	7,02	C	0,0	0,0	0,91	6,22	0,02632	Argilla limosa
100	21	1,40	6,67	C	0,0	0,0	0,95	5,21	0,01587	Argilla limosa
120	15	1,40	9,33	C	0,0	0,0	0,95	4,36	0,03333	Argilla
140	14	1,53	10,95	C	0,0	0,0	1,04	4,11	0,03571	Argilla
160	20	1,67	8,33	C	0,0	0,0	1,13	3,90	0,01667	Argilla limosa
180	19	1,73	9,12	C	0,0	0,0	1,18	3,61	0,02632	Argilla
200	22	1,73	7,88	C	0,0	0,0	1,18	3,24	0,01515	Argilla limosa
220	25	1,53	6,13	C	0,0	0,0	1,04	2,59	0,01333	Argilla limosa
240	26	2,47	9,49	C	0,0	0,0	1,68	3,81	0,01282	Argilla
260	27	2,33	8,64	C	0,0	0,0	1,59	3,31	0,01235	Argilla
280	26	2,53	9,74	C	0,0	0,0	1,72	3,33	0,01282	Argilla
300	25	2,20	8,80	C	0,0	0,0	1,50	2,70	0,01333	Argilla
320	26	2,60	10,00	C	0,0	0,0	1,77	2,98	0,01282	Argilla
340	26	2,67	10,26	C	0,0	0,0	1,81	2,87	0,01282	Argilla
360	30	2,33	7,78	C	0,0	0,0	1,59	2,37	0,01111	Argilla limosa
380	27	2,07	7,65	C	0,0	0,0	1,41	1,98	0,01235	Argilla limosa
400	29	2,27	7,82	C	0,0	0,0	1,54	2,06	0,01149	Argilla limosa
420	27	1,53	5,68	C	0,0	0,0	1,04	1,33	0,01235	Limo argilloso
440	28	1,80	6,43	C	0,0	0,0	1,22	1,49	0,01190	Argilla limosa
460	31	2,20	7,10	C	0,0	0,0	1,50	1,74	0,01075	Argilla limosa
480	27	2,00	7,41	C	0,0	0,0	1,36	1,51	0,01235	Argilla limosa
500	31	2,80	9,03	C	0,0	0,0	1,90	2,03	0,01075	Argilla
520	36	2,33	6,48	C	0,0	0,0	1,59	1,62	0,00926	Argilla limosa
540	34	1,87	5,49	C	0,0	0,0	1,27	1,25	0,00980	Limo argilloso
560	37	1,73	4,68	C	0,0	0,0	1,18	1,12	0,00901	Limo argilloso
580	29	1,80	6,21	C	0,0	0,0	1,22	1,12	0,01149	Argilla limosa
600	33	1,93	5,86	C	0,0	0,0	1,31	1,16	0,01010	Limo argilloso
620	32	1,87	5,83	C	0,0	0,0	1,27	1,09	0,01042	Limo argilloso
640	29	2,00	6,90	C	0,0	0,0	1,36	1,13	0,01149	Argilla limosa
660	23	1,13	4,93	C	0,0	0,0	0,77	0,62	0,01449	Limo argilloso
680	22	1,40	6,36	C	0,0	0,0	0,95	0,74	0,01515	Argilla limosa
700	30	1,87	6,22	C	0,0	0,0	1,27	0,96	0,01111	Argilla limosa
720	34	1,80	5,29	C	0,0	0,0	1,22	0,90	0,00980	Limo argilloso
740	37	2,40	6,49	C	0,0	0,0	1,63	1,17	0,00901	Argilla limosa
760	38	1,80	4,74	C	0,0	0,0	1,22	0,85	0,00877	Limo argilloso
780	35	1,87	5,33	C	0,0	0,0	1,27	0,86	0,00952	Limo argilloso
800	25	1,60	6,40	C	0,0	0,0	1,09	0,72	0,01333	Argilla limosa
820	23	1,47	6,38	C	0,0	0,0	1,00	0,64	0,01449	Argilla limosa
840	27	1,93	7,16	C	0,0	0,0	1,31	0,83	0,01235	Argilla limosa
860	22	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/cm2). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2).

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/cm2). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata.

Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm2/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)

Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: Comune di Quarrata	Indagine: VA-95-18	Rapporto : 103-18	Prova n° 1
Località: La Tinaia, Quarrata (PT)	in data: 24/05/18		
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/cm2). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2).

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/cm2). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata.

Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm2/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)

Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: Comune di Quarrata	Indagine: VA-95-18	Rapporto : 103-18	Prova n° 2
Località: La Tinaia, Quarrata (PT)	in data: 24/05/18		
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/cm²). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm²).

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/cm²). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata.Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm²/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Certificati di Prova n. 647-648/2019

Montelupo Fiorentino, lì 07/05/2019

SETTORE: meccanica delle terre

V.A. n. 72/19 del 17/04/19

COMMITTENTE: Comune di Quarrata

LOCALITA': Quarrata (Pt)

DATA ESECUZIONE PROVE: 29/04/19 - 07/05/19

CAMPIONI:

C1 profondità 1.0 - 1.5 m

Prove eseguite

- 1 - Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)
- 2 - Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)
- 3 - Analisi granulometrica per setacciatura: per via umida (UNI CEN ISO/TS 17892-4)
- 4 - Analisi granulometrica della frazione fine: metodo del densimetro (UNI CEN ISO/TS 17892-4)
- 5 - Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 3

CERTIFICATO DI PROVA N.647/2019

CAMPIONE C1 profondità 1.0 - 1.5 m

COMMITTENTE: Comune di Quarrata

LOCALITA': Quarrata (Pt)

Montelupo Fiorentino, lì 07/05/2019

V.A. n. 72/19 del 17/04/19

Data apertura campione: 29/04/19

Descrizione del campione

Campione indisturbato prelevato con campionatore Shelby di diametro di 88.9 mm
prelevato a pressione tramite penetrometro

0 - 43 cm: limo argilloso sabbioso con spalmature di ferro / manganese, fino a 19 cm presenti
frammenti di laterizi; colore oliva



Classe e grado di qualità (sec. A.G.I.)

Campione indisturbato Q-5

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni
Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni
Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.647/2019****CAMPIONE C1** profondità 1.0 - 1.5 m

COMMITTENTE: Comune di Quarrata

LOCALITA': Quarrata (Pt)

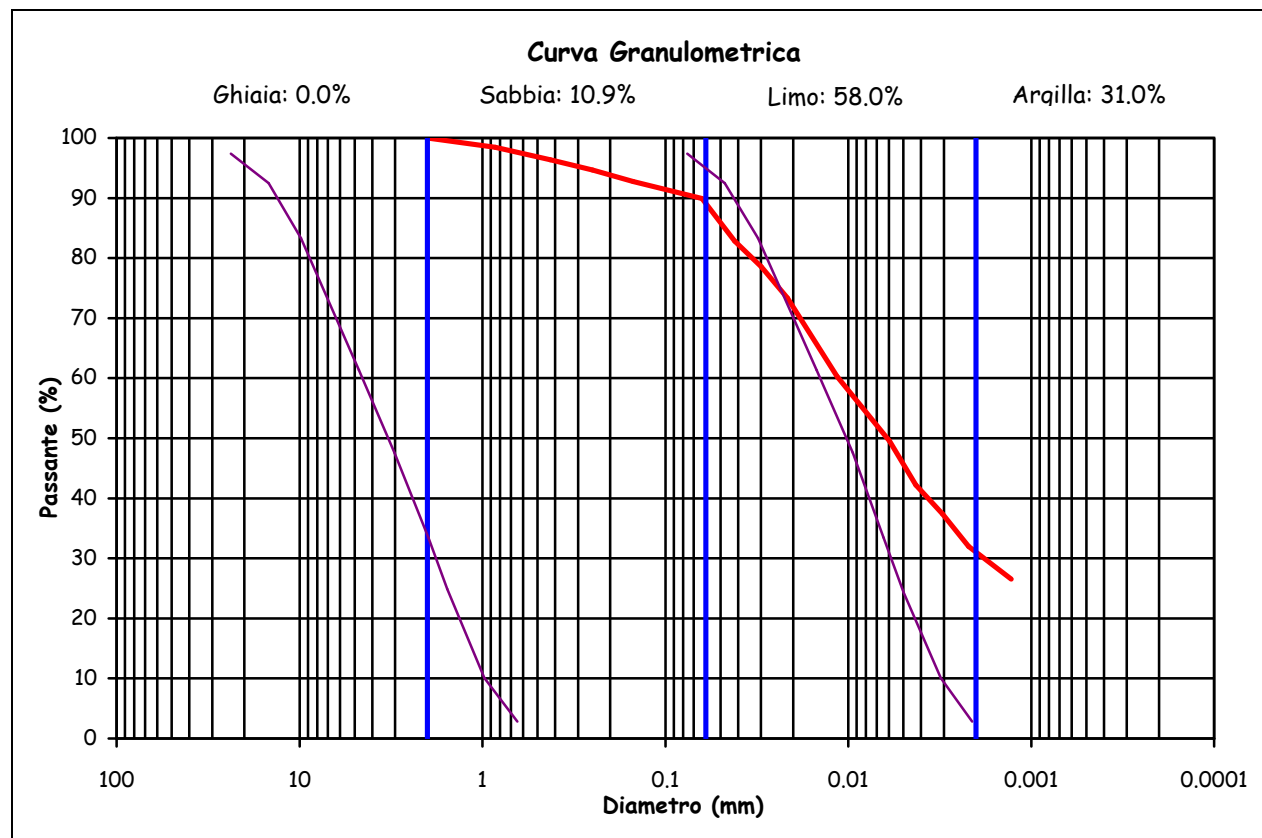
Montelupo Fiorentino, lì 07/05/2019

V.A. n. 72/19 del 17/04/19

Data prova: 29/04/19 - 07/05/19

Analisi granulometrica**Setacciatura:** per via umida (UNI CEN ISO/TS 17892 4)**Frazione fine:** metodo del densimetro (UNI CEN ISO/TS 17892 4)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
2	100	0.0418	82.8
0.850	98.5	0.0300	78.6
0.425	96.4	0.0215	73.3
0.250	94.7	0.0115	60.3
0.150	92.8	0.0059	49.5
0.063	89.9	0.0043	42.2
		0.0031	37.4
		0.0022	32.0
		0.0013	26.6



Definizione secondo A.G.I.:

Limo con argilla sabbioso

Fusi granulometrici critici nei confronti
della liquefazione (Tsuchida, 1970)

Lo sperimentatore

Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N.647/2019

CAMPIONE C1 profondità 1.0 - 1.5 m

COMMITTENTE: Comune di Quarrata

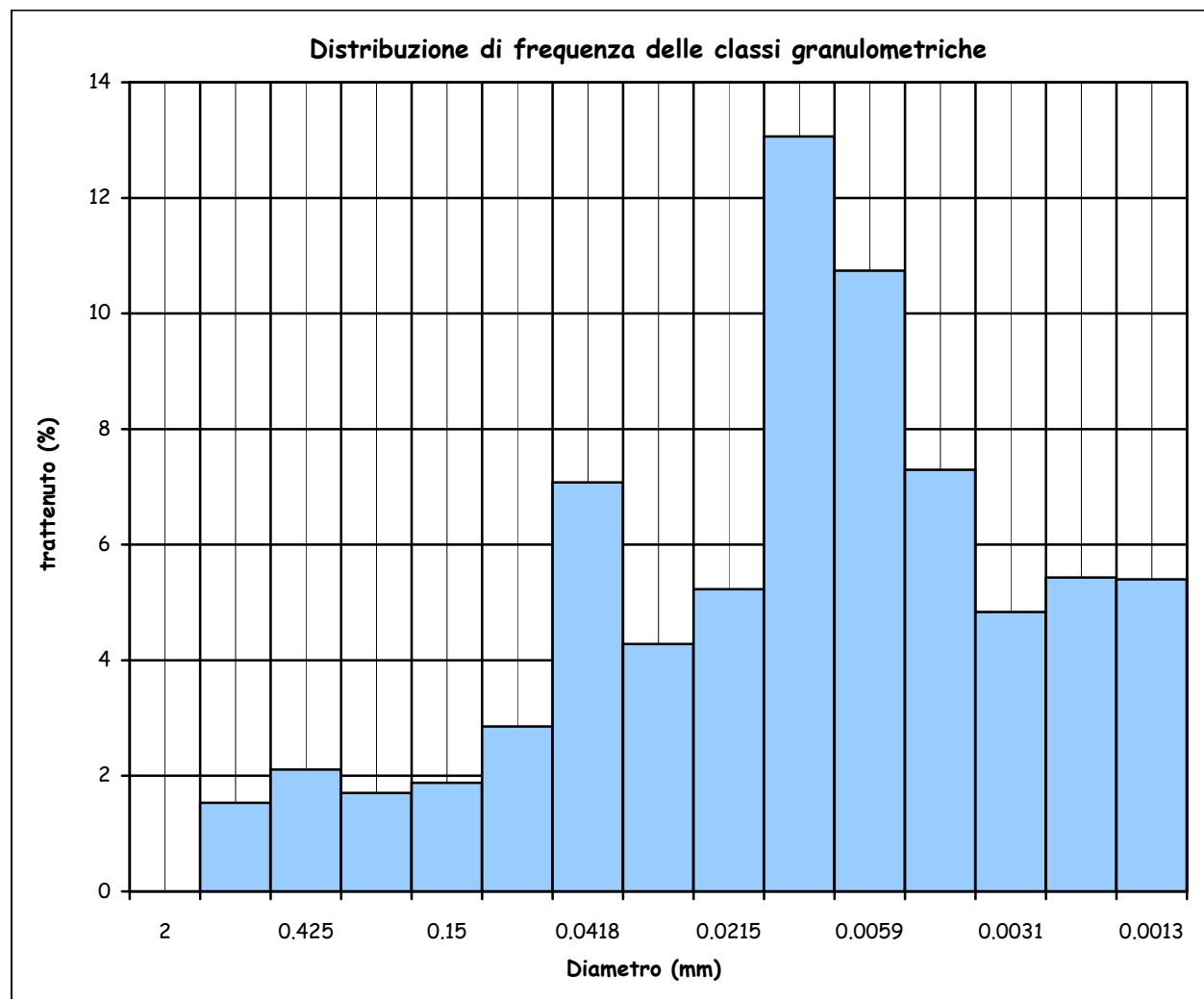
LOCALITA': Quarrata (Pt)

Montelupo Fiorentino, lì 07/05/2019

V.A. n. 72/19 del 17/04/19

Data prova: 29/04/19 - 07/05/19

Analisi granulometrica



Coefficiente di uniformità (C_u) = -

Coefficiente di curvatura (C_c) = -

Mediana 0.0062

Moda 0.0115

Lo sperimentatore

Sig. Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.648/2019**

CAMPIONE C1 profondità 1.0 - 1.5 m	Montelupo Fiorentino, lì 07/05/2019
COMMITTENTE: Comune di Quarrata	V.A. n. 72/19 del 17/04/19
LOCALITA': Quarrata (Pt)	Data prova: 29/04/19 - 07/05/19

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m ³)	19.0	19.1	19.1
Peso di volume umido finale (kN/m ³)	19.7	20.4	21.1
Peso di volume secco iniziale (kN/m ³)	15.6	15.6	15.5
Peso di volume secco finale (kN/m ³)	15.9	16.4	16.9
Contenuto d'acqua iniziale (%)	22.13	22.72	22.77
Contenuto d'acqua finale (%)	23.90	24.37	24.73
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.0030	0.0030	0.0030
Sigma (kPa)	49.0	98.1	147.1
Tau a rottura (kPa)	39.1	64.6	94.6

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau
(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)
0.07	2.9	0.07	3.0	0.12	4.8
0.13	4.0	0.20	6.6	0.22	10.8
0.19	5.1	0.33	14.5	0.36	20.4
0.31	10.0	0.52	24.2	0.55	32.0
0.39	14.1	0.72	29.9	0.80	43.0
0.54	19.6	0.93	36.3	1.00	51.5
0.69	21.0	1.14	41.5	1.26	58.7
0.85	24.8	1.40	45.6	1.58	65.3
1.01	27.3	1.72	50.0	1.90	69.2
1.17	29.5	2.04	52.5	2.23	72.8
1.38	31.7	2.37	55.0	2.60	75.5
1.59	33.4	2.75	56.6	3.04	78.6
1.80	35.0	3.13	58.3	3.47	81.9
2.07	36.4	3.51	59.7	3.91	84.1
2.29	37.2	3.95	60.8	4.40	87.1
2.56	38.0	4.44	62.1	4.89	90.2
2.88	38.6	4.93	63.5	5.46	92.6
3.16	39.1	5.42	64.6	6.01	94.6
3.43	39.1	5.93	64.4	6.56	93.5
3.76	39.1	6.47	63.5	7.17	92.9
4.04	38.9	6.98	63.0	7.72	93.2

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro CaloniIl direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N.648/2019

CAMPIONE C1 profondità 1.0 - 1.5 m

COMMITTENTE: Comune di Quarrata

LOCALITA': Quarrata (Pt)

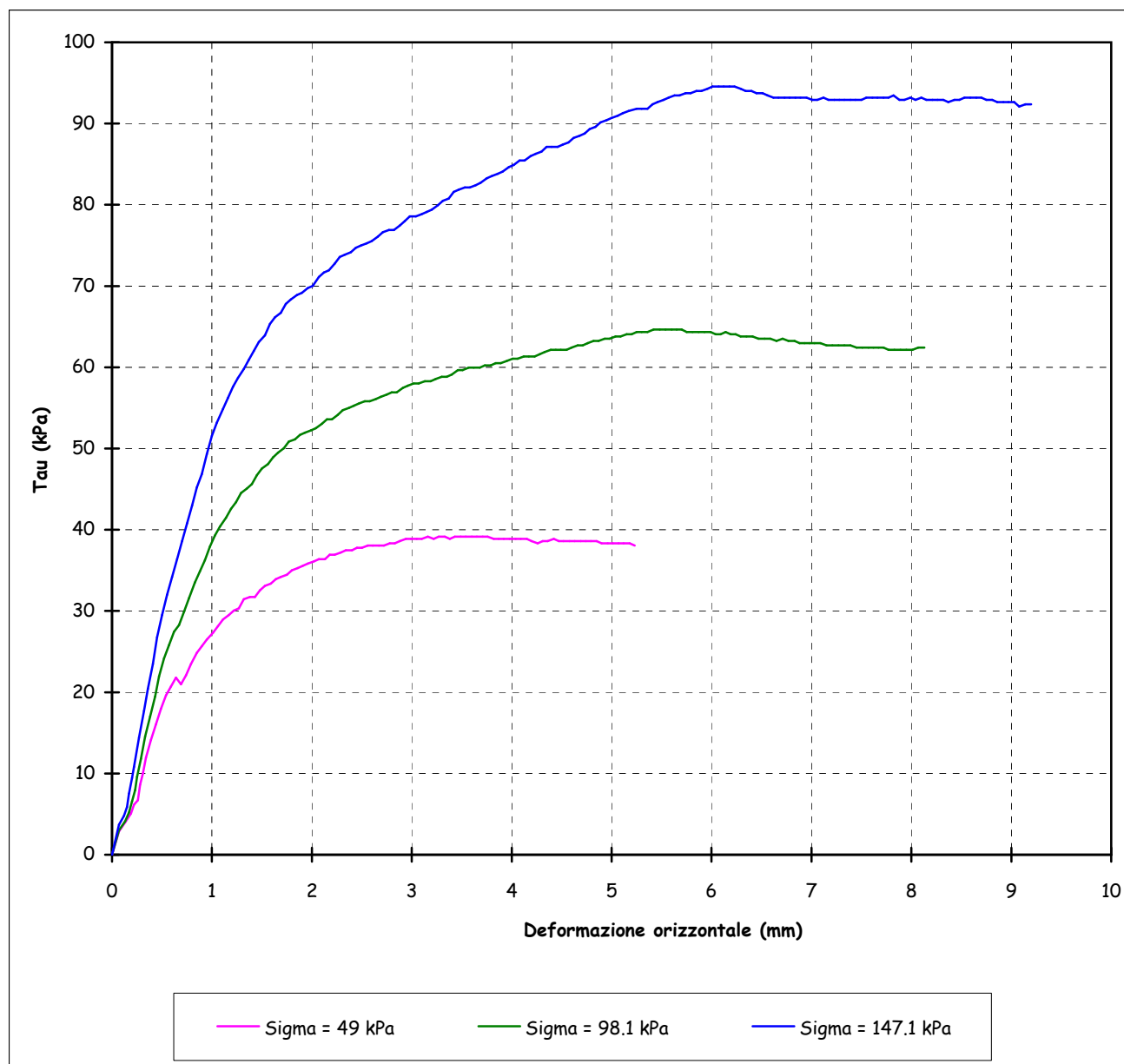
Montelupo Fiorentino, lì 07/05/2019

V.A. n. 72/19 del 17/04/19

Data prova: 29/04/19 - 07/05/19

Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Grafico deformazione orizzontale - Tau



Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio
Geol. Michele Caloni

Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

COMMITTENTE: Comune di Quarrata

Montelupo Fiorentino, lì 07/05/2019

LOCALITA': Quarrata (Pt)

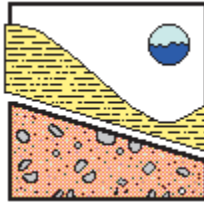
V.A. n. 72/19 del 17/04/19

Tabella riassuntiva Certificati di Prova n. 647-648/2019

CAMPIONE	C1
Profondità metri	1.0 - 1.5
Granulometria	
Ghiaia (%)	0.0
Sabbia (%)	10.9
Limo (%)	58.0
Contenuto d'acqua (%)	22.54
Prova di taglio diretto	
Coesione, C' (kPa)	10.7
Angolo di resistenza al taglio, ϕ' (°)	29.5
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m ³)	19.1
Peso volume secco (kN/m ³)	15.6
Contenuto d'acqua (%)	22.54

Michele Calmo





REPORT ELABORAZIONE INDAGINE MASW E HVSR

Committente: Comune di Quarrata

Ubicazione : via Firenze, comune di Quarrata

Coordinate geografiche WGS84: lat.43,8557604° long. 10,992909° (riferite al punto intermedio del profilo).



Corrado Ciurli
geologo

Aprile 2019

INDAGINE SISMICA

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame, ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni del DM 17 gennaio 2018, in data 15/04/2019, è stata effettuata un'indagine sismica costituita da una serie di acquisizioni MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio).

A tale scopo è stato eseguito uno stendimento con 24 geofoni con spaziatura 3 m e allineamento disposto come indicato nella foto aerea.

Questo tipo di indagine permette di effettuare una stima dell'effetto di sito tramite le caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).



Ubicazione primo geofono sulla sinistra e ultimo geofono sulla destra



MASW

La tecnica MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (onde di Rayleigh) generate artificialmente.

L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio (V_s) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale massa battente su piastra metallica, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, con i suoi contenuti in frequenze e ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza.

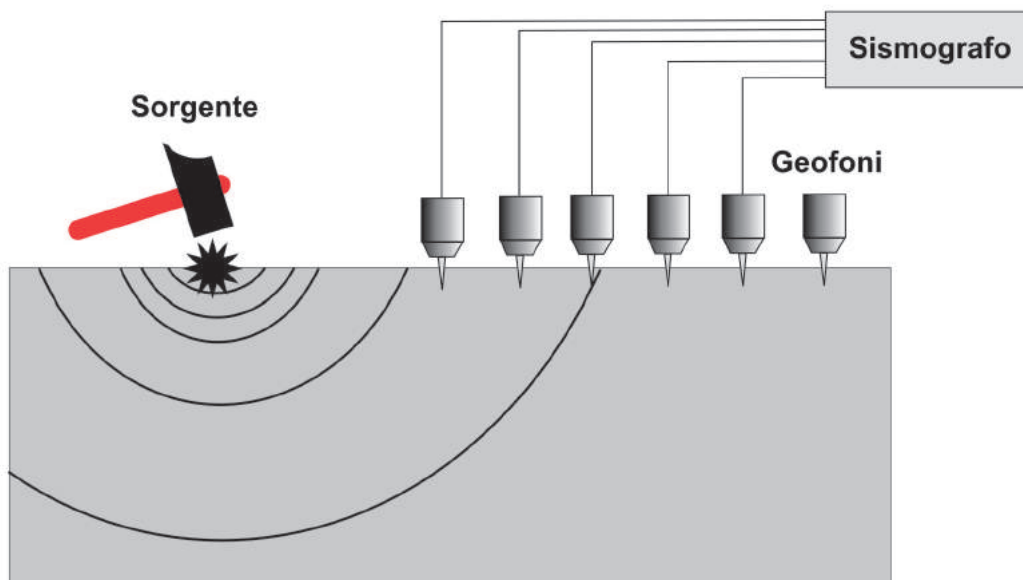
Il diagramma, convenzionalmente, è riferito al centro della linea sismica e rappresenta un valore medio della sezione di terreno con lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e

profondità variabile in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

ATTREZZATURA DI PROVA

Strumentazione impiegata -*Hardware*

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali (PASI modello 16SG24) collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz (spaziatura tra geofoni 3m, 1s di acquisizione, offset minimi di 6, 9, 17, 20 m).



Stendimento sismico. Nel caso si utilizzi una sorgente ad impatto verticale e geofoni a componente verticale, si acquisiranno dati utili all'analisi delle **onde di Rayleigh**.

Nello specifico il sistema di energizzazione è composto da una massa battente, tipicamente una mazza dal peso di circa 9 kg agente a percussione su una piastra quadrata di alluminio (dimensioni 20x20x5 cm) per la generazione delle onde di Rayleigh.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite trigger. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

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

Software

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software *winMASW ACD 18a* (www.eliosoft.it).

Elaborazione

I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS) in maniera congiunta con il risultato della misura HVSR eseguita a corredo della relazioni di fattibilità (vd Relazione tecnica allegata).

Il risultato dell'elaborazione congiunta è riportato di seguito:

winMASW - Joint Inversion of Surface-Wave Dispersion and HVSR

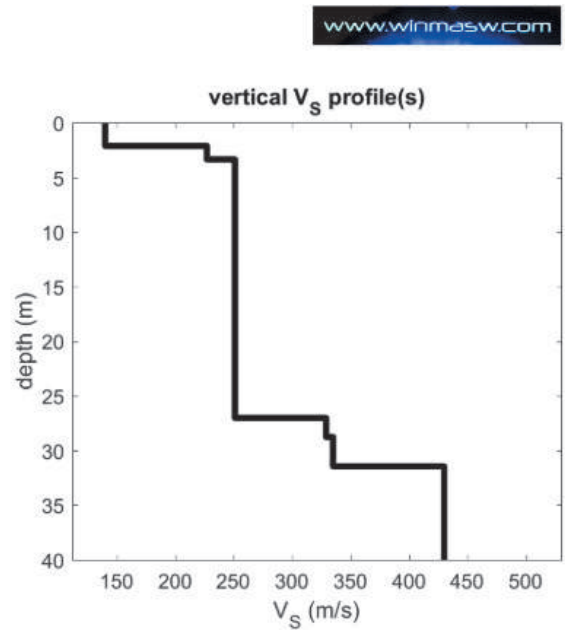
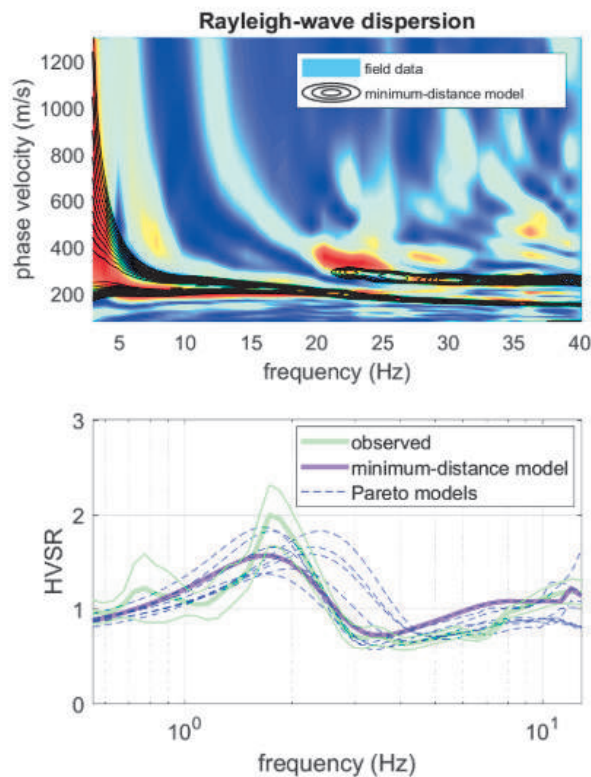
Date: 16 4 2019

Time: 12 18

HVSR curve: HVSR.hv

Dispersion file: zvf6_24cFVS.mat

Dispersion Analysis: Rayleigh Waves



Rayleigh-wave dispersion file: zvf6_24cFVS.mat
H/V curve: HVSR.hv
Vs30 (minimum distance model): 244 m/s

Minimum-distance model (minimum distance from the Utopia point)

Vsv (m/s)	139	192	264	419	354	420
Thickness (m)	1,9	1,8	28	2,1	3,00	
Shear modulus (MPa)	33	68	145	350	249	375

Vs30 (m/s): 244.0

Pareto front models:

Minimum Vs30 (m/s): 219

Maximum Vs30 (m/s): 303

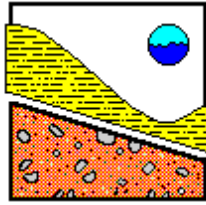
Moderate variability of Vs30 might indicate overall inversion congruency (see manual)

Mean model:

Vs(m/s)	140	227	251	329	335	430
Thickness (m)	2,1	1,2	23,7	1,7	2,7	

Vs30 (m/s): 242

Corrado Ciurli
geologo

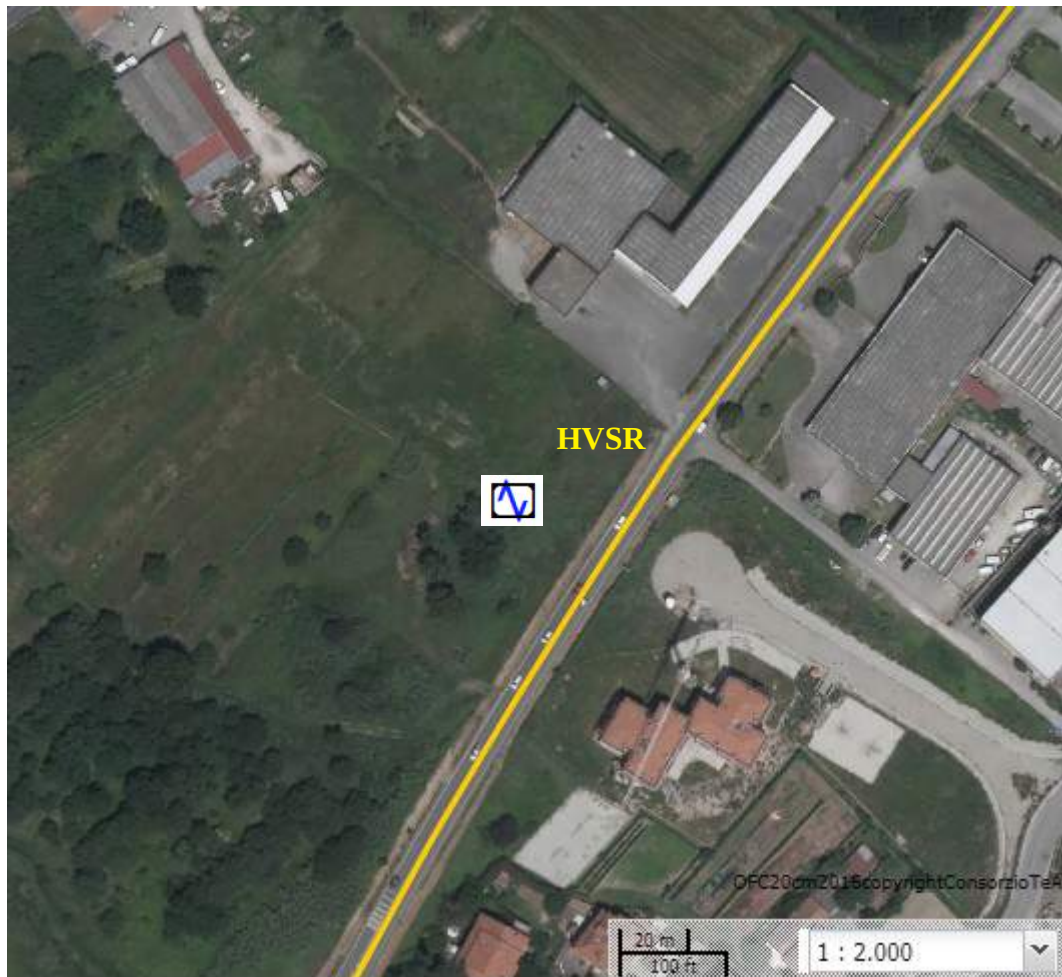


REPORT INDAGINE HVSR

Committente: Comune di Quarrata

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

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




Valentina Picchi


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 filtraggi 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 Eliosoft		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 (± 1.6)

Peak HVSR value: 2.0 (± 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)

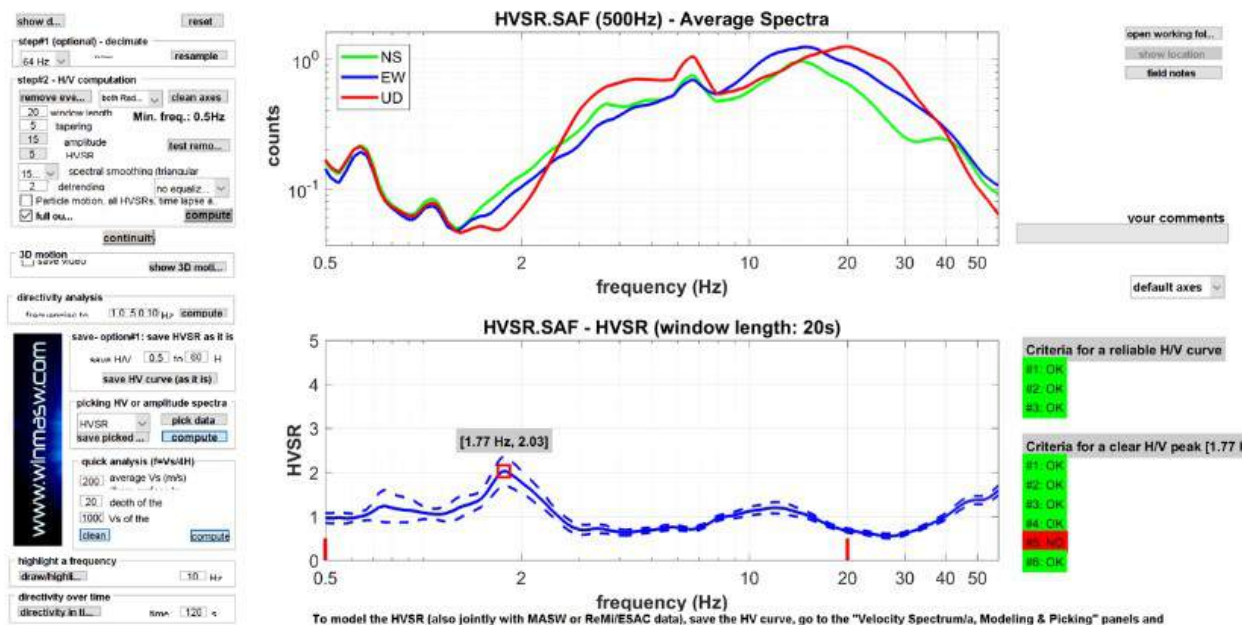
#4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)

#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

