

COMUNE DI FANO PROVINCIA DI PESARO E URBINO	
OGGETTO:	<i>PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DEL COMPARTO RESIDENZIALE ST5_P49 (COMPARTO DI RICUCITURA VIA GUERRIERI LOCALITA' ROSCIANO).</i>
COMMITTENTE:	<i>GENGA FALCIONI IVANA GENGA FALCIONI LUANA e altri</i>
UBICAZIONE:	<i>Via G. Guerrieri, località Rosciano - Fano</i>
ELABORATO:	<i>RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA</i>
	<i>23/10/2017</i>
	<i>DOTT. GEOL. LAURA PELONGHINI Via Alessandrini 3 - FANO (PU) tel. e fax 0721/1796562 cell 347/3212936 e-mail: laura.pelonghini@gmail.com C.F. PLN LRA 71H63 D488K P.IVA 01437530411</i>

1. P R E M E S S A

Su incarico dei sig.ri GENGA FALCIONI IVANA, GENGA FALCIONI LUANA e altri, in conformità alle normative tecniche dettate dal D.M. 14/01/2008, è stata redatta una relazione geologica e sismica relativa al piano urbanistico attuativo del comparto residenziale ST5_P49 (comparto di ricucitura via Guerrieri località Rosciano) ubicato in Fano in via Guerrieri.

La normativa di riferimento è, sinteticamente, la seguente:

- OPCM n. 3274 del 20/03/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica
- OPCM n. 3519 del 28/04/2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”
- D.M. 14/01/2008 – Testo unitario “Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- Circolare n. 617 del 02/02/2009 “Istruzioni per l’applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008”
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici-Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione del territorio nazionale;
- Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale

Lo scopo della presente relazione è quello di fornire un adeguato modello geologico del sito e valutare la stratigrafia dei terreni presenti ricostruendo il loro andamento tramite metodologie proprie del rilievo diretto in campagna ed indagini geognostiche.

Dopo un sopralluogo nell’area in studio, vista la conoscenza stratigrafica dell’area in studio, si è ritenuto di poter fornire un adeguato quadro di sintesi del modello geologico realizzando n. 3 indagini penetrometriche di tipo CPT e DPSH all’interno del comparto, integrate da una misurazione di microtremori HVSR per determinare la classificazione sismica del sottosuolo.

I risultati desunti dalle prove forniranno indicazioni per la ricostruzione di un dettagliato modello geologico stratigrafico che potrà essere utile per i successivi livelli di progettazione.

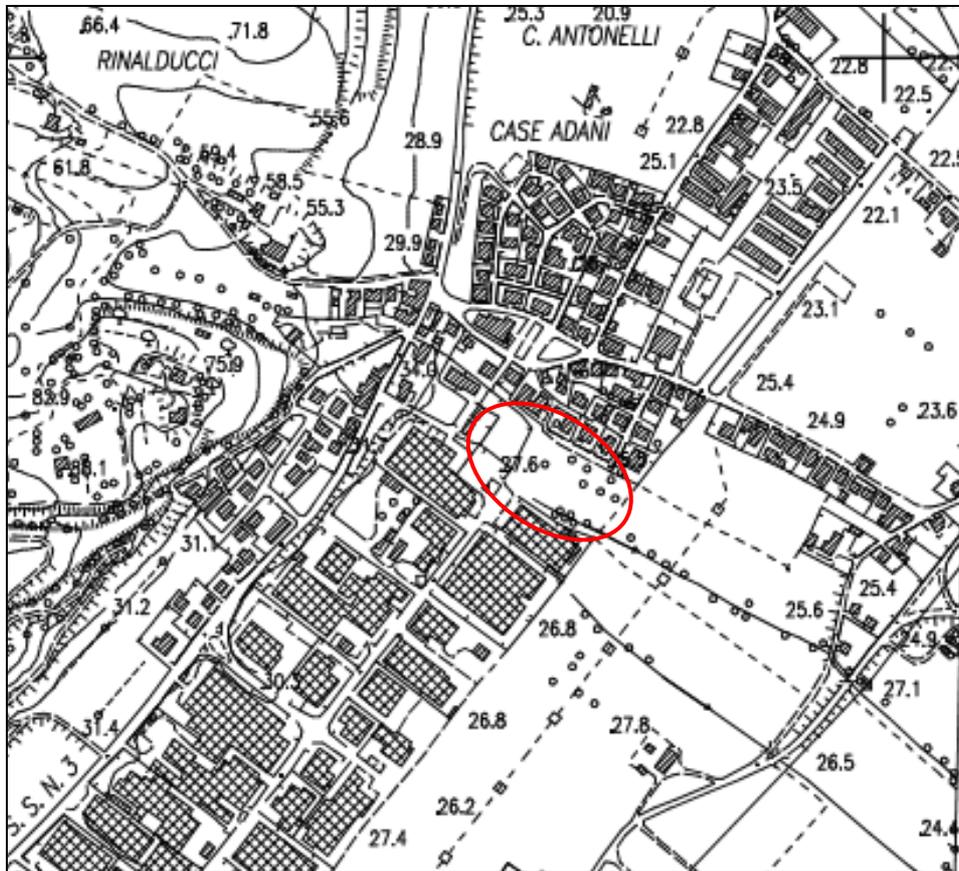
L’ubicazione delle indagini utilizzate è rappresentata in una planimetria allegata alla presente relazione.

Il progetto prevede l’espansione residenziale ripartita su n. 3 lotti con la realizzazione di villette bifamiliari indipendenti organizzate su due piani fuori terra prive di locale interrato area verde e strada di collegamento.

2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO - IDROGEOLOGICO

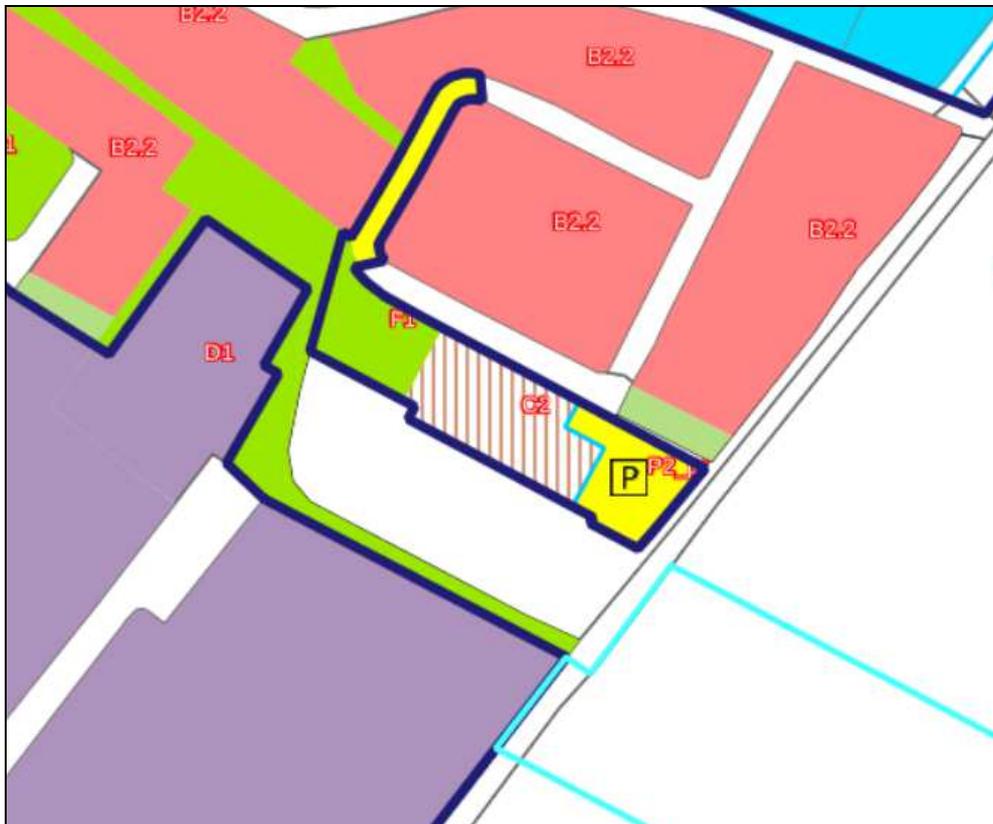
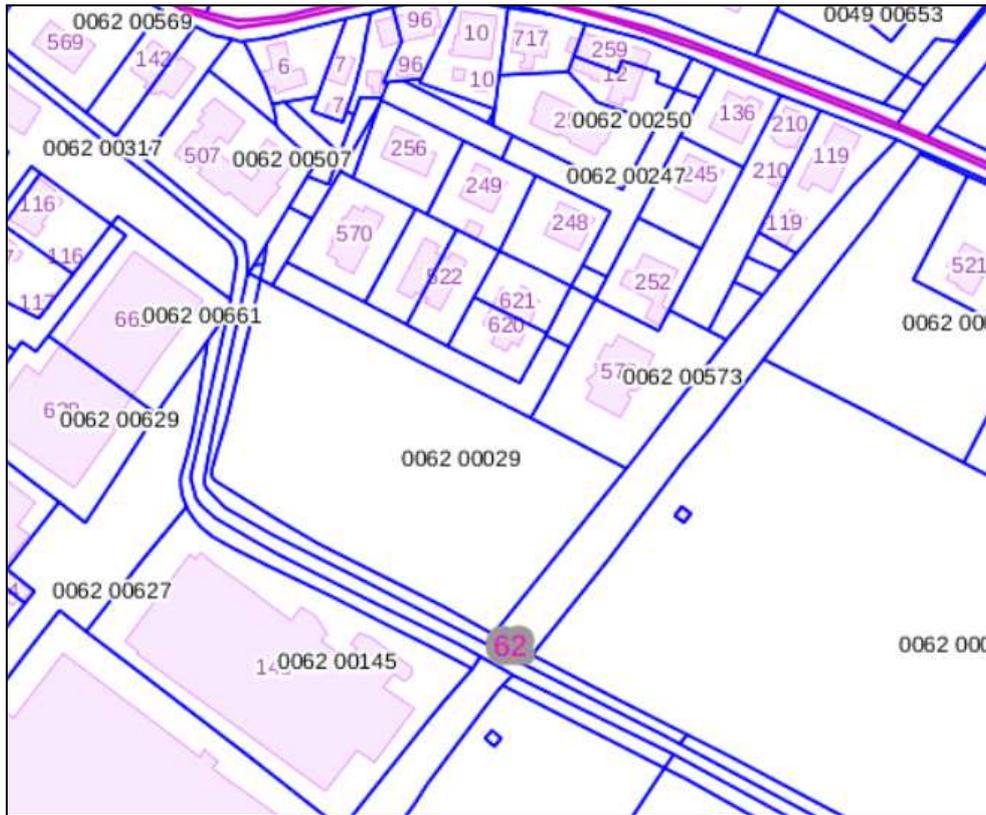
Topografia

L'area in oggetto risulta ubicata nel comune di Fano ad ovest del centro abitato ed è posta ad una quota topografica di in direzione NO in prossimità del confine comunale con Pesaro, è posta ad una quota topografica di 27 mt. circa s.l.m.m., come rappresentato nella allegata corografia ortofotogrammetrica, a scala 1 :10.000, REGIONE MARCHE, foglio 268 (PESARO) sez. n° 268160 - "CARIGNANO"



Carta Tecnica Regionale – sez. 268160 "Carignano"

L'area è compresa tra una zona residenziale già sviluppata, e un'area agricola che confina con un fosso demaniale senza nome tributario del Fosso degli Uscenti. Il comparto ha una superficie complessiva di 3976 mq ed è contraddistinta al catasto terreni al foglio 62 mappale 29 parte.



Stralcio Catastale Stralcio di PRG



Vista dell'area

Geomorfologia e geologia

A seguito di una prima fase conoscitiva tramite rilievi di superficie l'area insiste su terreni quaternari di deposito continentale rappresentati in prossimità della Strada Nazionale Flaminia da alluvioni terrazzate del II ordine, la restante area sul terrazzo del III ordine, sedimentati entrambi dal Fiume Metauro lungo la sua sinistra idraulica e situati ad una altezza di m 26 (T₂) e 21 (T₃) rispetto al livello medio del mare.

I terrazzi alluvionali la cui origine è legata alle oscillazioni climatiche verificatesi durante l'Era Quaternaria ed al sollevamento regionale, rappresentano ripiani morfologici modellati dalla corrente fluviale in seguito ad una successione di episodi di alterna erosione e sedimentazione.

I terrazzi in oggetto sono caratterizzati da una piccola estensione, per quanto riguarda il T₂, che si interrompe in prossimità dei rilievi collinari situati a monte della Strada Nazionale Flaminia, per quanto riguarda il T₃, dove è situata l'area in studio, è caratterizzato da una grande estensione ed uniformità morfologica che si interrompe in prossimità dell'alveo del fiume Metauro per la presenza di alcuni gradoni che lo raccordano dapprima con le alluvioni del IV ordine e successivamente con quelle attuali del letto fluviale.

Il corso d'acqua, orientato in direzione SW-NE, scorre al margine Sud – Orientale della pianura alluvionale quasi ai piedi di una serie di rilievi e dorsali collinari che formano la destra orografica del bacino.

Ai margini dell'area in studio, ai piedi del versante collinare pliocenico, allo sbocco di una vallecchia, è presente una conoide alluvionale di forma a ventaglio determinata dall'espansione libera dei detriti che la compongono.

Per quanto riguarda la natura geologica del bacino idrografico, l'età ed i litotipi del substrato presentano caratteristiche differenti ai due lati delle depressioni; più precisamente lungo la destra orografica affiorano sedimenti pliocenici a facies argilloso-marnoso-sabbiosa, mentre lungo il fianco opposto (sinistra orografica) prevalgono terreni di età mio-pliocenica costituiti da marne, arenarie e talora calcari della formazione dello schlier (Miocene Medio).

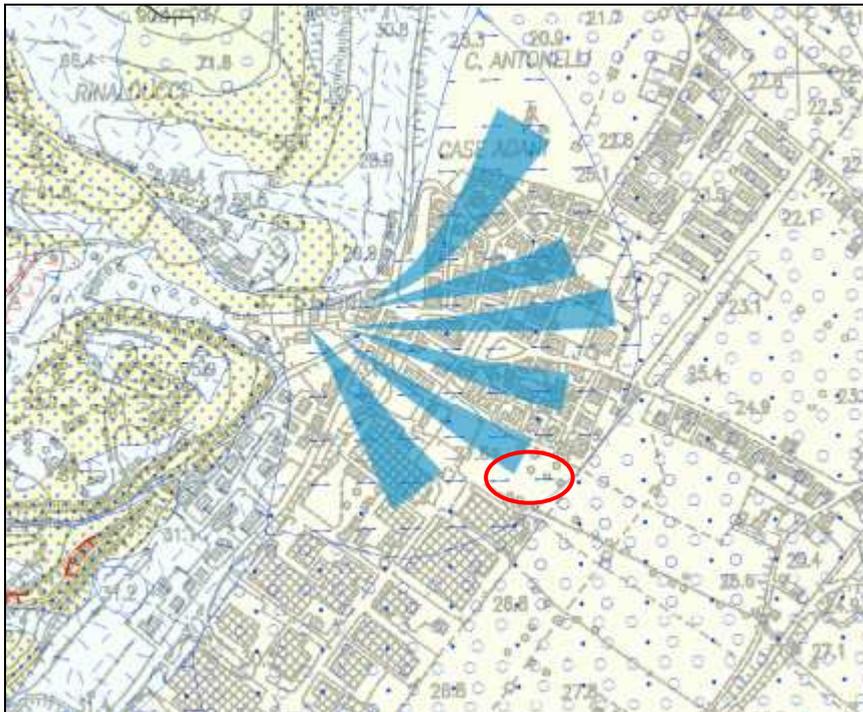
Litologicamente le alluvioni sono formate da ciottoli prevalentemente calcarei ed arenacei provenienti dallo smantellamento delle formazioni Giurassico - Mioceniche della dorsale Appenninica affioranti più a monte del bacino del Metauro.

Tali alluvioni risultano più ghiaiose alla base e presentano verso l'alto frequenti livelli sabbiosi e argillo limosi.

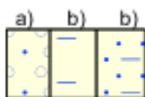
CARTA GEOLOGICA REGIONALE

Edizione CTR

Sezione 268160 "Carignano"



Conoide alluvionale e da debris flow



MT1bn

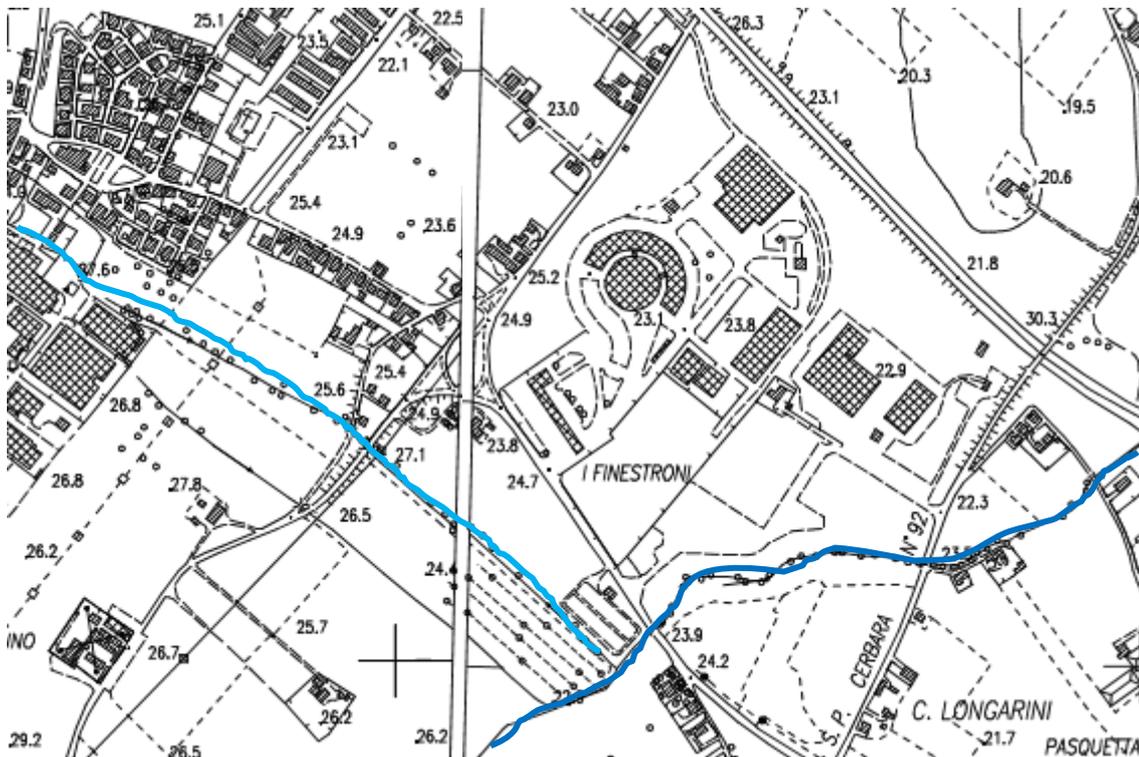
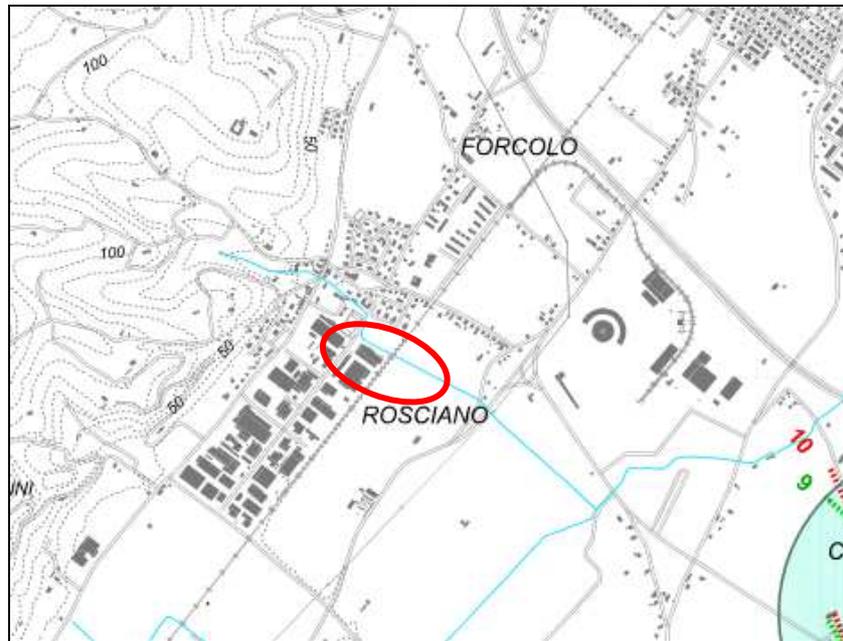
Depositi alluvionali terrazzati

- a) ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi e argille
- b) argille, limi e sabbie associate a subordinate ghiaie

Idrologia e Idrogeologia

L'area è prossima ad un fosso demaniale che scorre rialzato con alti argini tributario del Fosso degli Uscenti.

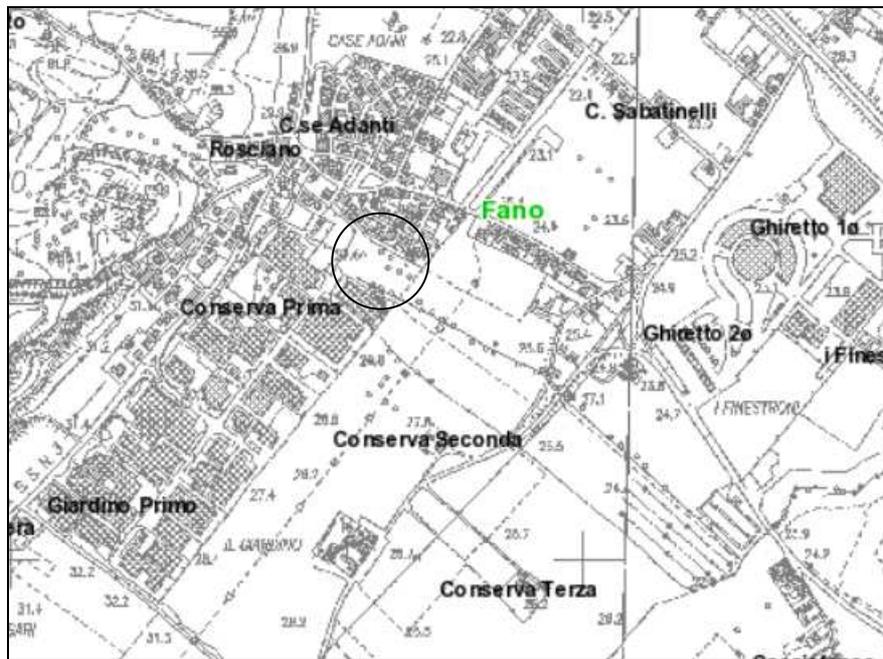
Dallo stralcio della Carta Zone di Rispetto e Protezione Pozzi Comunali l'area non risulta interessata dalle fasce di rispetto e di protezione dei pozzi comunali.



Per quanto riguarda l'idrografia profonda, dall'indagine di campagna eseguita non è stata rilevata la falda freatica che, mediante la misurazione di alcuni pozzi ubicati in prossimità dell'area risulta ubicata all'interno del deposito alluvionale e il suo livello statico è posto alla profondità di 12-13 m. dal p.c.

Analisi del Piano di Assetto Idrogeologico

Il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Marche non individua nell'area in oggetto dissesti in atto o potenziali o aree sottoposte a rischio esondazione.



Stralcio PAI

3. RICOSTRUZIONE DEL MODELLO STRATIGRAFICO

Descrizione e ubicazione delle indagini

La ricostruzione della situazione stratigrafica è stata resa possibile, oltre che da un rilievo geologico di superficie, dall'esame dei risultati ottenuti dalla realizzazione di n. 3 prove CPT/DPSH.

Le indagini penetrometriche sopra indicate sono state eseguite con sonda penetrometrica Pagani TG63 200KN, le caratteristiche strumentali della sonda utilizzata sono di seguito elencate:

Prova DPSH

- *peso del maglio = 63.5 kg*
- *peso asta = 6.3 kg/ml.*
- *sezione della punta = 20 cmq.*
- *altezza di caduta = 75 cm.*
- *angolo punta conica = 90°*
- *avanzamento = 20 cm.*

Prova CPT

- *Diametro punta conica = 35,7 mm*
- *Area di punta = 10 cmq*
- *Superficie manicotto = 150 cmq*
- *angolo punta conica = 60°*
- *passo letture = 20*



Stratigrafia

Viene di seguito descritte le indagini.

PROVA PENETROMETRICA CPT1

da 0.0 mt. a 0.8 mt.	ORIZZONTE A terreno superficiale di copertura vegetale.
da 0.8 mt. a 1.8 mt.	ORIZZONTE B Litologia limoso argillosa e argilloso limosa mediamente addensata.
da 1.8 mt. a 4.4 mt.	ORIZZONTE C Sabbia limosa densa con elementi ghiaiosi fini passanti a ghiaia fine in profondità.

PROVA PENETROMETRICA DPSH2

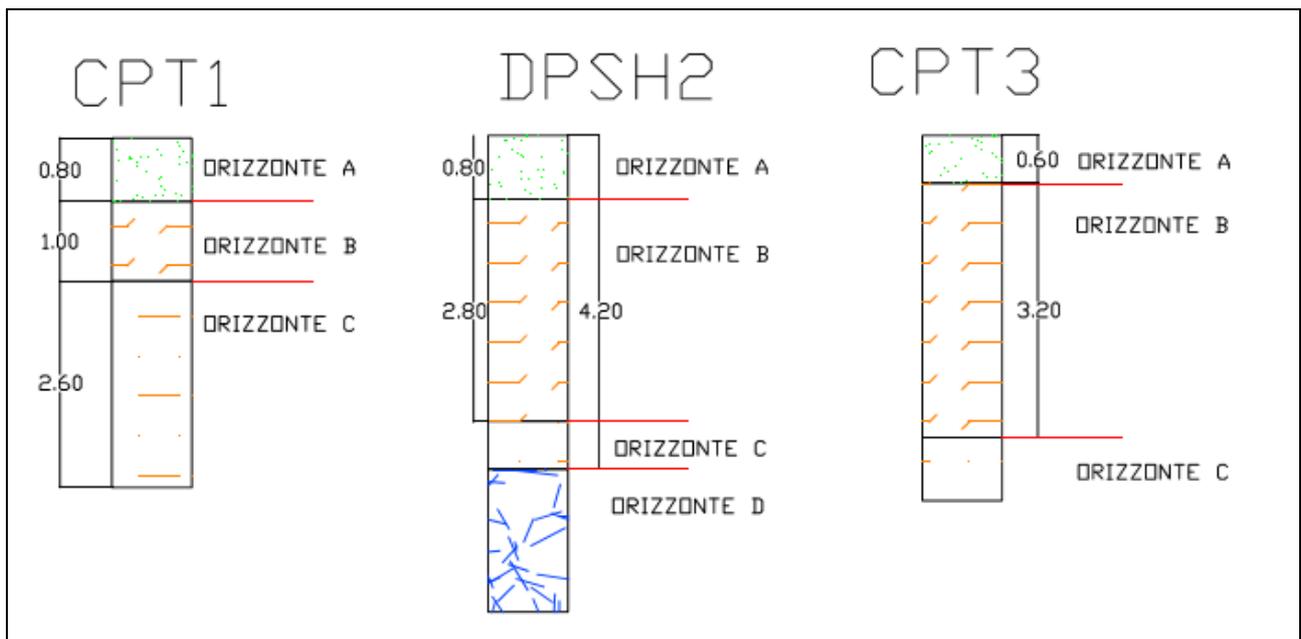
da 0.0 mt. a 0.8 mt.	ORIZZONTE A terreno superficiale di copertura vegetale.
da 0.8 mt. a 3.6 mt.	ORIZZONTE B Litologia limoso argillosa mediamente addensata.
da 3.6 mt. a 4.2 mt.	ORIZZONTE C Sabbia limosa densa con elementi ghiaiosi fini passanti a ghiaia fine in profondità.
da 4.2 mt. a 6.0 mt	ORIZZONTE D Ghiaia fine più addensata in profondità

PROVA PENETROMETRICA CPT3

da 0.0 mt. a 0.6 mt.	ORIZZONTE A terreno superficiale di copertura vegetale.
da 0.6 mt. a 3.8 mt.	ORIZZONTE B Litologia limoso argillosa mediamente addensata, il litotipo presenta livelli sabbiosi in superficie ed alla quota di 2.8-3.2 m.
da 3.8 mt. a 4.6 mt.	ORIZZONTE C Sabbia limosa densa con elementi ghiaiosi fini passanti a ghiaia fine in profondità.

Sulla base dei dati ricavati dalle indagini consultate è stato ricostruito il modello geologico del sito che fornisce indicazioni circa gli spessori nonché l'andamento spaziale dei litotipi riscontrati.

Il terreno oggetto di studio risulta costituito da un primo livello di copertura, di seguito si è riscontrata la presenza di due orizzonti successivi, il primo limoso argilloso, il secondo tendenzialmente sabbioso passante a ghiaia fine in matrice limosa.



4. CONSIDERAZIONI SULLA FATTIBILITA' DEL PROGETTO

Azione sismica

Per la determinazione dei parametri sismici, per la caratterizzazione del sottosuolo e la determinazione delle coltri di copertura si è fatto riferimento ad una indagine di tipo HSVR.



L'area di studio ricade in Zona Sismica 2 con valori convenzionali $a_g = 0.25$.

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, ai sensi del TU sulle Costruzioni D.M. 14/01/2008 (paragrafo 3.2.2 Categorie di sottosuolo), deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie.

Tale classificazione è basata sui risultati della prova Tromografica.

La metodologia adottata prevede la registrazione del microtemore sismico per un tempo di 20 minuti mediante l'utilizzo di un sismografo triassiale a 24 bit denominato Geobox SR04, L'interpretazione della misura permette la determinazione della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo e degli edifici, oltre a stimare in maniera rapida la stratigrafia superficiale e la Vs30, come richiesto dalle normative antisismiche vigenti.

La tecnica maggiormente consolidata per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico generato in un sito, è quella dell'analisi dei rapporti spettrali tra le componenti del moto sismico orizzontali e verticali (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSr o H/V - NOGOSHI E IGARASHI, 1970).

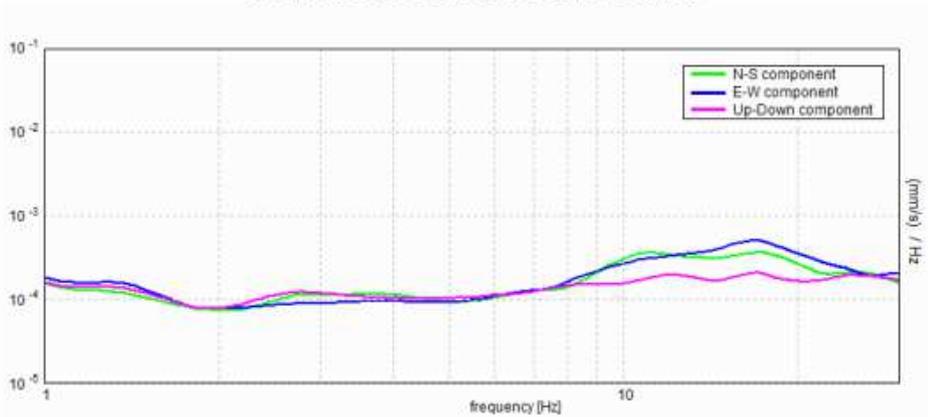
Il codice utilizzato per la creazione di curve H/V sintetiche si basa sulla simulazione del campo di onde di superficie di Rayleigh e Love in sistemi multistrato a strati piani e paralleli (AKI, 1964 - BEN-MENACHEM E SINGH, 1981), considerando che l'onda sismica viene parzialmente riflessa dall'interfaccia che separa due mezzi (litotipi) a rigidità differente, con la determinazione di un contrasto di impedenza.

L'onda riflessa interferisce con quelle incidenti sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza), quando la lunghezza dell'onda incidente è 4 volte (o multipli dispari) lo spessore H del primo strato: la frequenza fondamentale di risonanza F_r relativa alle onde S risulta pari a $F_r = V_S / 4H$.

In questo modo l'esito della misura tromografica, opportunamente calibrato con i risultati delle prove penetrometriche eseguite, fornisce un ulteriore e utile supporto alla ricostruzione del sottosuolo ed alla stima della velocità media delle onde di taglio nel volume di sottosuolo investigato.

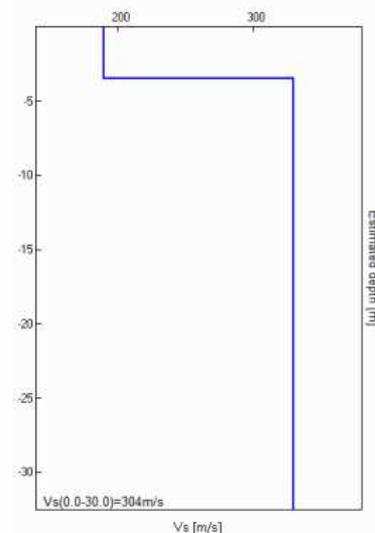
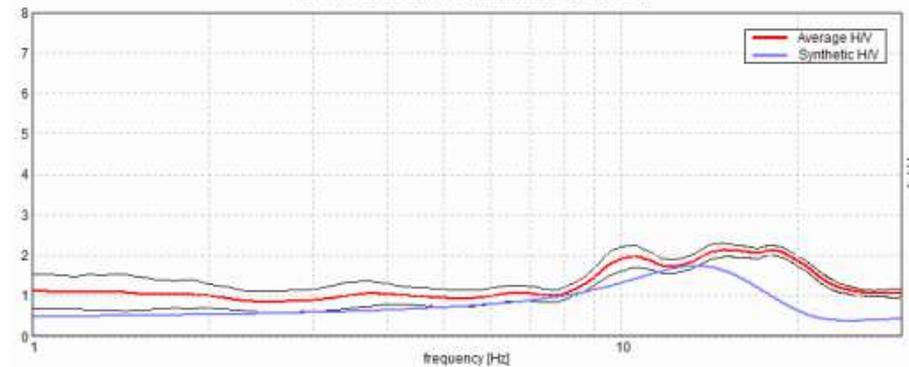
La stima delle frequenze amplificanti del terreno, infine, consente una preliminare valutazione delle eventuali "doppie risonanze" con le tipologie dei manufatti in progetto.

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 15.0 ± 0.37 Hz (nell'intervallo 1.0 - 20.0 Hz)



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
3.50	3.50	190
inf.	inf.	330

$Vs(0.0-30.0)=304m/s$

Dal profilo Vs stimato si rilevano terreni dotati di bassa velocità di propagazione delle onde di taglio fino alla profondità di circa 3,5 metri dal p.c. Oltre tale profondità la velocità di propagazione delle onde di taglio tende a crescere progressivamente con la profondità. Dalle considerazioni esposte e dalla velocità stimata delle onde di taglio nei primi 30 metri di suolo a partire dal p.c. pari a 330 m/sec. è possibile classificare **il sito in esame nella categoria di suolo C (par.3.2.2 NTC 2008).**

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Per quanto concerne eventuali influenze dell'assetto topografico sull'azione sismica le NTC distinguono le categorie sotto riportate.

Tabella 3.2.IV – 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 $i > 30^\circ$

La zona esaminata appartiene ad una CATEGORIA TOPOGRAFICA T1.

Verifica del potenziale di liquefazione

Ai sensi del D.M. 14/01/2008 si vuole prendere in analisi il problema della liquefazione dei terreni. Secondo la definizione data nell'Eurocodice 8, la liquefazione denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino all'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Essa dipende essenzialmente dal grado di addensamento, dalla granulometria e dalla profondità della falda (che deve essere prossima al piano campagna). I terreni in posto sono caratterizzati da spessori variabili di limi sabbiosi e sabbie debolmente cementate, la falda freatica non è stata posizionata con precisione durante l'esecuzione delle indagini.

Non rientrando in nessuna delle eventualità indicate al capitolo 7 paragrafo 7.11.3.4.2 del D.M. 14/01/2008 che permettono l'esclusione della verifica alla liquefazione si è proceduto ad una verifica a 2,0 m dal piano campagna secondo la metodologia di Andrus e Stokoe 1997 che calcola il F_s a partire dal valore della velocità delle onde sismiche. Il calcolo effettuato, con le limitazioni proprie di una simulazione numerica, porta a un coefficiente di sicurezza che esclude il rischio liquefazione alla quota indicata. Di seguito tabulato di calcolo.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE													
(da prove sismiche a rifrazione)													
Metodo semplificato													
Metodo di Andrus e Stokoe (1997) modificato													
PARAMETRI:													
γ	=	1.8	g/cm ³										
σ_{vo}	=	0.36	kg/cm ²										
σ_{vo}'	=	0.96	kg/cm ²										
profondità dello strato considerato	=	200	cm										
profondità falda	=	800	cm										
γ_{H2O}	=	1	g/cm ³										
Pressione neutra	=	-0.6	kg/cm ²										
z	=	2	m										
V_s	=	190											
V_{s1c}	=	200	m/s	FC<5% 220	FC=20% 210								
V_{s1}	=	191.95			FC>35% 200								
M	=	6.0											
MSF	=	2.09	se M<7.5										
	=	1.77	se M>7.5										
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>R=</td> <td>Resistenza al taglio mobilizzata</td> </tr> <tr> <td>T=</td> <td>Sforzo di taglio indotto dal sisma</td> </tr> <tr> <td>FC=</td> <td>Frazione di fine (%) contenuto nella sabbia</td> </tr> <tr> <td>Vs=</td> <td>Velocità dell'onda di taglio S</td> </tr> </table>			R=	Resistenza al taglio mobilizzata	T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma	FC=	Frazione di fine (%) contenuto nella sabbia	Vs=	Velocità dell'onda di taglio S
R=	Resistenza al taglio mobilizzata												
T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma												
FC=	Frazione di fine (%) contenuto nella sabbia												
Vs=	Velocità dell'onda di taglio S												
FORMULE:													
V_{s1}	=	$V_s(1/\sigma_{vo})^{1/2}$											
R	=	$0.03 \cdot (V_{s1}/100)^2 + (0.9 \cdot (V_{s1c} - V_{s1}) - (0.9 \cdot V_{s1c}))$											
T	=	$0.65 \cdot ((a_{max}/g) \cdot (\sigma_{vo}/\sigma_{vo}')) \cdot r_d \cdot 1/MSF$	se M<7.5										
			se M>7.5										
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>a_{max}/g</td> <td>=</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>r_d</td> <td>=</td> <td>0.9847</td> </tr> </table>			a_{max}/g	=	0.25	r_d	=	0.9847		
a_{max}/g	=	0.25											
r_d	=	0.9847											
$F_s=R/T$	>	1		se M<7.5									
				se M>7.5									
RISULTATI:													
			191.95		V_{s1}								
			0.217820205		R								
			0.028733301		$T_{M<7.5}$								
			0.033904377		$T_{M>7.5}$								
			7.580758012		Verificato F_s								
			6.424545211		Verificato F_s								

Valutazione del principio dell'invarianza idraulica

Il progetto in esame è stato sottoposto alla verifica di compatibilità idraulica ed allo studio per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica.

Per la completa disamina si rimanda al fascicolo allegato alla documentazione progettuale.

5. ACCENNI SUL MODELLO GEOTECNICO

Le informazioni contenute nel seguente paragrafo costituiscono una guida per la stesura della relazione geotecnica vera e propria che dovrà essere redatta a corredo del progetto strutturale.

Con la normativa del D.M.14/01/2008 l'analisi del sistema terreno struttura viene trattato con metodi semiprobabilistici e compare il concetto di coefficienti di sicurezza parziali.

I dati seguenti (valori nominali medi e caratteristici) potranno essere utilizzati per la determinazione dei parametri caratteristici nella relazione geotecnica. I principali parametri fisico-meccanici attribuibili ai terreni del sottosuolo vengono dedotti dalle prove considerate utilizzando dati disponibili ed ampiamente documentati dalla letteratura tecnica e scientifica.

I parametri fisico-meccanici sono per i terreni di natura granulare il peso di volume (γ) e l'angolo di attrito (ϕ) e la coesione non drenata (C_u). La definizione del quadro geologico stratigrafico permette una ricostruzione del modello geotecnico.

- A) Terreno superficiale limoso (0,0m -0,8 m) Non parametrizzato
- B) Limi argilloso e argille limose (1.8 m-3.6 m)
- C) Sabbie limose addensate con elementi ghiaiosi fini
- D) Ghiaia

- ORIZZONTE B

$C_{u\text{media}} = 1,53 \text{ Kg/cmq}$

$C_{u\kappa} = 0,85 \text{ Kg/cmq}$

$\phi' = 0$

$\gamma = 2,0\text{-}2,1 \text{ t/mc}$

$E \text{ (mod. edo.) } 500\text{-}530 \text{ Kg/cmq}$

ORIZZONTE C

$\phi_{\text{medio}} = 48^\circ$

$\phi_{\kappa} = 38^\circ$

$\gamma = 1,9\text{-}2,0 \text{ t/mc}$

$E \text{ (modulo edometrico) } 900 \text{ Kg/cmq}$

$C' = 0 \text{ Kg/cmq}$

ORIZZONTE D

$\phi = 45^\circ$

$\gamma = 1,90 \text{ t/mc}$

$E \text{ (modulo edometrico) } 1500 \text{ Kg/cmq}$

$C' = 0 \text{ Kg/cmq}$

6. CONCLUSIONI

Il progetto in esame prevede l'attuazione di un comparto previsto dal PRG in vigore del comune di Fano. Saranno realizzati tre lotti con tipologia d'intervento caratterizzata da villette mono e bifamiliari con due piani fuori terra.

Dopo un sopralluogo nell'area in studio, per fornire un adeguato quadro geologico stratigrafico del sito, sono state realizzate n. 3 indagini penetrometriche di tipo DPSH E CPT.

In relazione ai dati emersi nel corso dell'elaborazione dei risultati ottenuti dal rilievo diretto di campagna e dalle indagini considerate non sono state individuate particolari problematiche di tipo geologico.

L'interpretazione delle indagini ha restituito la presenza di terreni alluvionali a granulometria tendenzialmente fine passanti a litologie granulari più grossolane dalla quota di circa 4,0-4,4 m dal piano campagna attuale. Durante lo svolgimento delle indagini non è stata rilevata la presenza di falda freatica.

Le costruzioni saranno prive di piano interrato ma si consiglia comunque di rimuovere il terreno superficiale nell'area di sedime degli edifici in quanto fortemente rimaneggiato dalla lavorazione agricola, per almeno 80 cm.

L'esame del Piano di Assetto Idrogeologico restituisce un'area libera da potenziali rischi di dissesto.

Le indagini sismiche condotte per la determinazione della Vs30 nel sito sono state eseguite con metodologia HSRV, si è evidenziata una classificazione dei terreni presenti pari a C.

In funzione delle nuove impermeabilizzazioni, per ottemperare a quanto stabilito dalla DGR 53/14, si rimanda al fascicolo allegato per la verifica di compatibilità idraulica e la definizione degli interventi per rispettare il principio dell'invarianza idraulica.

Questo Studio resta a disposizione per la necessaria assistenza tecnica durante la fase esecutiva.

Fano, 23/10/2017

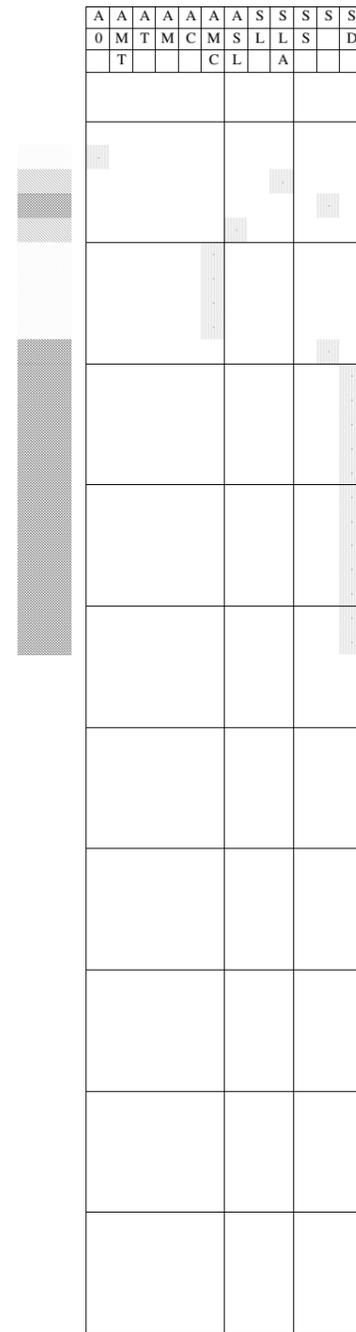
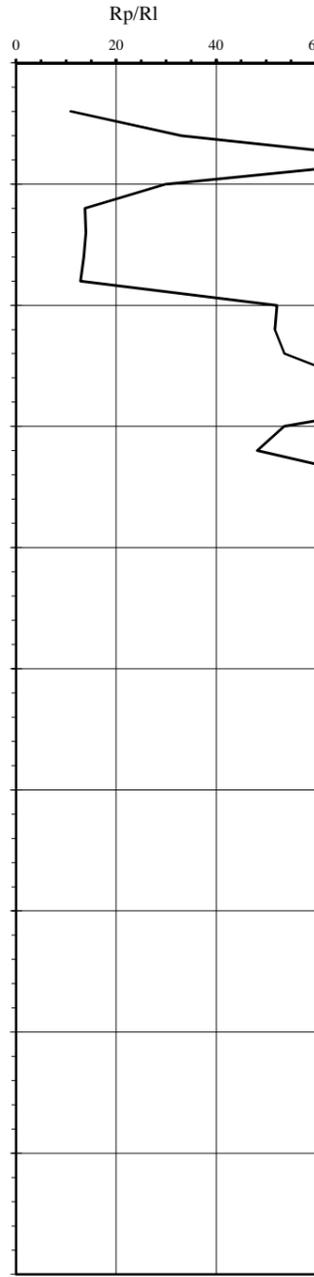
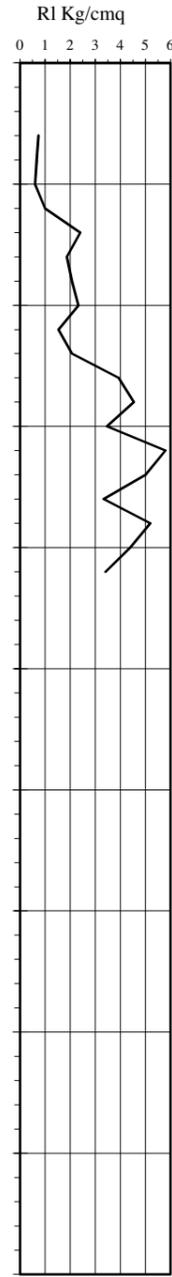
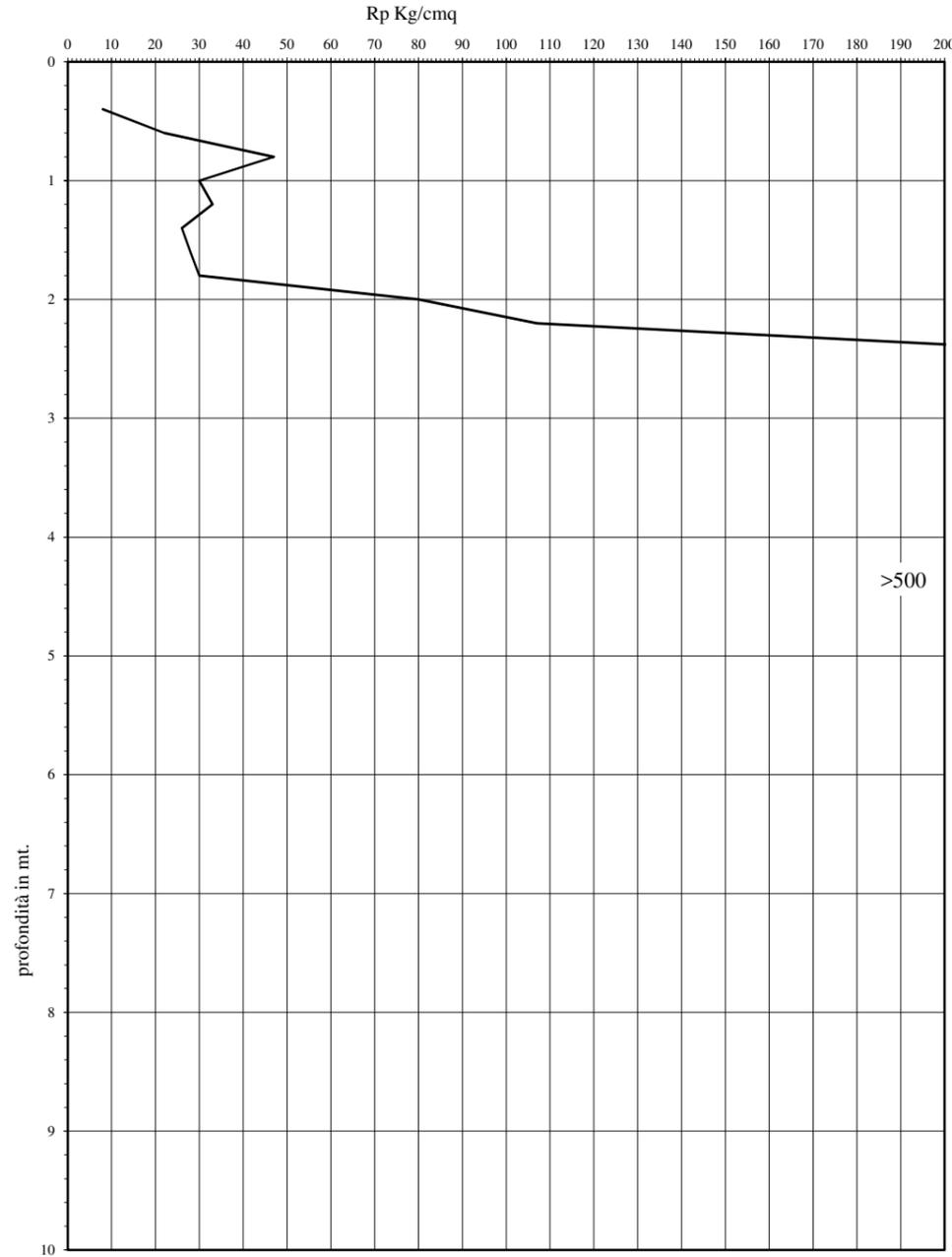
Geol. Laura Pelonghini

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 1
 Cantiere: Rosciano (PU) - Via Guerrieri
 Data: Settembre 2017

Quota inizio: piano campagna
 Liv.falda: assente
 Note:

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



mt.	Rp	RI	Rp/RI	ϕ°	Dr	Cu Kg/cmq	Nspt
0.2							
0.4	8		10.91	/	/	0.4	/
0.6	22	0.73	33.00	/	/	/	5.5
0.8	47	0.67	78.33	35	0.42	/	11.75
1	30	0.60	30.00	/	/	1.5	/
1.2	33	1.00	13.75	/	/	1.65	/
1.4	26	2.40	13.93	/	/	1.3	/
1.6	28	1.87	13.55	/	/	1.4	/
1.8	30	2.07	12.86	/	/	1.5	/
2	80	2.33	52.17	38	0.50	/	20
2.2	107	1.53	51.77	39	0.57	/	26.75
2.4	211	2.07	53.64	46	0.83	/	52.75
2.6	300	3.93	66.18	51	1.05	/	75
2.8	282	4.53	81.35	50	1.01	/	70.5
3	311	3.47	53.62	52	1.08	/	77.75
3.2	241	5.80	48.20	48	0.90	/	60.25
3.4	231	5.00	69.30	47	0.88	/	57.75
3.6	335	3.33	64.42	53	1.14	/	83.75
3.8	301	5.20	68.41	51	1.05	/	75.25
4	376	4.40	110.59	56	1.24	/	94
4.2	428	3.40					
4.4	500						

Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione

Verifica alla liquefazione
 magnitudo di 6 g
 accelerazione massima al suolo 0,25 g
 (Seed et al. 1985)

coefficiente di sicurezza

Cu media Kg/cmq | 1.29 | 54.692 | Nspt media n. colpi

Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta
 Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

Legenda:

- argilla
 - sabbia limoso argillosa
 - sabbia
- AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
 AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
 AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
 SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
 SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefacibile

cantiere: Rosciano (PU)-Via Guerrieri
quota inizio: piano campagna data: Settembre 2017
prof. falda: assente

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE

DPSH 2

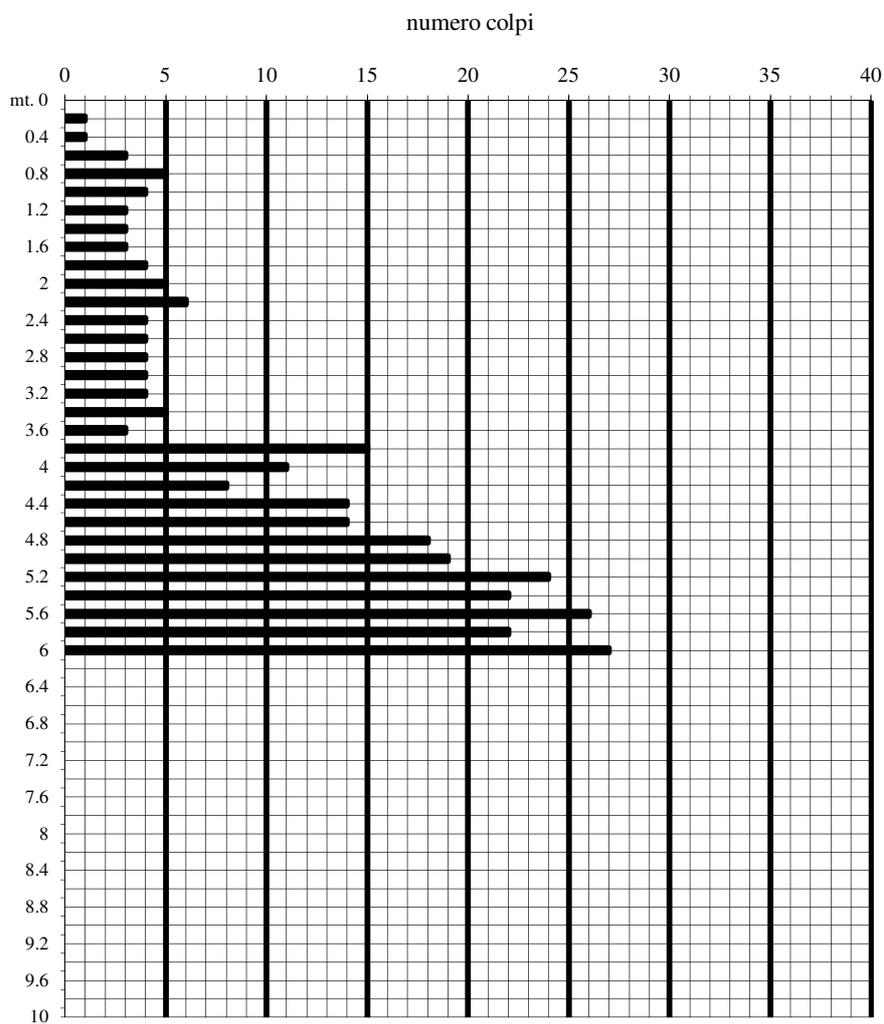
Penetrometro dinamico pesante tipo "Emilia" :

Peso maglio:63.50 Kg.

Caduta maglio:75cm.

Sezione punta:20cmq.

Peso aste:6.20Kg/ml.

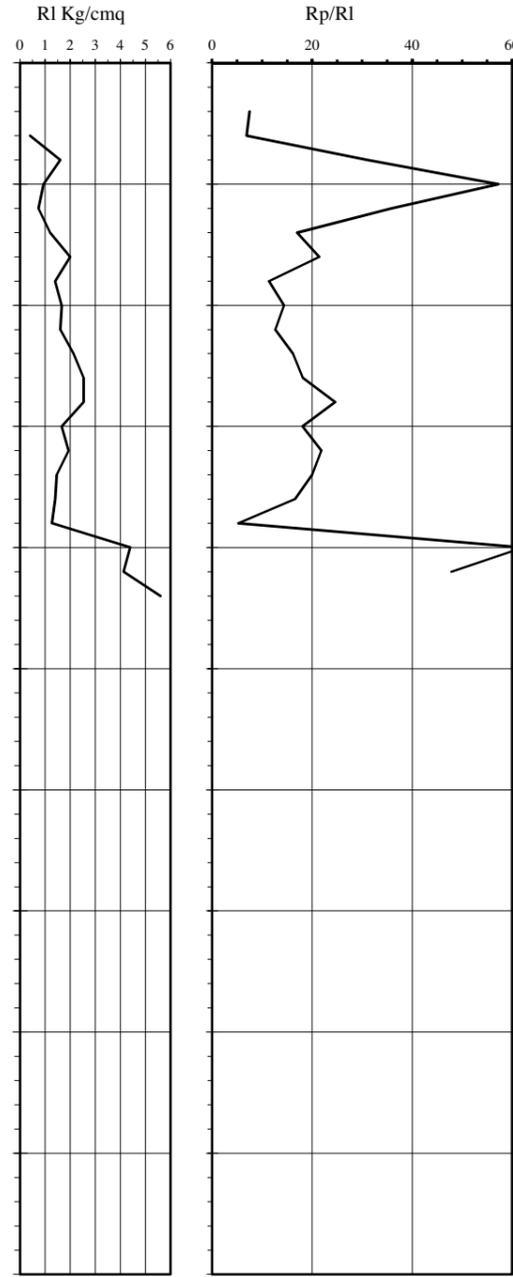
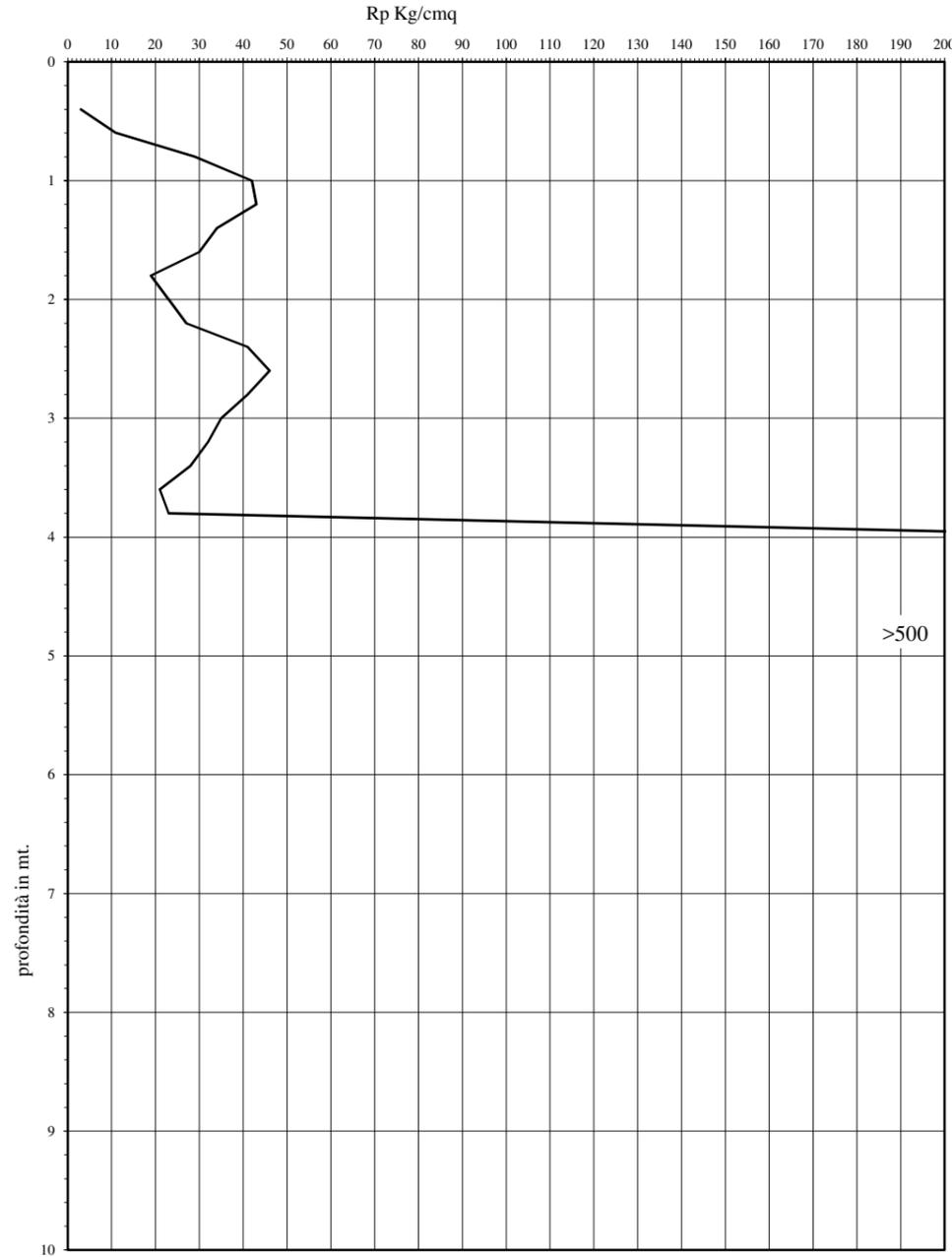


Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 3
 Cantiere: Rosciano (PU) - Via Guerrieri
 Data: Settembre 2017

Quota inizio: piano campagna
 Liv.falda: assente
 Note:

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



mt.	Rp	RI	Rp/RI	ϕ°	Dr	Cu Kg/cmq	Nspt
0.2							
0.4	3		7.50	/	/	0.15	/
0.6	11	0.40	6.88	/	/	0.55	/
0.8	29	1.60	31.07	/	/	1.45	/
1	42	0.93	57.27	35	0.41	/	10.5
1.2	43	0.73	35.83	/	/	/	10.75
1.4	34	1.20	17.00	/	/	1.7	/
1.6	30	2.00	21.43	/	/	1.5	/
1.8	19	1.40	11.40	/	/	0.95	/
2	23	1.67	14.38	/	/	1.15	/
2.2	27	1.60	12.66	/	/	1.35	/
2.4	41	2.13	16.18	/	/	2.05	/
2.6	46	2.53	18.16	/	/	2.3	/
2.8	41	2.53	24.60	/	/	2.05	/
3	35	1.67	18.10	/	/	1.75	/
3.2	32	1.93	21.82	/	/	1.6	/
3.4	28	1.47	20.00	/	/	1.4	/
3.6	21	1.40	16.58	/	/	1.05	/
3.8	23	1.27	5.23	/	/	1.15	/
4	257	4.40	62.18	49	0.94	/	64.25
4.2	268	4.13	47.86	49	0.97	/	67
4.4	375	5.60					
4.6	500						

Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione

Verifica alla liquefazione
 magnitudo di 6 g
 accelerazione massima al suolo 0,25 g
 (Seed et al. 1985)

coefficiente di sicurezza

Cu media Kg/cmq 1.38 38.125 Nspt media n. colpi

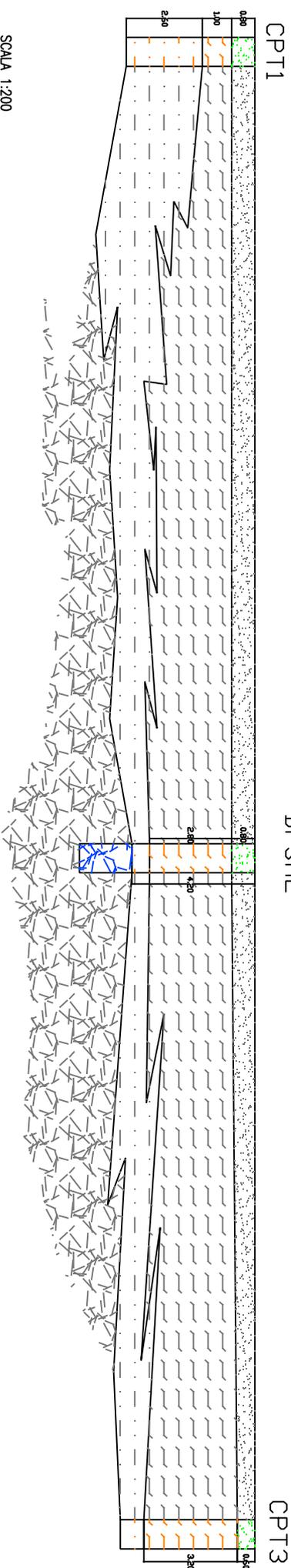
Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta
 Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

Legenda:

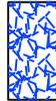
- argilla
- sabbia limoso argillosa
- sabbia
- AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
- AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
- AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
- SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
- SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefacibile

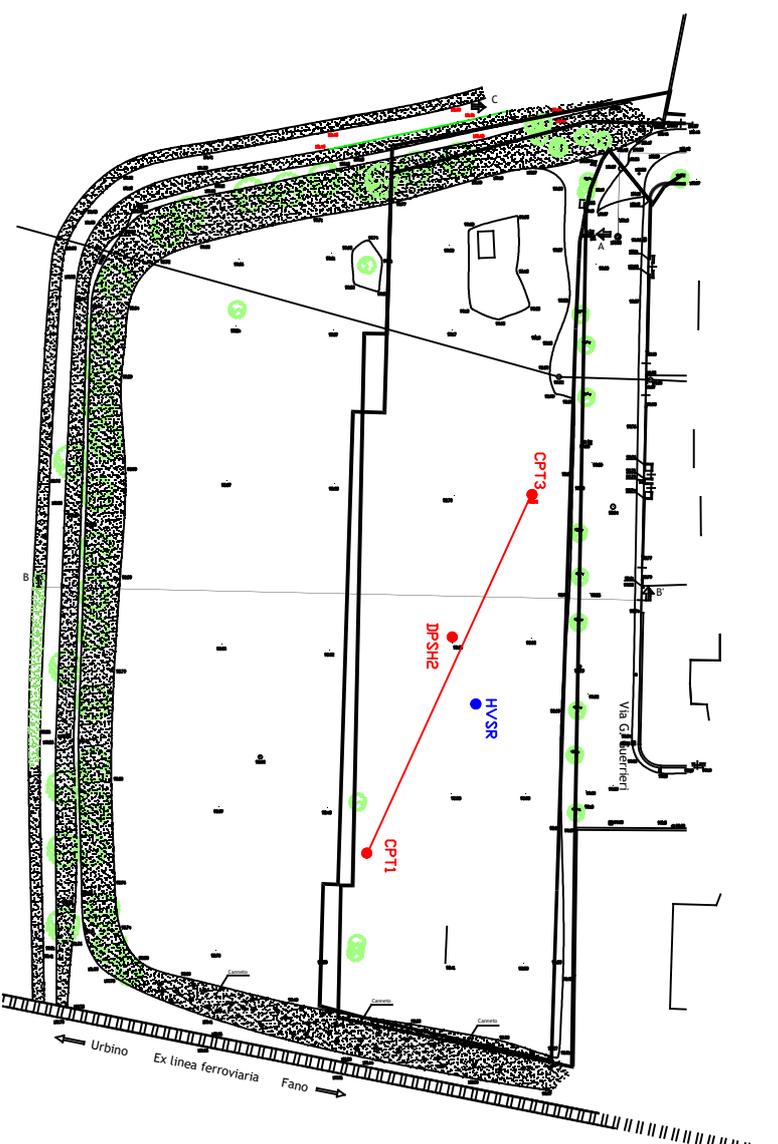
SEZIONE STRATIGRAFICA



SCALA 1:200

-  SABBIA LIMOSA ADDENSATA
-  TERRENO SUPERFICIALE
-  LIMO ARGILLOSO
-  GHIAIA LIMOSA E SABBIA GHIAIOSA

UBICAZIONE INDAGINI





INTERGEO s.r.l. - **Servizi Geologici**

Strada Acquasalata, 9 47899 Serravalle - RSM

Codice Operatore Economico - SM21197

Tel. 333 2208376

www.intergeosm.com - mail: info@intergeosm.com

Località:

Rosciano (PU) - Via Guerrieri

Oggetto:

Indagine sismica passiva a stazione singola HVSR

Data:

Settembre 2017

Premessa

Il giorno 27/09/2017 a Rosciano (PU) - Via Guerrieri è stata eseguita un'indagine sismica passiva a stazione singola al fine di stimare il profilo della velocità delle onde di taglio (V_s) per fornire la categoria di suolo di fondazione, secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (2008), ex DM 14/09/2005;

Strumentazione utilizzata e modalità esecutive

La misura di microtremore ambientale è stata effettuata per mezzo di un registratore sismico mostrato in figura 1.



Fig. 1

Il registratore è composto da una terna di velocimetri, i quali trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore.

Lo strumento è stato posizionato correttamente (tramite bolla sferica e piedini regolabili) sul terreno; inizia l'acquisizione dei microtremori: i modi di vibrare del terreno vengono amplificati, convertiti in forma digitale, organizzati e salvati su una memoria digitale. Successivamente i dati vengono trasferiti nel PC dove, mediante il codice di calcolo Grilla appositamente sviluppato, vengono analizzati ed elaborati come mostrato in seguito.

Procedura di analisi dati per stazione singola H/V

Dall'elaborazione della registrazione del rumore sismico ambientale, è stata ricavata la curva H/V (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO) (Pag. 4).

Il grafico H/V TIME HISTORY (Pag. 4) mostra le “finestre temporali” analizzate per l'elaborazione della curva H/V e permette di individuare eventuali finestre di disturbo all'interno di una registrazione.

Il grafico DIRECTIONAL H/V (Pag. 4) rappresenta la proiezione del HVSR lungo le diverse direzioni, da 0° a 180° in senso orario, dove 0° rappresenta la direzione del Nord segnato sullo strumento (da 180° a 360° i risultati sono simmetrici). Questo permette di vedere se una componente orizzontale prevale sull'altra: cioè se la media HVSR riceve più il contributo da parte di un componente orizzontale.

In seguito, il grafico SINGLE COMPONENT SPECTRA (Pag. 5), mostra l'andamento delle singole componenti nelle tre direzioni (N-S_E-O_Verticale).

In base alle conoscenze stratigrafiche, utilizzando la curva H/V, è stato possibile realizzare su di essa un modello sintetico di Vs (EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V) (Pag. 5) seguendo inoltre le linee guida Sesame, 2005 (Pag. 6).

Infine viene calcolata la velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di terreno ai sensi di legge (Norme Tecniche per le Costruzioni 2008, ex DM 14/09/2005) con la seguente formula:

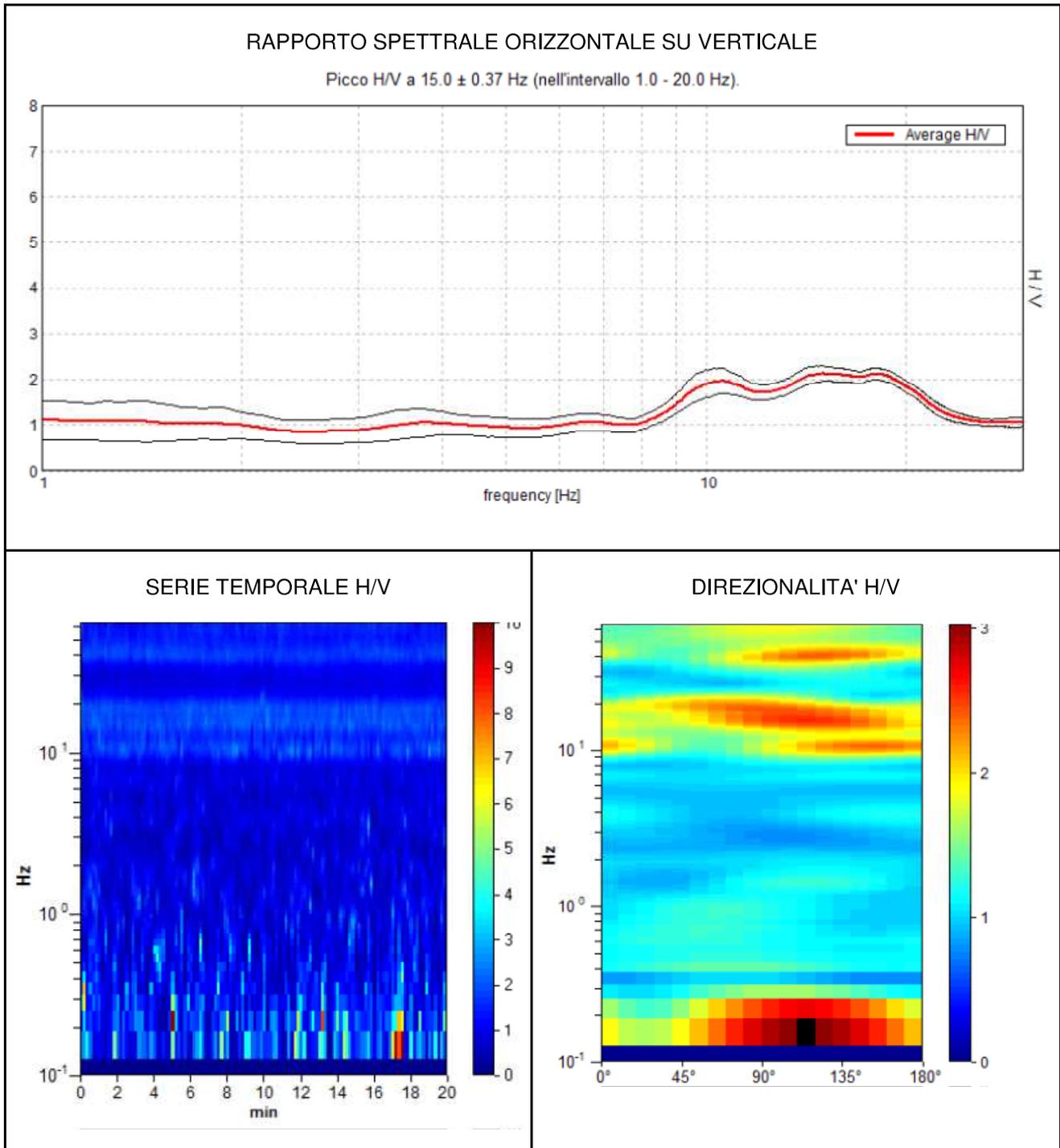
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

dove h_i e V_{s_i} sono spessori e velocità dei singoli strati.

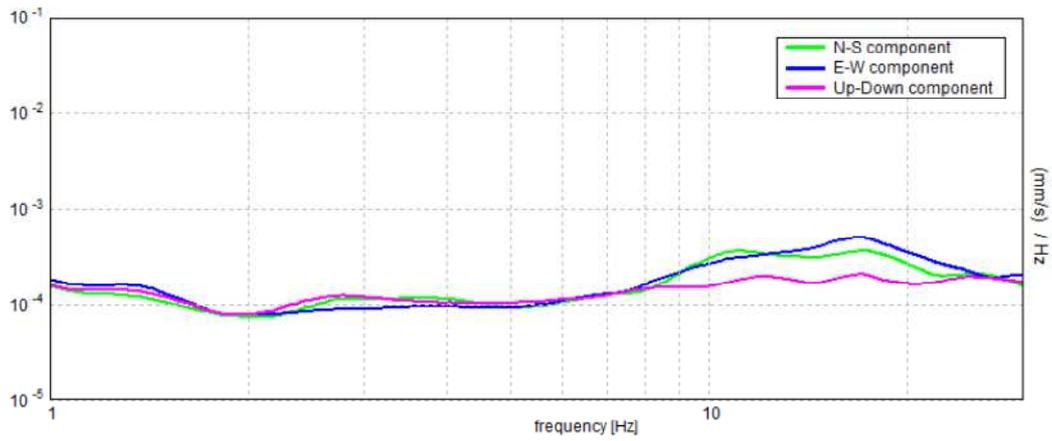
ROSCIANO - VIA GUERRIERI

Inizio registrazione: 27/09/17 11:54:46 Fine registrazione: 27/09/17 12:14:47
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS: 43.816989 – 12.993768

Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 10 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 20%

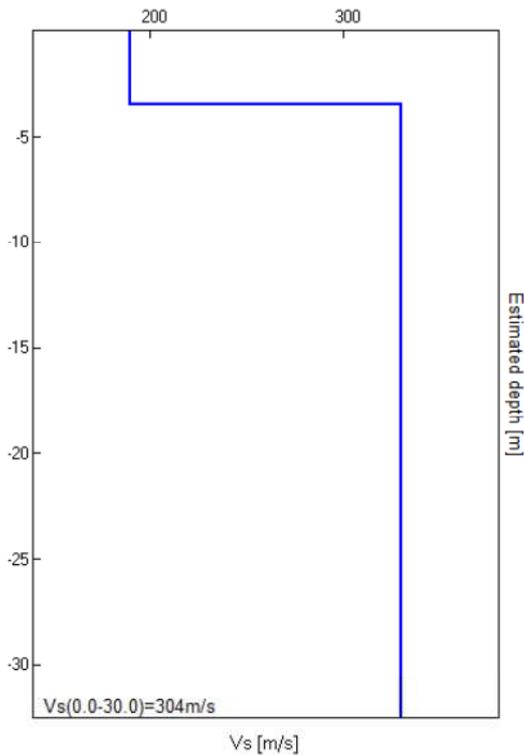
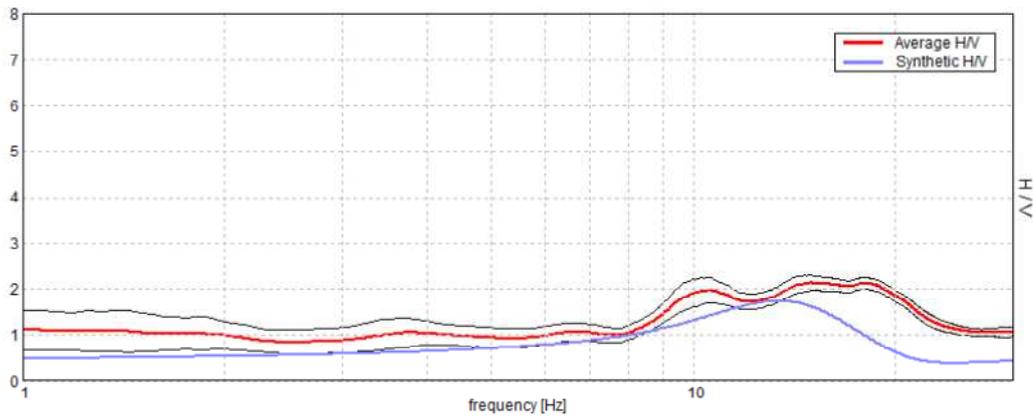


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 15.0 ± 0.37 Hz (nell'intervallo 1.0 - 20.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
3.50	3.50	190
inf.	inf.	330

$V_s(0.0-30.0)=304\text{m/s}$

Picco H/V a 15.0 ± 0.37 Hz (nell'intervallo 1.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$15.00 > 1.00$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$18000.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 361	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.0 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	26.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.13 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0124 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.18601 < 0.75$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0838 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

According to the Sesame, 2005 guidelines.

Con la determinazione delle onde di taglio V_s i terreni indagati vengono inseriti in una delle seguenti categorie di sottosuolo (N.T.C. 2008_Tabella 3.2.II e Tabella 3.2.III):

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Dall'analisi dell'indagine si può affermare che il sito è caratterizzato dalle seguenti velocità delle onde di taglio (V_{s30}):

profondità di calcolo	V_{s30} m/sec.	Categoria di suolo
0,00-30,00mt.	304	C
1,00-31,00mt.	311	C
2,00-32,00mt.	318	C
3,00-33,00mt.	326	C
4,00-34,00mt.	330	C