

3					
2					
1					
0	09/01/2015	Emissione	G. Mariotti	A. Albini	L. Capponi
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO

REGIONE DELL'UMBRIA
PROGRAMMA PAR FSC
2007-2013 AZIONE III.1.1.

**A.T.I. nn 1 e 2
dell'Umbria**



PROGETTO PRELIMINARE

Committente

UMBRA ACQUE S.p.A.

Via G. Benucci 162 – 06135 Perugia

Progetto

RIORDINO DEL SISTEMA DI DEPURAZIONE NEL COMUNE DI CITTA' DELLA PIEVE
SOSTITUZIONE LAGUNA AERATA CON IMPIANTO A FANGHI ATTIVI



Oggetto

**INDAGINI GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E
ARCHEOLOGICHE PRELIMINARI E SULLE
INTERFERENZE**

Elaborato N°

D

COD. DOCUMENTO

1 4 0 7 2 E P D 1 0 1

REV.

0

FOGLIO

1 DI 1

SCALA

PROGETTISTI

Dott. Ing. Luigino Capponi
Per. Ind. Augusto Albini
Dott. Ing. J. Giorgio Mariotti
Dott. Chim. Enrico Minelli

UMBRA ACQUE S.P.A.

Il Responsabile del Procedimento
Dott. Ing. Marino Burini

PREMESSA

E' stato eseguito uno studio per verificare le caratteristiche geologiche e stratigrafiche dei terreni interessati dal progetto in esame.

Lo studio è svolto nell'ambito del PROGETTO PRELIMINARE di "RIORDINO DEL SISTEMA DI DEPURAZIONE NEL COMUNE DI CITTA' DELLA PIEVE SOSTITUZIONE LAGUNA AERATA CON IMPIANTO A FANGHI ATTIVI".

Per la caratterizzazione dei terreni si è fatto riferimento alle indagini geognostiche realizzate e ai dati ed informazioni pregressi.

Sono stati realizzati:

- N°2 prove penetrometriche statiche;
- n°1 sondaggio meccanico a conservazione di nucleo;
- n°3 SPT nei fori di sondaggio;
- n°1 prelievo di campione indisturbato;
- installazione di un piezometro;
- n°1 tipo MASW.

L'indagine è stata redatta a norma del D.M. 14.01.08.

Normativa di riferimento:

- AGI: "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".
- Istruzioni relative alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione". Circ. Ministero LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio n°3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- D.L. n°152, 3 aprile 2006 "Norme in materia ambientale".
- Ordinanza PCM n°3519 del 28 aprile 2006 "Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- D.L. n°4, 16 gennaio 2008 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006 n.152, recante norme in materia ambientale".
- Decreto ministeriale (infrastrutture) 14 gennaio 2008, "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare 2 febbraio 2009 , n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".

Lo studio è così articolato:

1.0	ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	4
1.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO TETTONICO	4
1.2	ASSETTO GEOLOGICO LOCALE	5
1.3	ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE	6
1.4	ASSETTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO.....	7
2.0	CARATTERIZZAZIONE SISMICA: DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	10
2.1	PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO	16
2.2	STRATEGIA DI PROGETTAZIONE.....	17
2.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	17
2.4	CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	20
2.5	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	20
2.6	SPETTRI DI RISPOSTA	20
2.7	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE.....	20
3.0	INDAGINI GEOGNOSTICHE	21
3.1	SONDAGGIO A CONSERVAZIONE DI NUCLEO	22
3.2	INDAGINI PENETROMETRICHE	23
3.3	LABORATORIO GEOMECCANICO	24
3.4	PARAMETRIZZAZIONE STRATIGRAFICA, GEOTECNICA E SISMICA	25
4.0	TERRE E ROCCE DA SCAVO	26
5.0	CONCLUSIONI	27
	CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA IGM.....	28
	PRG CITTA' DELLA PIEVE	29
	PARTE STRUTTURALE	29
	ESTRATTO CARTA GEOLOGICA.....	29
	ESTRATTO CARTA GEOMORFOLOGICA	30
	ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA.....	31
	ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA'	32
	ESTRATTO CARTA SINTESI RISCHIO IDRAULICO	34
	E IDROGEOLOGICO	34

1.0 ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO TETTONICO

L'area di studio, ricade nella parte meridionale della fascia di transizione tra due diversi bacini regionali di sedimentazione ed in particolare tra:

- i sedimenti in facies Toscana (marina pliocenica),
- ed i sedimenti della facies Umbra.

La facies Toscana è deposta ad W della direttrice Val di Chiana ad Orvieto, la facies Umbra caratterizza le aree disposte ad E della congiungente i massicci Perugini (M. Malbe e M. Tezio) ed il Monte Peglia.

Le fasi tettoniche principali che hanno interessato l'area, così come tutto l'Appennino Centrale, sono principalmente due.

La prima fase compressiva relativa al sollevamento appenninico, con i fronti di sovrascorrimento Cervarola-Falterona-Trasimeno, disposti in senso meridiano (N-S), durante la quale, probabilmente nel Tortoniano, si è avuto l'accavallamento della falda toscana sul dominio umbro, con formazione di pieghe e sovrascorrimenti.

La seconda fase "distensiva", con direttrice strutturale orientata prevalentemente in direzione appenninica (NNW-SSE), ha caratterizzato le fasi tettoniche plio-pleistoceniche. In tale momento le deformazioni avrebbero favorito il formarsi di horst e graben (blocchi rialzati e ribassati), dislocati lungo il sistema delle faglie dirette.

Questa ultima fase è responsabile:

- dell'instaurarsi del dominio marino verso ovest, testimoniato dai depositi ingressivi della serie pliocenica di Città della Pieve-Fabro-Ficulle (Jacobacci et Alii, 1970; Ambrosetti et Alii, 1977-1978);
- Verso Est dalla sedimentazione di depositi continentali in facies lacustre e fluviolacustre dell'antico Lago Tiberino (Lotti, 1926; Merla, 1938; Albani 1962).

L'evoluzione paleogeografia può essere sintetizzata come segue. Durante il Pliocene Medio Superiore la linea di costa del mare era orientata in direzione NW-SE. Il mare occupava le attuali valli del F. Chiani e del Paglia e nel Pliocene, in corrispondenza del territorio tra Città della Pieve e Monteleone d'Orvieto. Qui si depositava un'ampia conoide deltizia, costituita ed alimentata dai sedimenti fluviali trasportati dal Nestore. Uno spartiacque orientato in senso appenninico (NNW-SSE) delimitava il bacino del paleo-Nestore da quello dei corsi d'acqua afferenti il futuro Lago Tiberino.

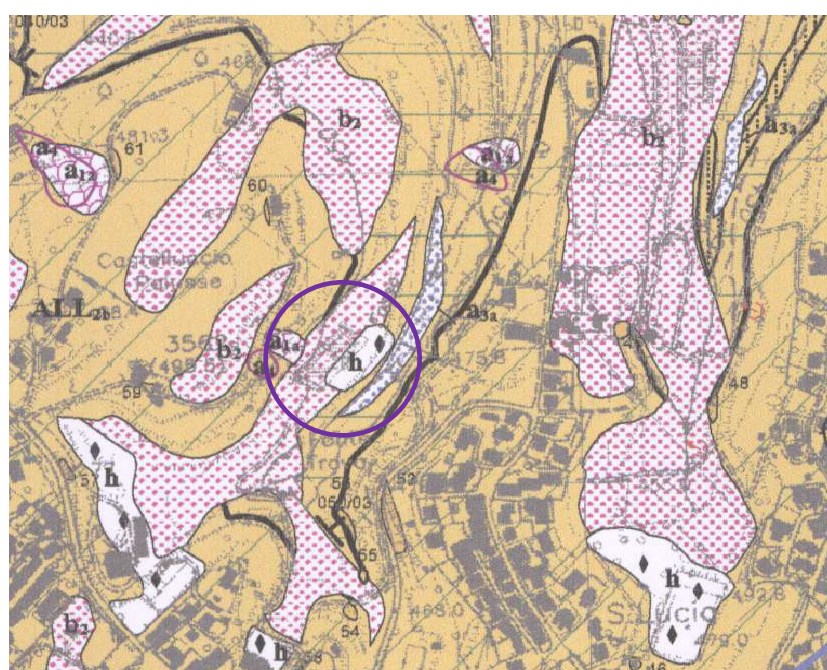
Nel Plio-Pleistocene la zona occidentale è in sollevamento e tale evento provoca l'emersione progressiva del delta pievese ed il suo contemporaneo basculamento verso NE. Nel Pleistocene inferiore il mare si è completamente ritirato dall'intera area. "Cattuto et Alii, 1988".

1.2 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

L'esame della Carta Geologica, redatta dal Servizio Geologico della Regione Umbria, mostra che il sito di progetto è posto su di un versante in cui affiorano depositi continentali di diversa natura e granulometria. In particolare ci si trova laddove le coltri terrigene, caratterizzate da depositi essenzialmente fini (da argillosi a limoso sabbiosi) e scarsamente addensati, sono posti a copertura della Litofacies di Madonna della Sanità (sintema di Allerona SubSintema di Città della Pieve (Successione Supersintema della Val di Chiana) di Tavernelle-SuperSintema Tiberino).

La Litofacies di Madonna della sanità (ALL2b) è costituita da conglomerati carbonatici arrotondati, con rari livelli limosi e resti vegetali (Età Pliocene).

Nell'area Nella carta geologica regionale (foglio 322010), a monte dell'area di interesse e lungo una scarpata, è anche censito un piccolo movimento franoso.

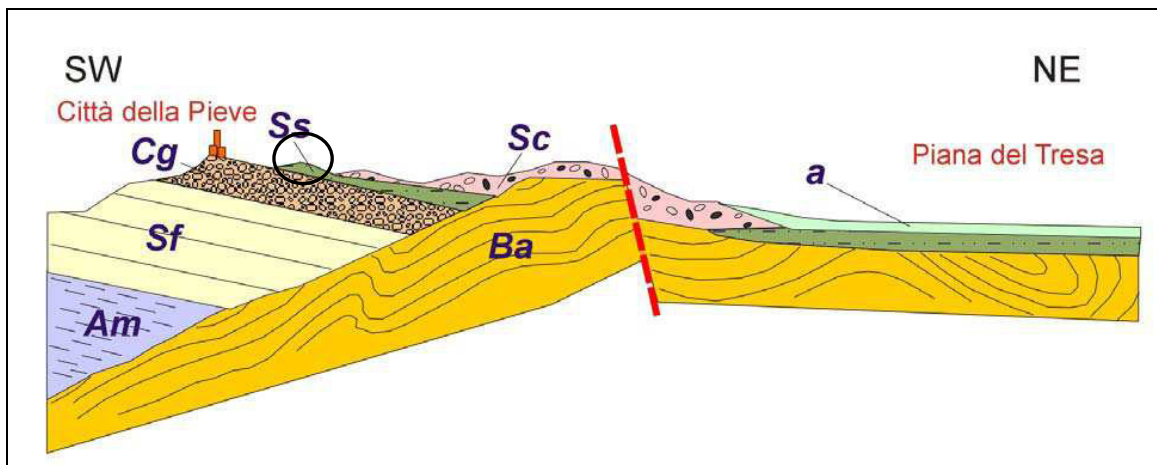


- Depositi antropici - h: Depositi caotici eterometrici. Olocene
- Depositi di frana - a1: accumuli di frammenti eterometrici che riflettono le caratteristiche dei terreni rimobilizzati. Olocene
- Detriti di falda - a3: accumuli di frammenti eterometrici angolosi scarsamente addensati e cementati. Olocene
- Coltri eluvio colluviale - b: sedimenti limoso sabbiosi scarsamente addensati e cementati. Olocene

Sintema di Allerona – Subsintema di Città della Pieve

- Litofacies di Panicale - ALL2: breccie in matrice sabbiosa, sub angolose con alcuni elementi sub arrotondati a composizione esclusivamente arenacea, proveniente dalla Formazione del Macigno. Pliocene?
- Litofacies di Madonna della Sanità - ALL2: Conglomerati prevalentemente carbonatici arrotondati a supporto di matrice. Rari livelli mosi con resti vegetali. Presenza di fossili marini. Pliocene Medio
- Litofacies di Madonna delle Grazie - ALL2: sabbie fini ben addensate di colore ocreo con livelli conglomeratici di spessore variabile, con fossili di ambiente marino. Pliocene Medio

Nella sezione schematica è evidenziata l'area di interesse ed illustrato l'assetto stratigrafico delle coperture e tettonico del sito.



Legenda: **a** :alluvioni recenti. **Sc**: sedimenti continentali antichi (Litofacies di Meleto SFAc) **Ss**: sedimenti salmastri (Litofacies di Caselunghe SFAb) **Cg**: conglomerato di chiusura del ciclo deltizio (Litofacies di Madonna della Sanità ALL2b). **Sf**: sabbie di prodelta (Litofacies di Madonna delle Grazie ALL2a). **Am**: argille marine (Litofacies Fabro-Alviano ALL1) **Ba**: basamento pre-pliocenico (Arenarie Torbiditiche "Macigno" MAC e Scaglia Toscana STO). *Tratto da Relazione geologica strutturale a corredo PRG di Città della Pieve*

1.3 ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE

Il paesaggio si caratterizza per la morfologia prettamente collinare, che contraddistingue un ampio contesto, compreso tra Piegara e Città della Pieve.

Si tratta dell'alta valle del Nestore, che risulta caratterizzata da un sistema di poggi che non supera quasi mai la quota dei 500 m. slm..

I rilievi collinari si caratterizzano per le aree sommitali sostanzialmente pianeggianti, ma anche per le profonde incisioni con cui il sistema idrografico ha segnato la topografia.

Il paesaggio si caratterizza in particolare per la copertura forestale molto ricca, rappresentata dai boschi dell'Alta Valle del Nestore, contesto riconosciuto come Sito di Interesse Comunitario. Tra le macchie boschive si ritagliano lembi di suolo coltivati a seminativo.

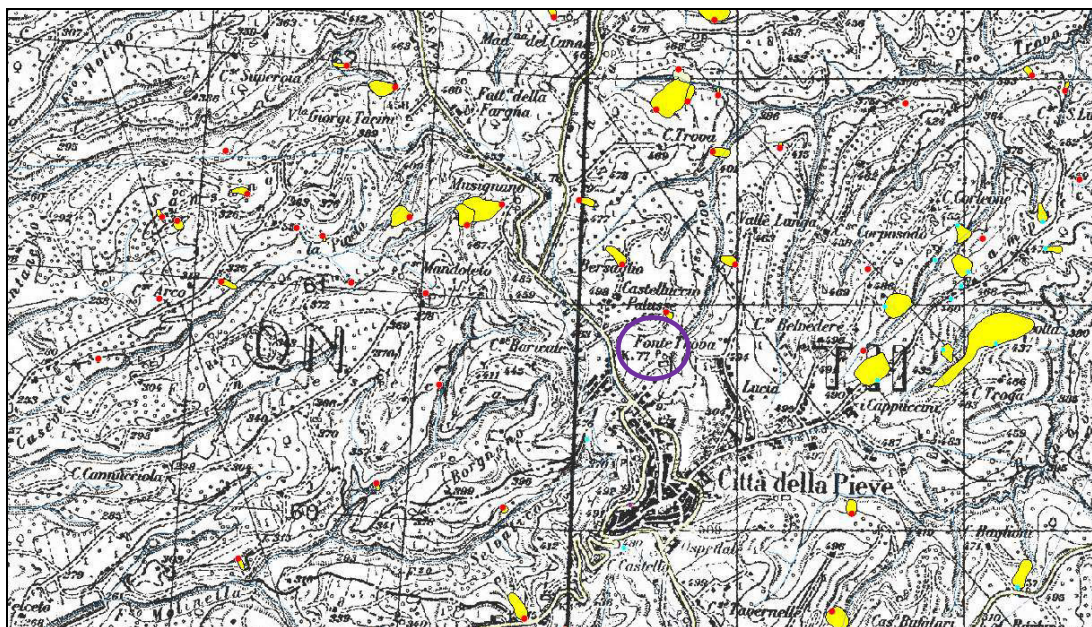
Il centro abitato di Città della Pieve, è posto su un rilievo collinare, che domina sulla valle circostante.

L'area di interesse è posta a Nord-Est del capoluogo ad una quota altimetrica di circa 440 m. slm.

Il terreno è qui blandamente degradante (7°- 8°) verso l'impluvio, denominato F.so della Trova, che nasce poco a monte dall'omonima Fonte della Trova.

L'esame delle cartografie sia del PRG sia dell'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (IFFI) mostra che non sono noti fenomeni di dissesto che interagiscono con il sito.

La carta PRG riporta una piccola frana a monte del depuratore esistente, che non interferisce assolutamente con il sedime delle opere di progetto.



Nell'inventario dei movimenti franosi italiani (Inventario IFFI) non sono censiti movimenti franosi che interessano l'area oggetto di studio.

1.4 ASSETTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

L'area di studio ricade nel bacino del già citato Fosso della Trova, che nasce circa 200 m. a monte dall'omonima Fonte.

Il Fosso della Trova è affluente in sinistra idrografica del F.so di Moiano, il quale scorre con direzione Sud-Nord verso il bacino del Trasimeno.

All'arrivo nella pianura, in prossimità dell'abitato, il F.so di Moiano termina "naturalmente" nel T. Tresa, che alimenta il Lago di Chiusi, ma nei secoli, per permettere l'ampliamento del bacino idrografico del Trasimeno, sono state eseguite opere di derivazione del fosso Moiano, convogliandolo in un canale artificiale pensile affluente del canale dell'Anguillara.

A quanto noto ed anche alla luce delle differenze di quota, si può affermare che il sito di progetto non è a rischio per fenomeni di esondazione.

L'alternanza di depositi a differente granulometria, rende il fenomeno dell'infiltrazione diretta non omogeneo su tutta l'area di Città della Pieve.

A complicare il quadro sono poi intervenute le modifiche antropiche, che nel corso dei secoli hanno ridotto le superfici permeabili in tutta la porzione più elevata del Colle di Città della Pieve.

Presso Moiano, Palazzolo e San Litardo i dati in possesso hanno evidenziato la presenza di acquiferi mediamente produttivi con profondità compresa tra 10-20 m..

In generale sono infine presenti locali forme di saturazioni che si evidenziano con la presenza di eventi sorgentizi, tra cui la già citata Fonte della Trova.

Il sondaggio effettuato ha mostrato la presenza di orizzonti saturi a circa 5 m. dal p.c., in corrispondenza di livelli con modesta componente limo-sabbiosa al di sopra delle argille consistenti.

La potenzialità di tali orizzonti è sicuramente molto ridotta, ma si dovrà comunque tener conto della possibilità che in fase di scavo e di realizzazione delle opere siano intercettati livelli saturi.



Regione Umbria: Carta dei regimi delle acque.

VINCOLO IDROGEOLOGICO



Zone Vincolate

Fonte: Regione Umbria
Servizio Informatico/Informativo: geografico
ambientale e territoriale
Cartografia PUT L.R. 27/2000 Tav. N.° 44

Anno: 2000



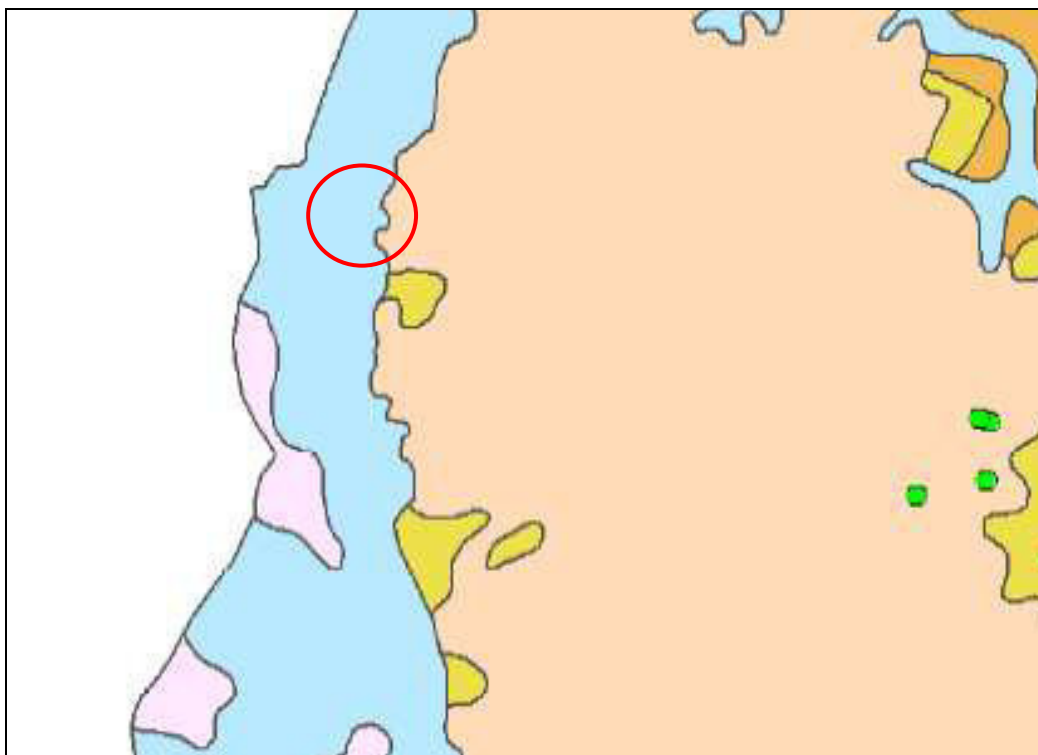
Regione Umbria
Direzione Politiche Territoriali, Ambiente e Infrastrutture
Servizio Geologico e Sismico
Piazza Partigiani 1, 06100 Perugia
Tel. 0755041
geologia@regione.umbria.it

CARTA IDROGEOLOGICA DELLA REGIONE UMBRIA

Cartografia tematica realizzata su sistema GIS con database dei punti d'acqua

SCALA 1:100,000

A. Boscherini, R. Checcucci, G. Natale, N. Natali
(Servizio Geologico e Sismico Regionale)



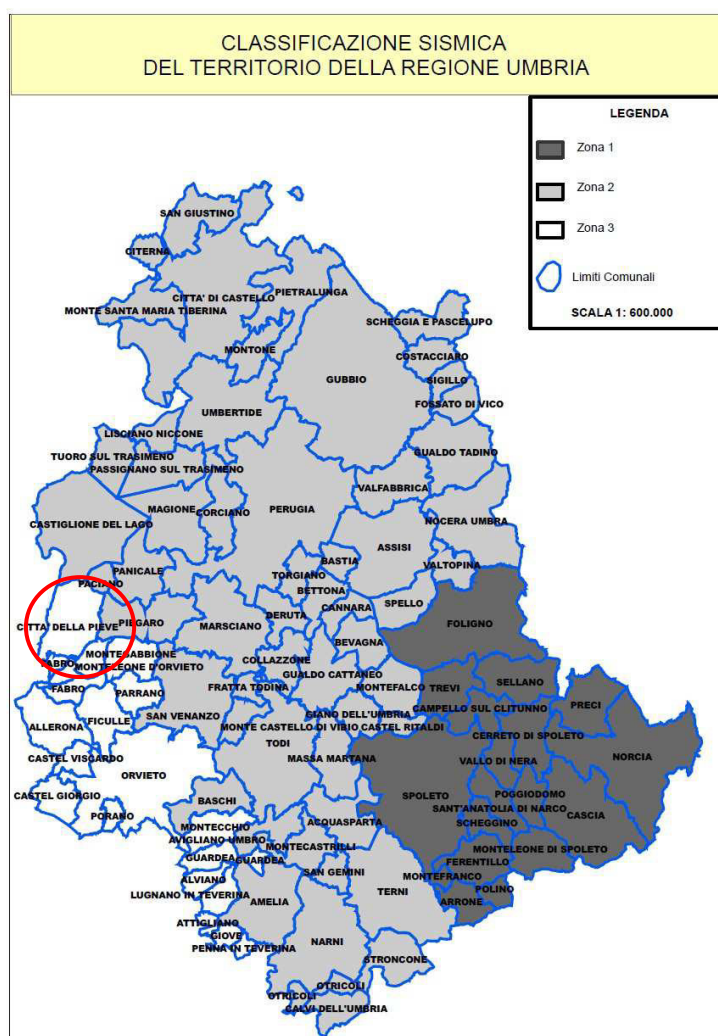
Depositi marino-salmastri, a granulometria fine (Pliocene-Pleistocene)



Sabbie e conglomerati poligenici anche di facies deltizia. A luoghi sono presenti arenarie grossolane organogene. Affiorano al tetto della successione marina regressiva, sono ben visibili e tipici gli affioramenti di Città della Pieve, Parrano, Baschi. Sono sede di acquiferi di importanza locale. Sono depositi permeabili per porosità, più raramente anche per fratturazione. La produttività dei pozzi è ridotta e raramente raggiunge 1 l/s.

2.0 CARATTERIZZAZIONE SISMICA: DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Gli effetti locali prodotti da eventi sismici assumono una diversa rilevanza in funzione della sismicità di base del territorio comunale e della relativa accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. Il Comune di Città della Pieve, ai sensi della D.G.R. del 18 settembre 2012, n. 1111 "Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria", ricade in zona sismica 3.



Regione Umbria: Classificazione sismica

Il valore di a_g , espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare nella zona sismica II è compreso tra 0.05g e 0.15g.

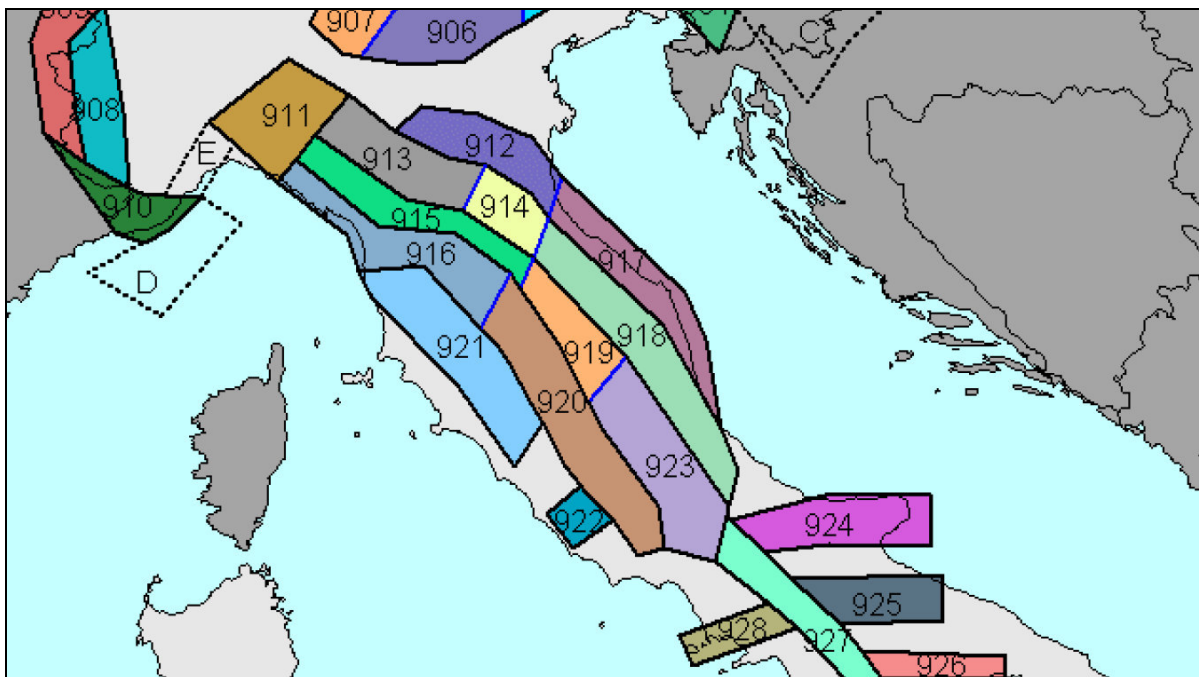


Figura 1: Zone Sismiche

Il valore di M_w massimo per la zona in esame, ricadente nella ZS “Appennino Umbro 920”, è di 6.37 così come tratto dal rapporto redatto dal Gruppo di Lavoro MPS (Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici).

Di seguito un estratto del CPTI11 da cui si evince la distribuzione dei principali terremoti in territorio umbro.

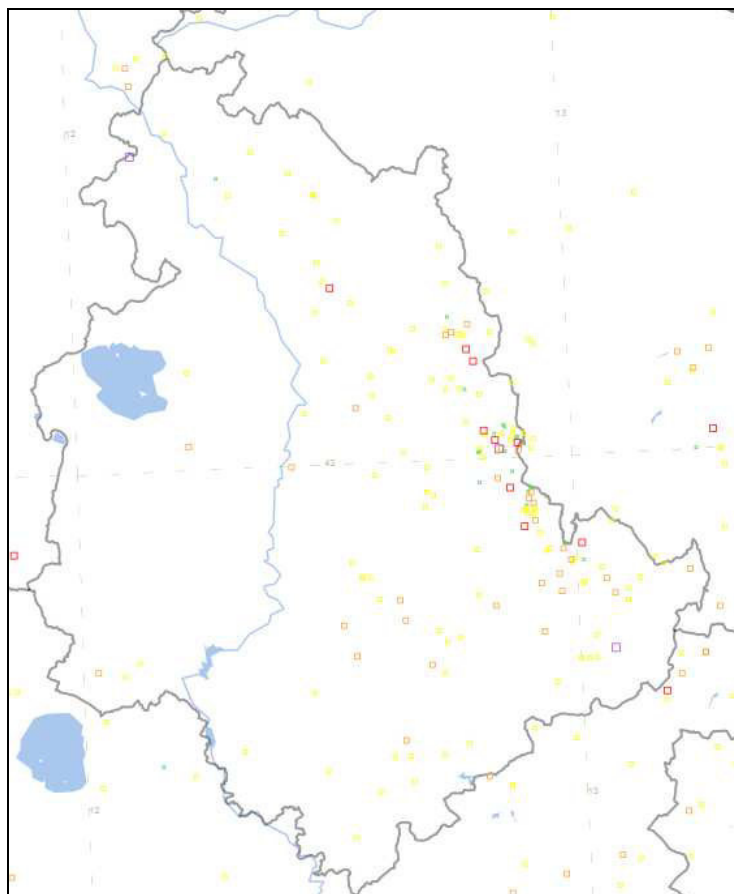
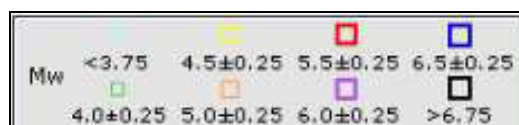


Figura 2: CPTI11 Catalogo parametrico dei terremoti italiani 2011 (Dal 1900 al 2006)



Il catalogo è stato costruito con la serie storica dei terremoti italiani, di cui si riporta l'estratto tabellato per la Città di Città della Pieve (DBMI11).

Storia sismica di Città della Pieve [42.952, 12.004]

Numero di eventi: 28

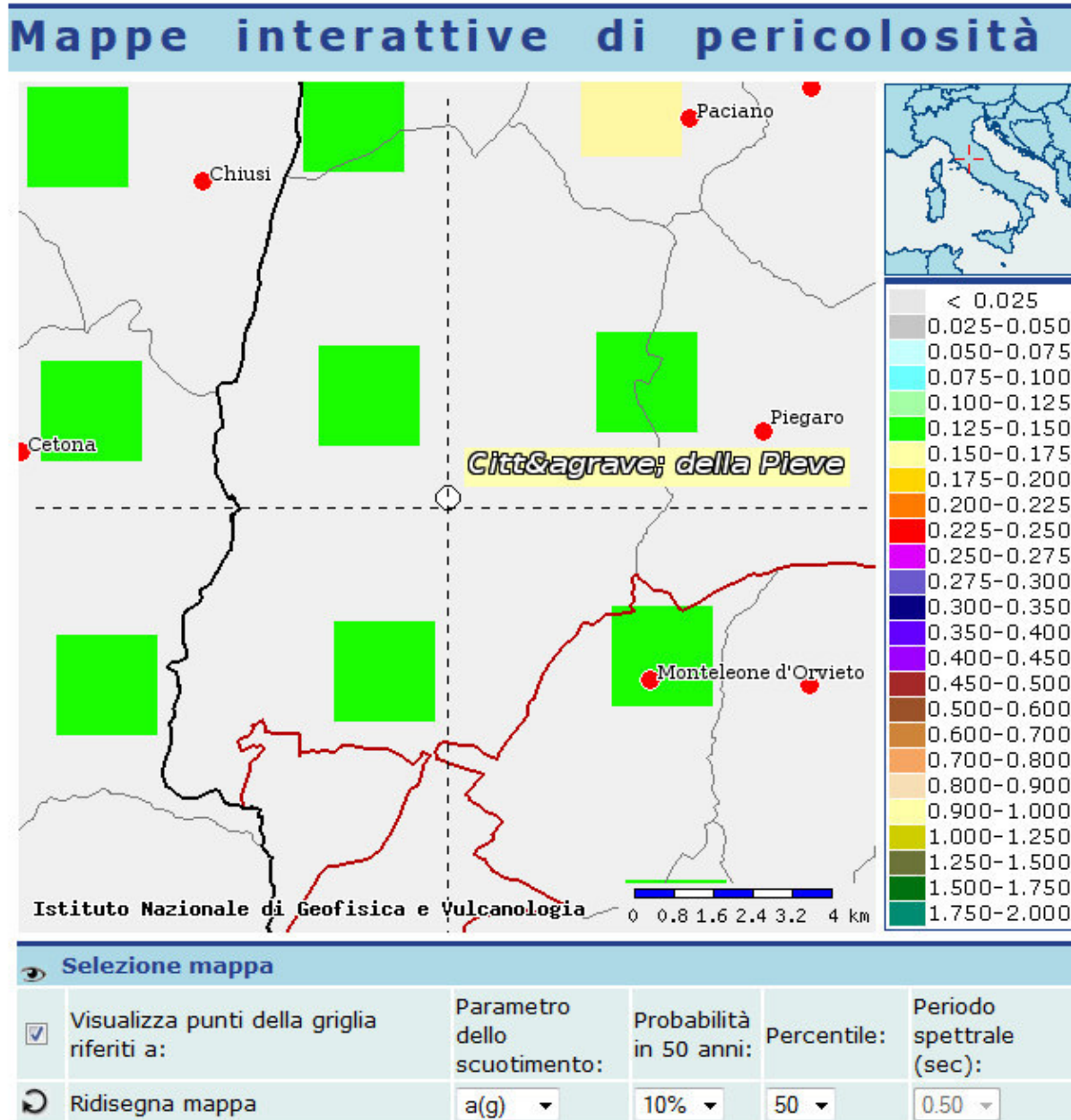
Effetti

In occasione del terremoto del:

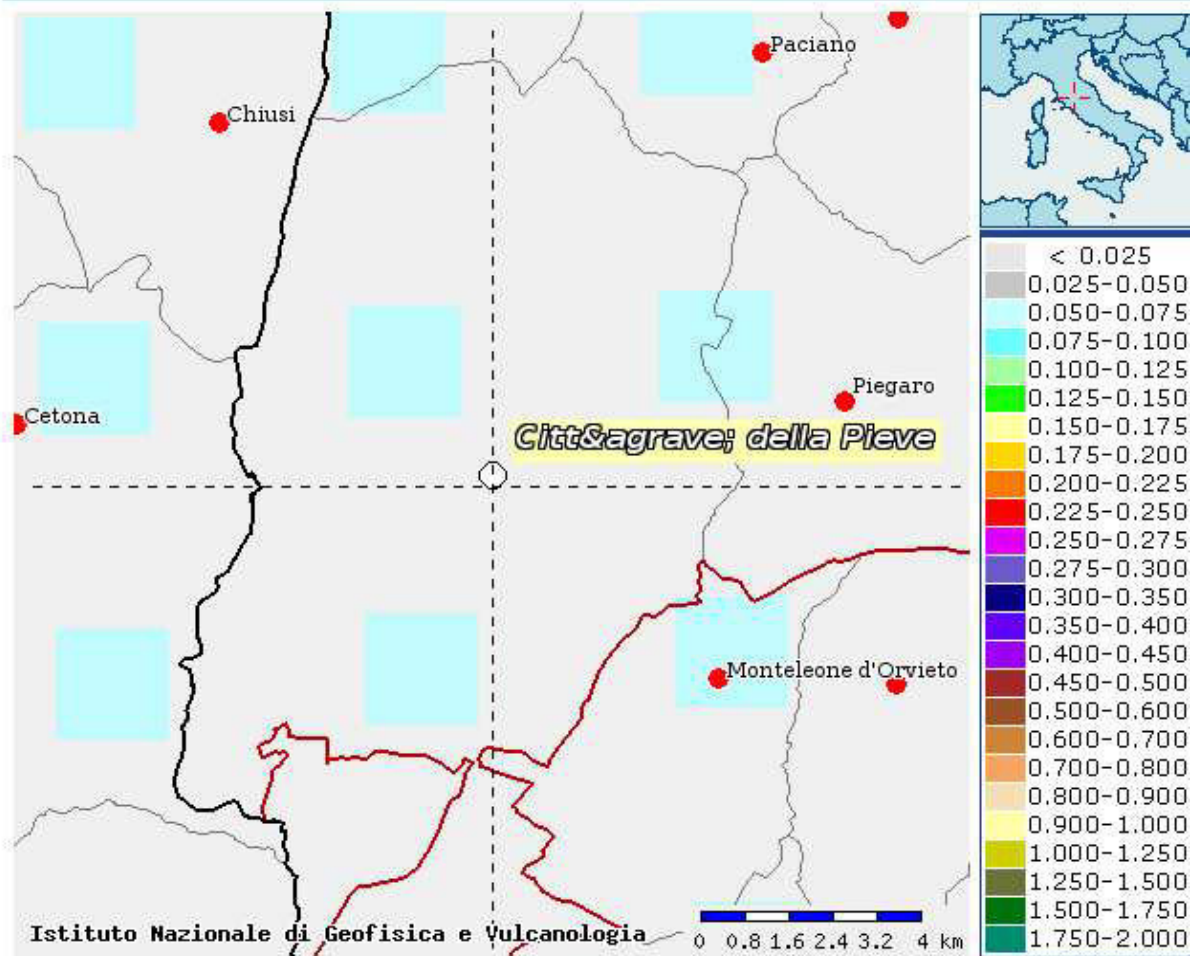
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5	1832 01 13 13:00	Valle del Topino	102	10 6.33 ±0.14
7	1861 05 09 01:53	CITTA' DELLA PIEVE	28	6-7 4.92 ±0.40
5	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8 5.95 ±0.10
3	1895 05 18 19:55	Fiorentino	401	8 5.43 ±0.08
2-3	1897 12 18 07:24	Appennino umbro-marchigiano	132	7 5.13 ±0.14
NF	1902 10 23 08:51	REATINO	77	6 4.80 ±0.26
4	1902 12 17 05:21	SANTA FIORA	30	6-7 4.86 ±0.33
NF	1905 02 12 08:28	SANTA FIORA	61	6 4.66 ±0.29
3-4	1909 08 25 00:22	MURLO	283	7-8 5.37 ±0.10
NF	1911 09 13 22:29	Chianti	115	7 5.19 ±0.14
5-6	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11 7.00 ±0.09
4-5	1915 03 26 23:37	Assisi	40	6 4.60 ±0.24
5	1919 09 10 16:57	PIANCASTAGNAIO	67	7-8 5.32 ±0.18
4	1940 06 19 14:10	RADICOFANI	28	6 4.77 ±0.28
6-7	1940 10 16 13:17	RADICOFANI	106	7-8 5.26 ±0.14
5	1969 08 11 13:55	TRASIMENO	46	7 4.94 ±0.18
4-5	1984 04 29 05:02	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7 5.65 ±0.09
NF	1986 10 13 05:10	Appennino umbro-marchigiano	322	5-6 4.65 ±0.09
3	1993 06 05 19:16	GUALDO TADINO	326	6 4.74 ±0.09
4-5	1997 09 26 00:33	Appennino umbro-marchigiano	760	5.70 ±0.09
5-6	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 6.01 ±0.09
4	1997 10 03 08:55	Appennino umbro-marchigiano	490	5.25 ±0.09
2-3	1997 10 06 23:24	Appennino umbro-marchigiano	437	5.46 ±0.09
4	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8 5.65 ±0.09
3	1998 04 05 15:52	Appennino umbro-marchigiano	395	6 4.81 ±0.09
4-5	2000 04 01 18:08	MONTE AMIATA	66	5-6 4.57 ±0.09
2-3	2001 11 26 00:56	Casentino	213	5-6 4.72 ±0.09
NF	2005 12 15 13:28	Valle del Topino	361	5-6 4.66 ±0.09

Riguardo ai dati di Disaggregazione della pericolosità sismica per il sito, sono stati estratti dal portale internet dell'INGV i valori riportati nella Mappa interattiva di Pericolosità Sismica e che

sono riportati nelle seguenti immagini e tabelle con le frequenze annuali di superamento e la probabilità di eccedenza al 10%, al 50% e all'81% in 50 anni.



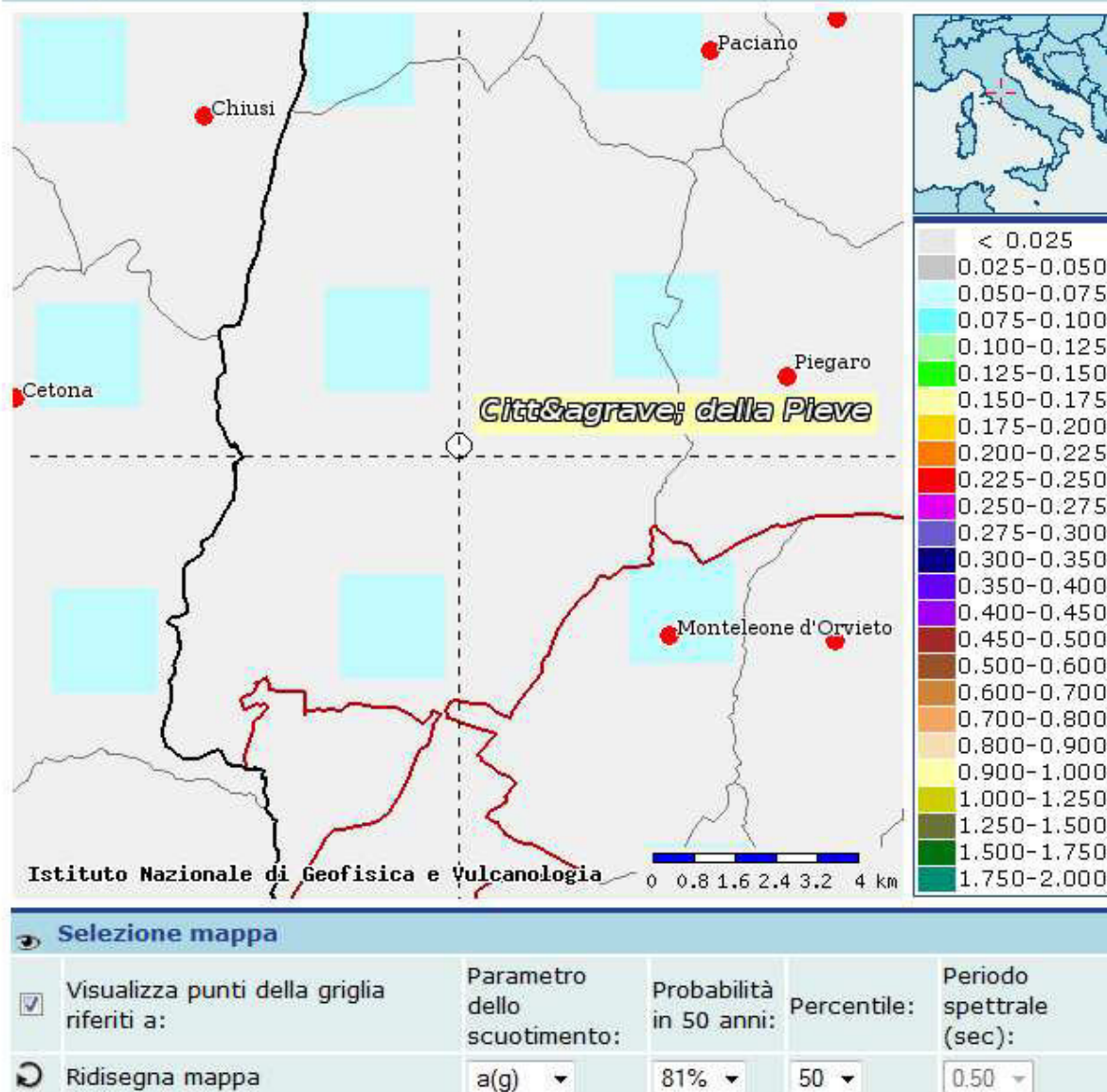
Mappe interattive di pericolosità



Selezione mappa

<input checked="" type="checkbox"/>	Visualizza punti della griglia riferiti a:	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input type="checkbox"/>	Ridisegna mappa	a(g) ▼	50% ▼	50 ▼	0.50 ▼

Mappe interattive di pericolosità



2.1 PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

I terreni interessati dal progetto hanno un punto mediano che presenta le seguenti coordinate geografiche (in gradi sessagesimali-decimali riferite al datum ED50):

Latitudine	42.961648°	N
Longitudine	12.006324°	E

Di seguito si propongono i valori di a_g , F_0 e T_c per i vari tempi di ritorno. Tali parametri sono stati calcolati mediante il foglio di calcolo pubblicato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, attraverso una media ponderata dei valori posti ai vertici della maglia individuata nell'Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale".

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
30	0,051	2,529	0,256
50	0,062	2,556	0,269
72	0,072	2,540	0,275
101	0,081	2,549	0,280
140	0,093	2,507	0,283
201	0,108	2,472	0,285
475	0,147	2,462	0,286
975	0,186	2,451	0,289
2475	0,243	2,466	0,294

2.2 STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Per quanto riguarda i principali parametri riguardanti la strategia di progettazione (vita nominale, classe d'uso, etc), si rimanda alle competenze allo specifico progettista strutturale.

Per un calcolo a titolo d'esempio dello spettro sismico, si considerano:

Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Coefficiente CU	1

Dai valori delle precedenti tabelle, è possibile calcolare i parametri d'azione a_g , F_0 e T_c^* per ciascun stato limite:

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
SLO	30	0,051	2,530	0,256
SLD	50	0,062	2,556	0,269
SLV	475	0,147	2,462	0,286
SLC	975	0,186	2,451	0,289

2.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per l'identificazione della categoria di sottosuolo in questa fase si è fatto riferimento alle informazioni raccolte sulla geologia del sito, all'esperienza delle scrivente su situazioni geologiche come quella in esame ed alle prove sismiche effettuate (HVSr e MASW).

L'ubicazione dello stendimento è stata vincolata all'esigenze progettuali e dalla morfologia dell'area nell'area.

La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} , definita mediante l'equazione 3.2.1 delle NTC08. L'analisi della prova sismica ha evidenziato una velocità V_{s30} equivalente attorno a 320-330 m/s.

Risultati indagine MASW

N. STRATO	VELOCITA' Vs (m/sec)	VELOCITA' Vp (m/sec)	Mod. deform. Taglio – G0 (Mpa)	Mod. Edometrico – Ed (Mpa)	Mod. di Young – Ey (Mpa)	PROFONDITA' H (metri)
1	133	250	32,18	112,64	83,68	1,5
2	190	357	65,57	229,49	170,48	6,0
3	416	779	312,77	1094,69	813,20	15,6
4	437	818	344,25	1204,88	895,06	30

Vs₃₀ = 330 m/sec

Risultati indagine HVSr

N. STRATO	VELOCITA' Vs (m/sec)	VELOCITA' Vp (m/sec)	DENSITA' (t/mc)	PROFONDITA' H (metri)
1	102	356	1889	0,8
2	213	372	1910	7,2
3	366	604	1967	18,1
4	466	995	2020	78
5	996	1655	2082	Da 78 in poi

Vs₃₀ = 321 m/sec

PROFILO VERTICALE Vs IDENTIFICATO (M.A.S.W.)
FIG. 3

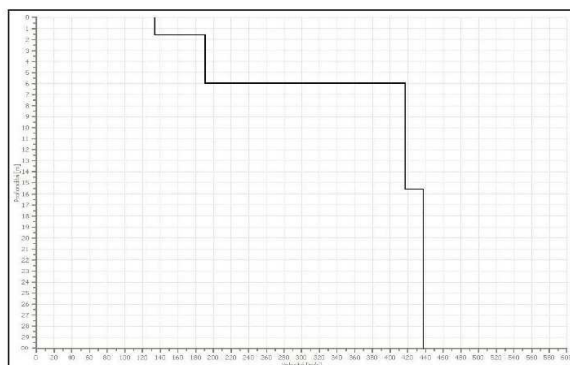


GRAFICO RAPPORTO H/V - FREQUENZA (H.V.S.R.)
FIG. 4

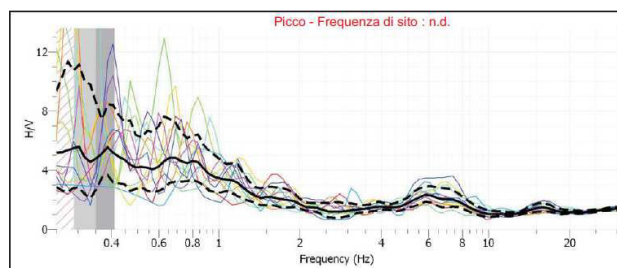
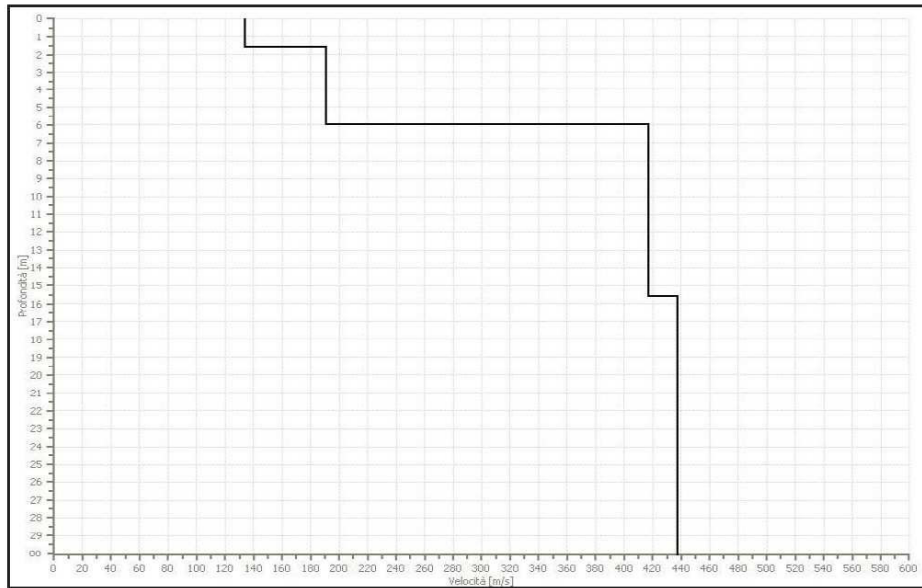


Figura 3: profilo MASW1/HVSr

PROFILO VERTICALE V_s IDENTIFICATO (M.A.S.W.) FIG. 3



Alla luce dei risultati sopra citati, in base alla normativa vigente (D.M. 14/01/2008) si può classificare il sito come segue:

Prospezione sismica	V_{s30} (m/sec)	Categoria di sottosuolo di Fondazione (D.M. 14/01/2008)
MASW	330	C

“depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).”

In base alla categoria di suolo assunta ed alle informazione precedentemente desunte si hanno i seguenti parametri di amplificazione stratigrafica:

STATO LIMITE	S_s (orizzontale)	S_s (verticale)	C_c
SLO	1.500	1	1.645
SLD	1.500	1	1.619
SLV	1.483	1	1.588
SLC	1.427	1	1.581

2.4 CATEGORIA TOPOGRAFICA

L'ambito areale di interesse è posto lungo un pendio con pendenza stimata inferiore a 10°, ne consegue che la classe per il sito in esame è:

Categoria topografica	Descrizione	Valore massimo coefficiente S_T
T1	Pendii con inclinazione media $i < 15^\circ$	1.0

2.5 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nelle NTC08 al 7.2.5.1 si afferma che *"In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione: $a_{max} = a_g \cdot S$ in cui S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2, e a_g è l'accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido"*.

E' così ora possibile fornire per ciascuno stato limite, l'accelerazione orizzontale massima attesa sul sito:

STATO LIMITE	a_g [g]	S_s (orizzontale)	S_T	g [m/s ²]	a_{max} [m/s ²]
SLO	0,051	1.500	1.0	9.81	0,750
SLD	0,062	1.500	1.0	9.81	0,912
SLV	0,147	1.483	1.0	9.81	2,139
SLC	0,186	1.427	1.0	9.81	2,604

2.6 SPETTRI DI RISPOSTA

Ai fini dell'elaborazione degli spettri di risposta per ogni stato limite considerato, il progettista strutturale dovrà determinare i parametri relativi alle percentuali di smorzamento viscoso ξ ed i fattori q (valore di struttura) e q_0 (valore massimo del fattore di struttura).

2.7 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Vista la presenza di livelli saturi di terreni con granulometria fine prevalente, sarà necessario, una volta acquisiti i dati piezometrici locali e approfondite le conoscenze geostratigrafiche, eseguire le opportune verifiche alla liquefazione.

3.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel gennaio 2015 sono state eseguite indagini geognostiche da parte della Perigeo Srl e prove di laboratorio dalla Geocotest., su incarico della Coopprogetti Srl. Le indagini sono state eseguite con l'intento di ricostruire le caratteristiche geologiche, stratigrafiche e geotecniche i terreni sottostanti l'area in esame, nonché di determinare la risposta sismica locale con la determinazione delle onde sismiche di taglio (V_s).

In particolare sono state eseguite le seguenti indagini:

- N°2 prove penetrometriche statiche;
- n°1 tipo MASW;
- N°1 prova HVSR;
- n°1 sondaggio meccanico a conservazione di nucleo;
- n°3 SPT nei fori di sondaggio;
- n°1 prelievo di campione indisturbato;
- installazione di un piezometro;

Il campione indisturbato S1C11 prelevato a circa 2.30 mt dal p.c. sono state eseguite le seguenti prove:

- ✓ determinazione caratteristiche volumetriche;
- ✓ determinazione dei limiti di Atterberg;
- ✓ determinazione indice di gruppo IG;
- ✓ Granulometria via umida e mediante aerometro;
- ✓ prova di taglio CD di picco.

Nelle successive figure sono riportati esclusivamente i report di sintesi dell'esito delle prove.

3.1 SONDAGGIO A CONSERVAZIONE DI NUCLEO

Di seguito si riporta il log del sondaggio a conservazione di nucleo realizzato. Il deposito è costituito essenzialmente da limi argillosi che a luoghi si arricchiscono di argille. A circa 9 metri di profondità è stata rinvenuta la presenza di un orizzonte conglomeratico.

STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 50 Pagina 1/1

Riferimento: UMBRA ACQUE 002-035/15										Sondaggio: S1					
Località: Città della Pieve										Quota:					
Impresa esecutrice: PERIGEO SRL										Data: 26/01/2015					
Coordinate:										Redattore: Dott. Fausto Pelicci					
Perforazione: Carotaggio a conservazione di nucleo															
o mm	R v	A r	Pz	metri bott.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	
										S.P.T.	N				
															Coltre agraria costituita da limo argilloso, debolmente sabbioso di colore marrone.
													0.6		
				1											Limo argilloso debolmente sabbioso di colore marrone con impurità ocracee e fustoli carboniosi, moderatamente consistente.
			</												

Figura 3: report del sondaggio

3.2 INDAGINI PENETROMETRICHE

Le diagrafie delle due prove penetrometriche realizzate evidenziano la presenza di un deposito in cui prevale la frazione medio fine (limi argillosi) per almeno 5-6 metri dall'attuale piano campagna. In corrispondenza di P2 sono presenti lenti che si arricchiscono probabilmente della frazione sabbiosa.

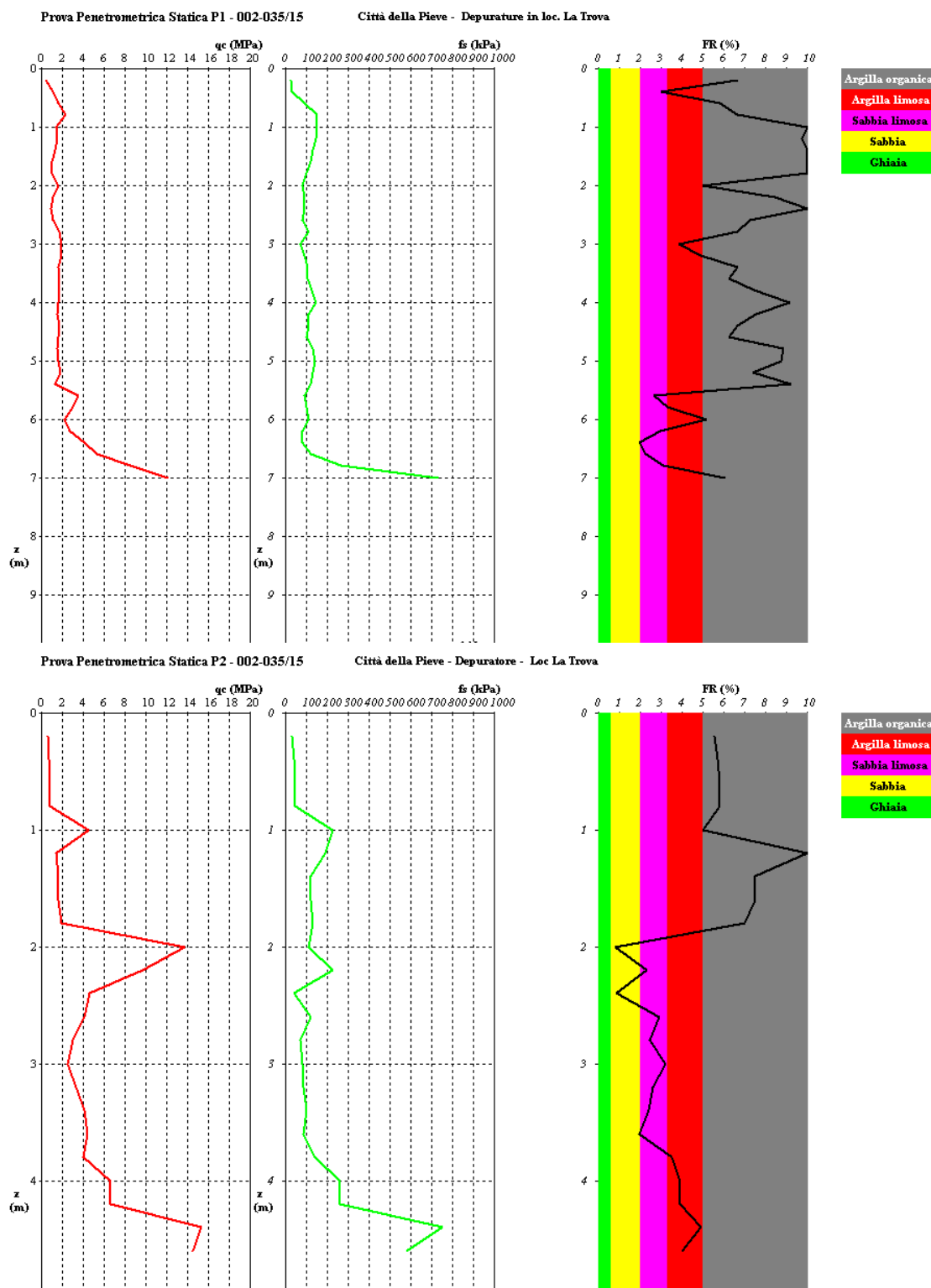



Figura 4: diagrafie prove penetrometriche P1 e P2

3.3 LABORATORIO GEOMECCANICO

Di seguito si riporta la scheda riassuntiva del campione prelevato in corrispondenza del sondaggio S1. Si tratta di materiale limo argilloso con sabbia.

 SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE			
N° D'ORDINE:		07/15	
COMMITTENTE:		UMBRA ACQUE	
LOCALITA':		Depuratore Città della Pieve (PG)	
SONDAGGIO:		1	
CAMPIONE:		1	
PROFONDITA':		1,7-2,3	
DATA INIZIO:		2-02-2015	
DATA FINE:		9-02-2015	
PARAMETRO GEOTECNICO	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
DENSITA'	γ	19,90	kN/m ³
DENSITA' SECCA	γ_d	15,63	kN/m ³
DENSITA' IMMERSA	γ_i		kN/m ³
DENSITA' SATURA	γ_{sat}		kN/m ³
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s		kN/m ³
INDICE DEI VUOTI	e		
POROSITA'	n		%
GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE	S_r		%
UMIDITA' NATURALE	w	27,29	%
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	39,2	%
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	24,0	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	15,2	%
LIMITE DI RITIRO	LR		%
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	0,78	
QUALITA' DEL CAMPIONE		Q5	
ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO	ϕ'	27	°
COESIONE DRENATA	c'	14,0	kPa
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO	ϕ_{res}	-	°
COESIONE NON DRENATA	Cu	-	kPa
ANALISI GRANULOMETRICA			
PARTE GROSSOLANA	GHIAIA	SABBIA	LIMO+ARGILLA
(% trattenuta al setaccio n°200)	4,00	22,55	73,45
PARTE FINA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(% passante al setaccio n°200)	1,25	62,48	36,27
GRANULOMETRIA CUMULATIVA	GHIAIA	SABBIA	LIMO
	4,00	23,47	45,89
			ARGILLA
			26,64
CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006		A 6	
INDICE DI GRUPPO		10	
DESCRIZIONE: Limi argillosi con sabbia e clasti sparsi			

3.4 PARAMETRIZZAZIONE STRATIGRAFICA, GEOTECNICA E SISMICA

Dalle indagini geognostiche (prove penetrometriche, sondaggio e prove di laboratorio) e dalle prove sismiche condotte è stato possibile ricavare la seguente stratigrafia, a cui è stata attribuita una parametrizzazione geotecnica e sismica.

Penetrometria 1

Orizzonte	Profondità media dal p.c. in mt	Litologia	PARAMETRI GEOTECNICI			
			$\Phi^{\circ}p$	$\Phi^{\circ}vc$	Cu kPa	γ ton/mc
1	0.0 - ~6.0	Limi argillosi debolmente consistenti	n.c. ¹	n.c.	82.42	18.89
2	Oltre 6	Limi sabbiosi debolmente argillosi mediamente consistenti	34.75	31.47	n.c.	19.5

Penetrometria 2

Orizzonte	Profondità media dal p.c. in mt	Litologia	PARAMETRI GEOTECNICI			
			$\Phi^{\circ}p$	$\Phi^{\circ}vc$	Cu kPa	γ ton/mc
1	0.0 – 1.8	Limi argillosi debolmente consistenti	n.c.	n.c.	84.78	16.97
2	1.8-3.6	Limi sabbiosi debolmente argillosi	39	31.84	n.c.	18.27
3	3.6-4.6	Limi argillosi debolmente sabbiosi mediamente consistenti	n.c.	n.c.	362.6	20.24

Legenda

$\Phi^{\circ}p$ = angolo d'attrito di picco(°)

$\Phi^{\circ}vc$ = angolo d'attrito a volume costante(°)

Cu = resistenza al taglio non drenata (kPa)

γ = peso di volume (ton/mc)

Laboratorio geomeccanico

Profondità media dal p.c. in mt	Litologia	PARAMETRI GEOTECNICI		
		$\Phi^{\circ}picco$	C' kPa	γ ton/mc
1.7-2.3	Limi argillosi con sabbia	27	14	19.90

¹ n.c. : il software utilizzato non fornisce il valore di Φ per terreni prevalentemente coesivi, così come non fornisce una c per quelli prevalentemente attritivi.

Tabella geotecnica riassuntiva

Orizzonte		Profondità media dal p.c. in mt	Litologia prevalente	PARAMETRI GEOTECNICI						
				$\Phi^{\circ}p$	$\Phi^{\circ}vc$	$\Phi^{\circ'}$	C' kPa	Cu kPa	γ ton/mc	γ ton/mc
1		0.0 – 9.7	Limi argillosi debolmente consistenti	-	-			18.89	18.89	
	1a	1.7-2.3	Limi argillosi sabbiosi			27.00	14			19.90
2		Oltre 9.7	Limi sabbiosi debolmente argillosi mediamente consistenti	34.75	31.47			-	19.5	

I valori dell'orizzonte 1a sono riportati i dati relativi al campione S1Cl1 inviato in laboratorio.

Prove sismiche

Prova	Vs30	Categoria di sottosuolo
MASW	330	C
HVSR	321	C

4.0 TERRE E ROCCE DA SCAVO

L'intervento prevede la realizzazione di scavi per la posa in opera della nuove strutture.

Le terre rimosse, che saranno per lo più costituite da limi e argille, andranno riutilizzate in sito previa verifica delle caratteristiche chimiche o conferite in apposito sito secondo quanto previsto dalle vigenti normative nazionali (D.Lgs 152/06, L. n. 98/2013).

Maggiori approfondimenti potrebbero essere quindi necessari in fase di progetto esecutivo.

5.0 CONCLUSIONI

L'intervento in oggetto da un punto di vista geologico e geomorfologico risulta fattibile.

Lo studio ha evidenziato che l'area è caratterizzata da coltri sedimentarie con granulometria fine poste su orizzonti conglomeratici.

Le indagini hanno evidenziato la presenza di terreni moderatamente consistenti nei primi metri con caratteristiche geotecniche piuttosto scadenti e basso grado di addensamento.

Il progettista valuti se la portanza del terreno è adeguata alle opere. Data la natura dei materiali siano presi tutti gli accorgimenti tecnici per garantire l'assenza di cedimenti differenziali che possano danneggiare la funzionalità delle strutture.

Si fa presente in tal senso che i terreni limo-argillosi superficiali potrebbero essere soggetti a significative variazioni volumetriche a causa della loro capacità di variare il contenuto d'acqua in base alle stagioni. Nell'area interessata dall'opera, sia durante i lavori sia alla fine degli stessi, dovrà essere quindi mantenuta un'efficiente regimazione idrica, in grado di favorire sia il deflusso delle acque superficiali che di quelle d'infiltrazione.

Il livello consistente di base è posto a circa 9.7 mt dal p.c., ed è rappresentato da un orizzonte conglomeratico. Qualora si renda necessario, il suo andamento spaziale potrà essere ricostruito a seguito di un approfondimento di indagine.

In fase di scavo e di realizzazione delle opere è possibile che siano intercettati livelli saturi. I terreni imbibiti d'acqua potrebbero essere soggetti a crolli dei fronti, se non adeguatamente realizzati, armati e lasciati esposti alle intemperie. Qualora vi sia presenza d'acqua, si dovrà effettuare l'aggottamento degli scavi.

La quota della falda potrà essere verificata a seguito di un ciclo di letture eseguite sul piezometro installato.

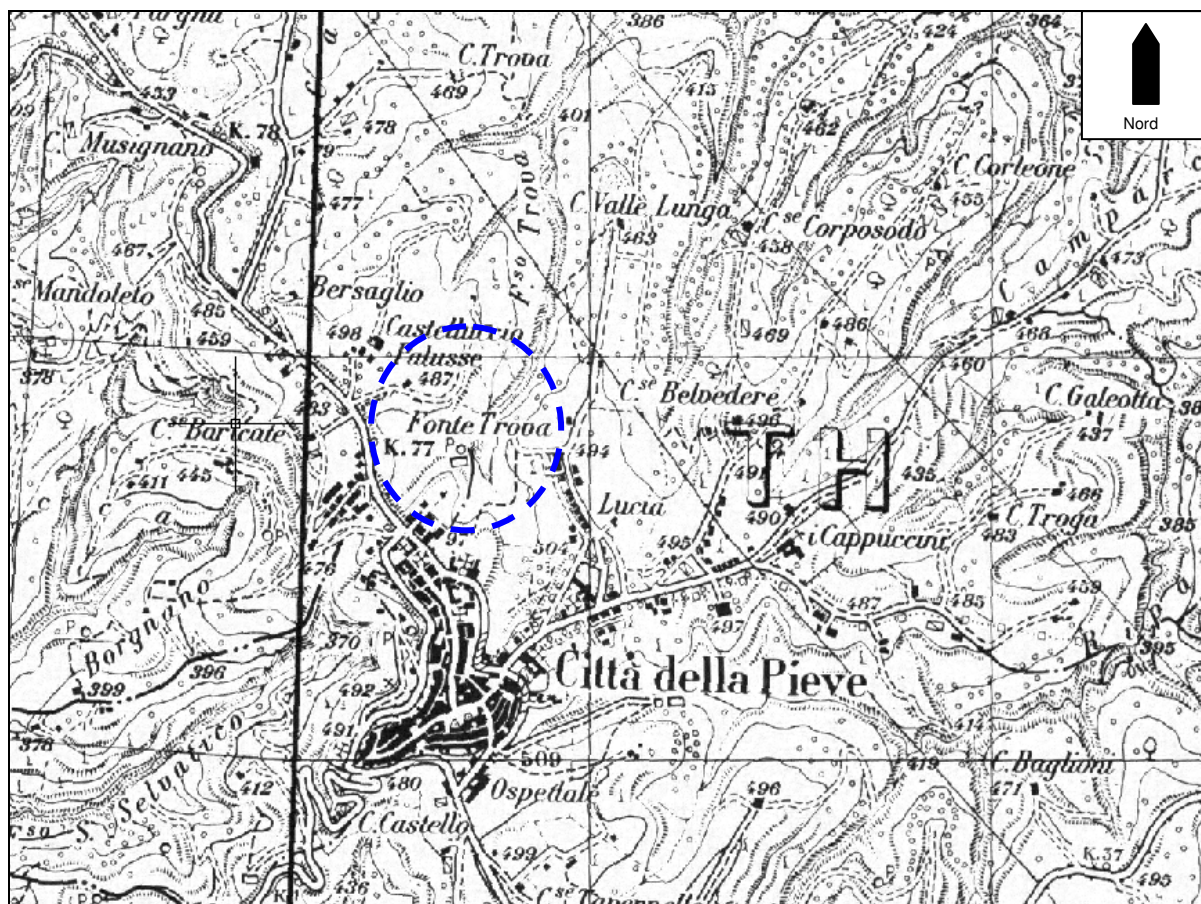
Qualsiasi scarpata di nuova formazione che sarà destinata a permanere anche a fine progetto (ad esempio per la strada di accesso al sito), dovrà essere protetta da fenomeni di erosione e non dovrà favorire l'insorgere di fenomeni di dissesto locali.

In caso di difformità rispetto a quanto previsto, lo scrivente dovrà essere tempestivamente avvisato.

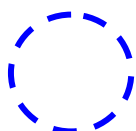
Per ogni altro dettaglio si rimanda agli specifici elaborati tecnici.

CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA IGM

130 IV-N.O. (CITTA' DELLA PIEVE)

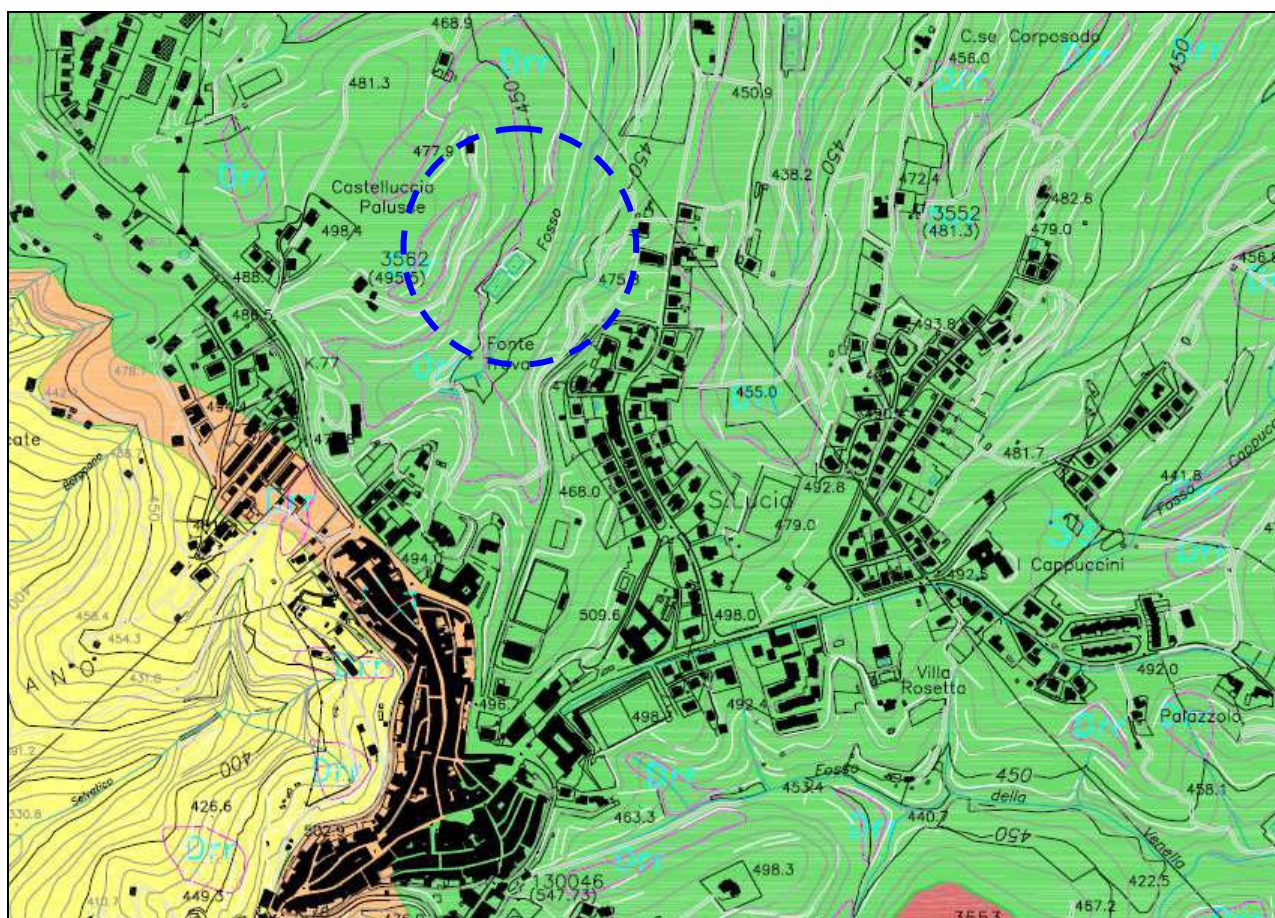


Scala 1:25.000

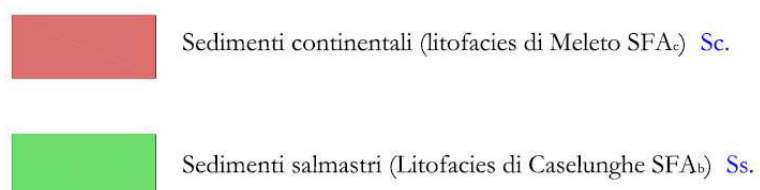


Ubicazione area in esame

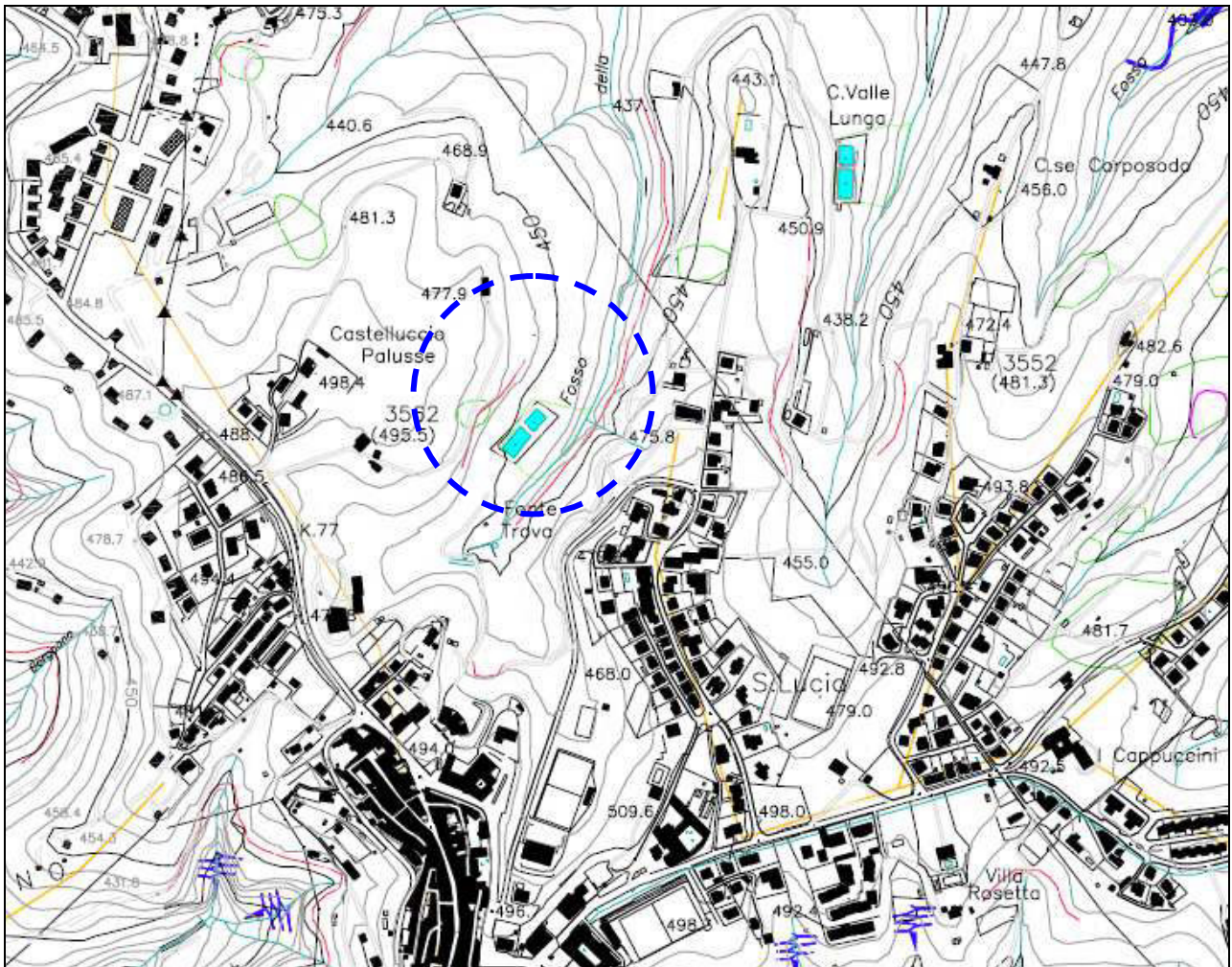
ESTRATTO CARTA GEOLOGICA



Ciclo sedimentario del Pleistocene inferiore



ESTRATTO CARTA GEOMORFOLOGICA



Testata in erosione



Fenomeno franoso (dati PAI Tevere)

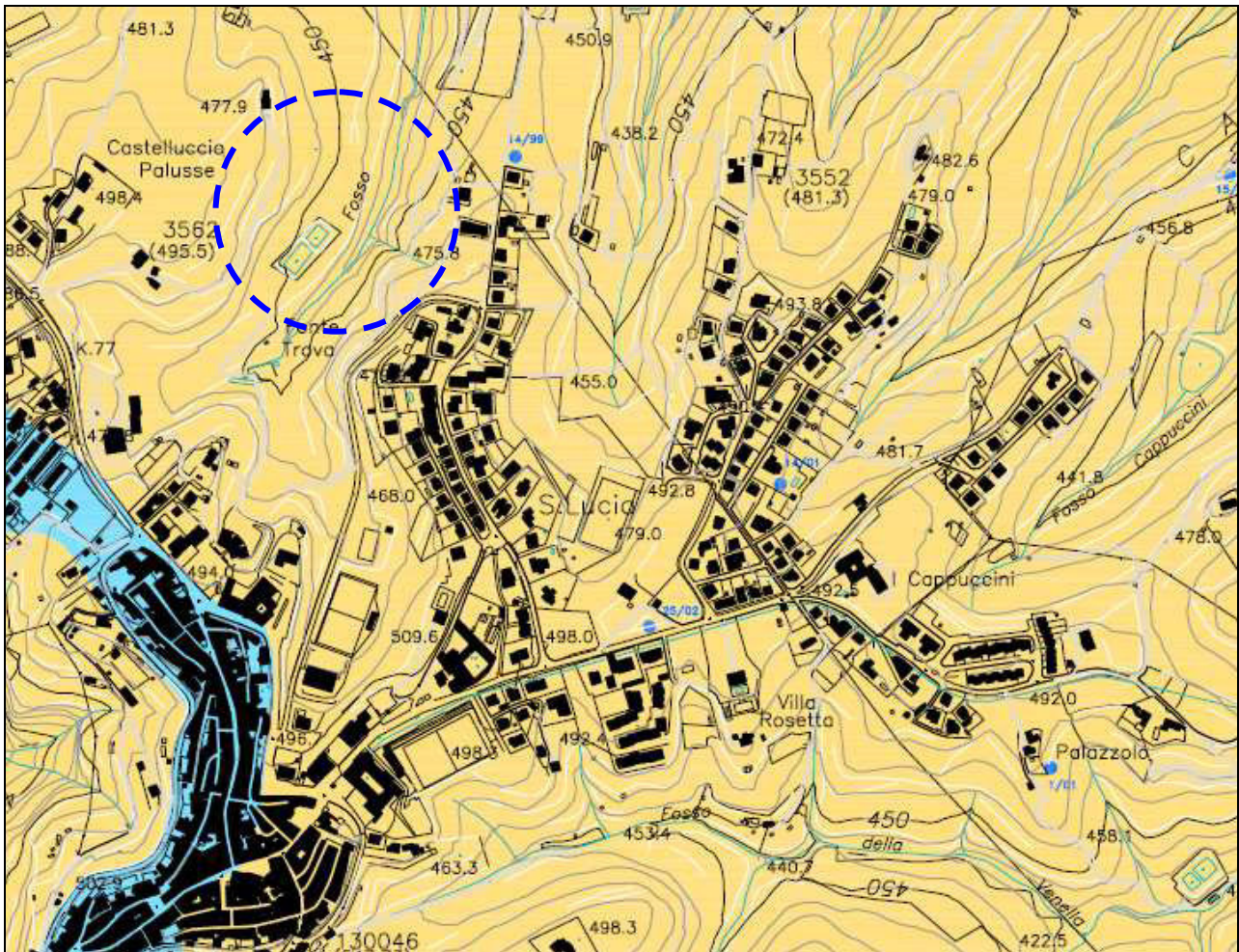


Erosione concentrata



Ruscellamento diffuso

ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA



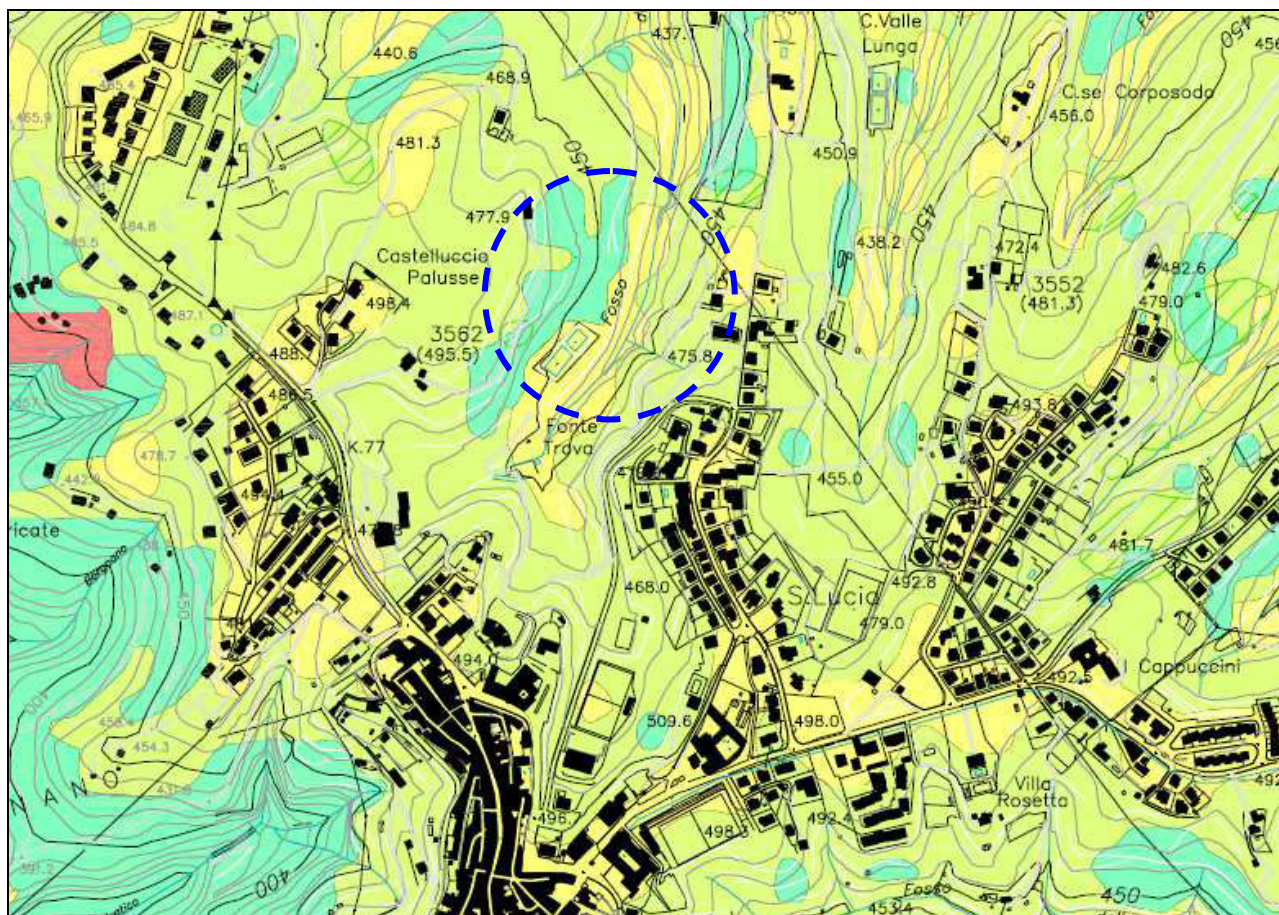
1 / 00 Pozzi censiti (n° di riferimento / anno)

PERMEABILITA'

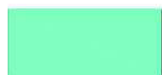
Porosità primaria Kp



ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA'



Aree con pericolosità alta (Valore di predisposizione al dissesto compreso tra 5 - 8)



Aree con pericolosità medio - alta (Valore di predisposizione al dissesto compreso tra 9 - 12)



Aree con pericolosità medio - bassa (Valore di predisposizione al dissesto compreso tra 13 - 16)

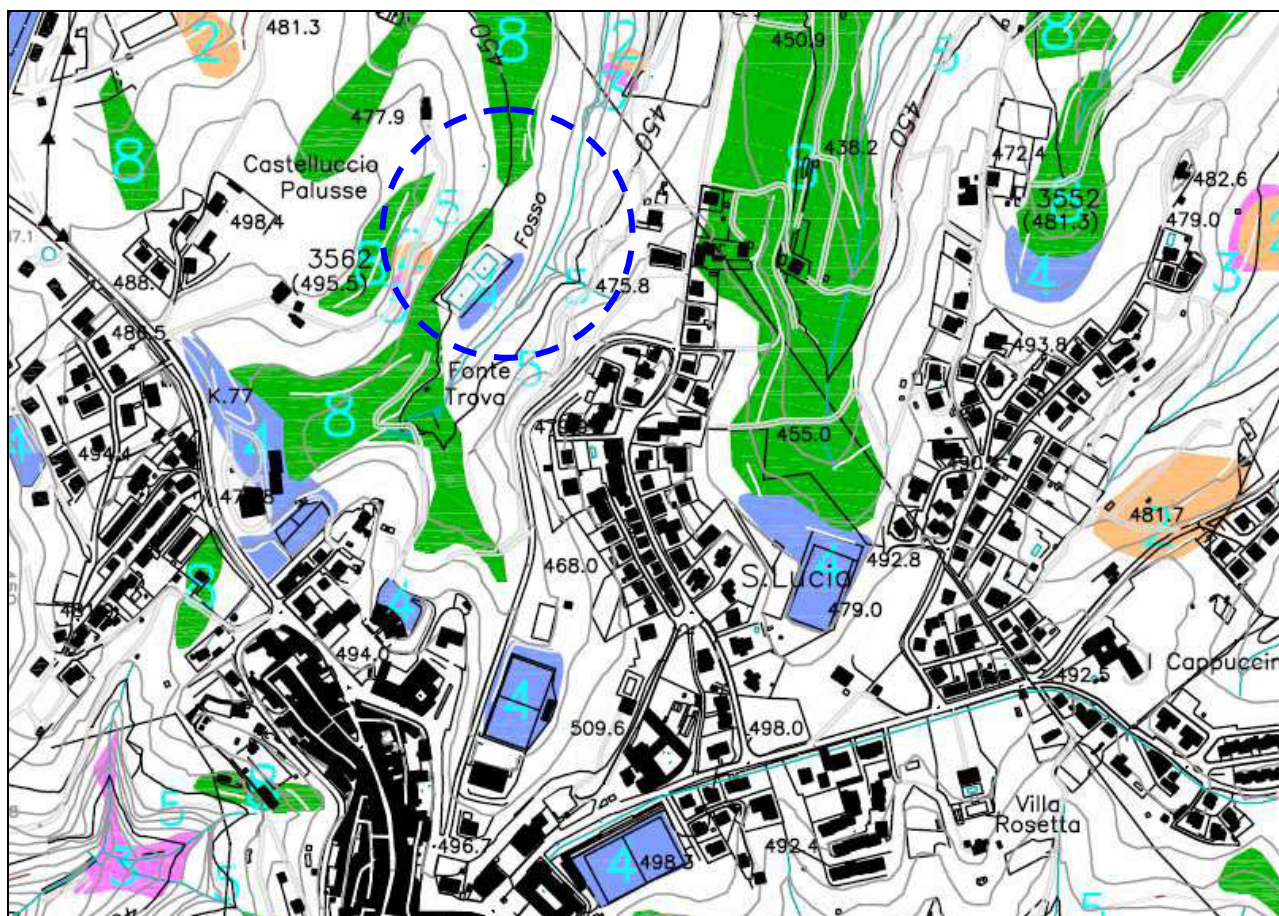


Aree con pericolosità bassa (Valore di predisposizione al dissesto > 17)



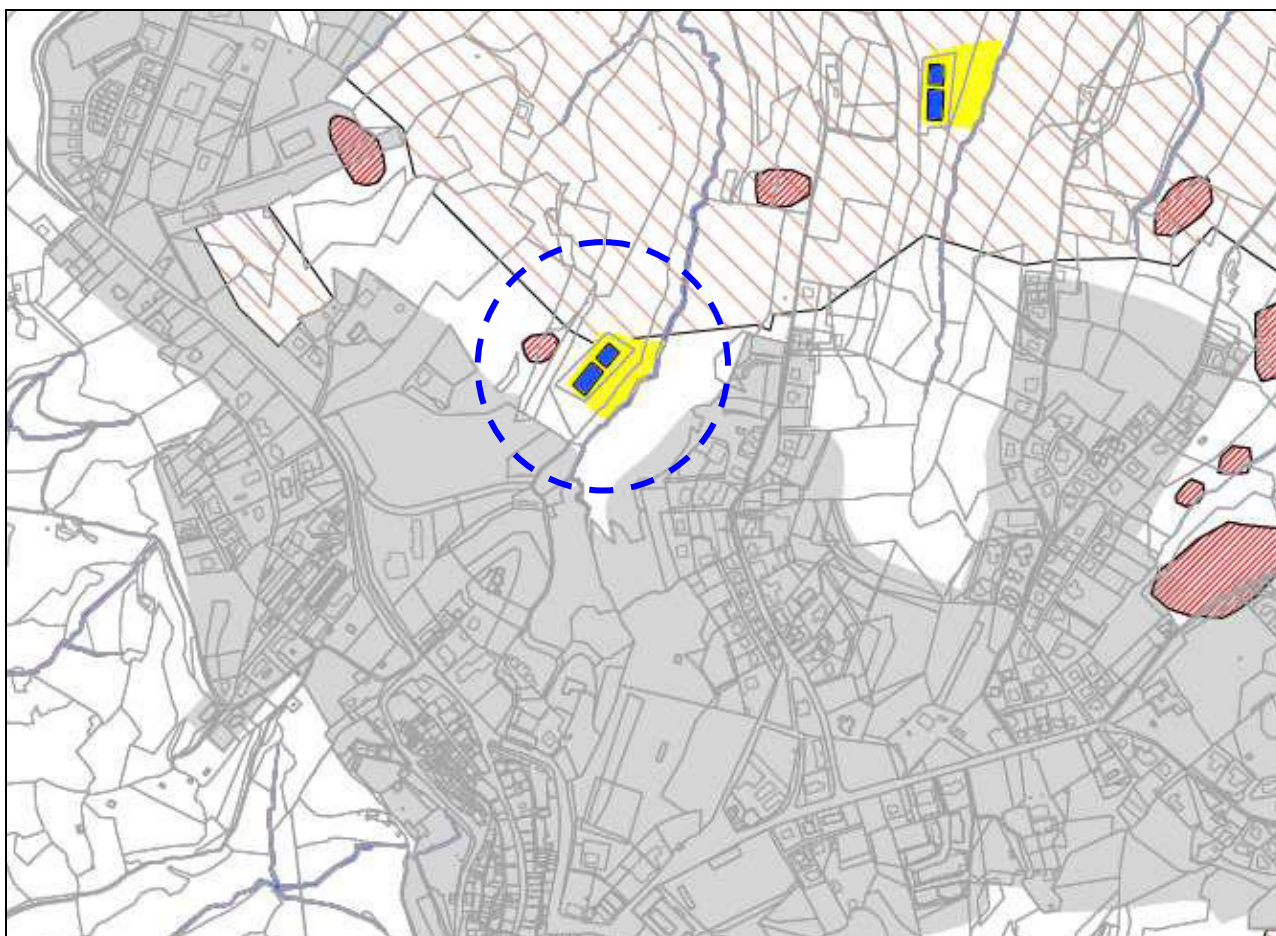
Fenomeni franosi attivi e quiescenti

ESTRATTO CARTA DELLE ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA O INSTABILITA' DINAMICHE LOCALI



- Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi 1.
- Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti 2.
- Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana 3.
- Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti 4.
- Zona di ciglio $H > 10$ m 5.
- Zona di crinale affilato o cucuzzolo 6.
- Zona di fondovalle 7.
- Zona pedemontana di falda di detrito e cono di deiezione 8.
- Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse 9.
- Aree che in sede di redazione della pianificazione di settore dovranno essere sottoposte ad adeguate indagini per la definizione della velocità delle onde di taglio (V_s) ai fini della valutazione dell'amplificazione sismica locale 12.

ESTRATTO CARTA SINTESI RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO



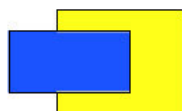
**AREE INDIVIDUATE DAL P.S.T. AUTORITÀ DI BACINO FIUME TEVERE
ESTRATTO TAV. 11 P.S.T.
DISCIPLINA D'USO DEL TERRITORIO**



AREE D - AMBITO COLLINARE



AREE INSTABILI - FRANE ATTIVE O QUIESCENTI



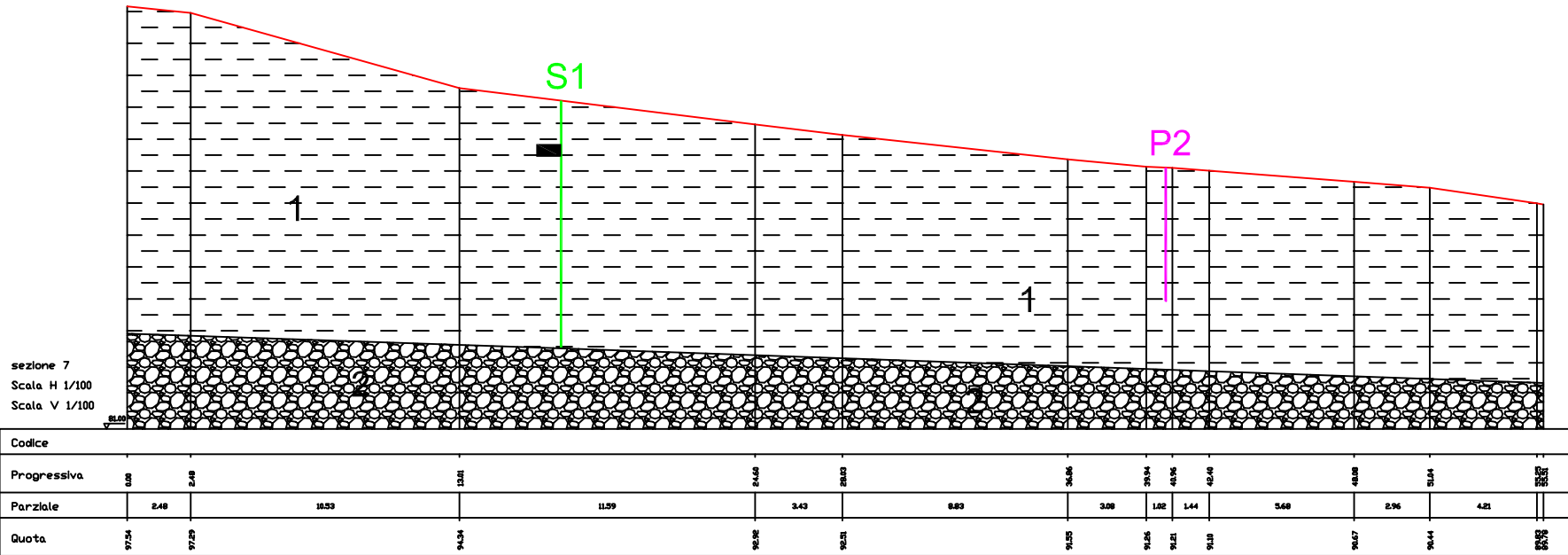
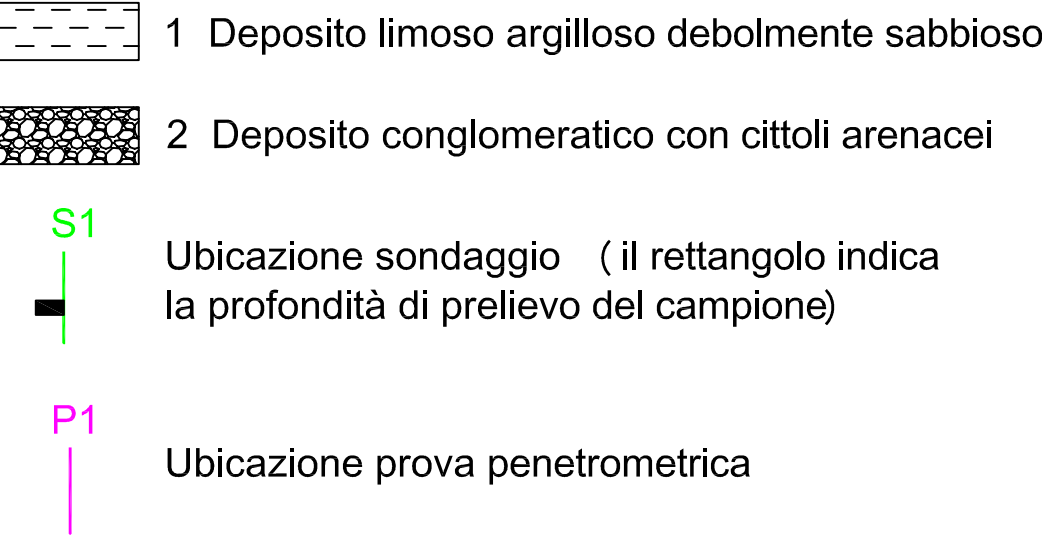
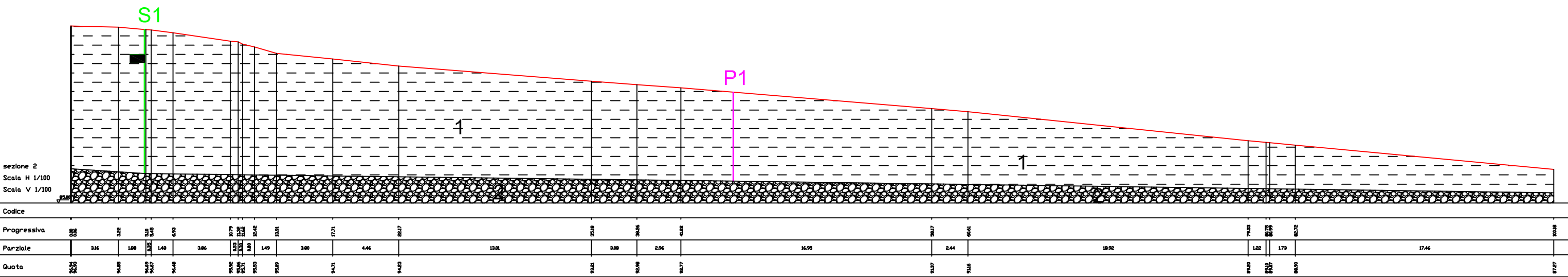
INVASI ARTIFICIALI E LORO FASCE DI RISPETTO

PLANIMETRIA SCHEMATICA CON UBICAZIONE INDAGINI



Scala 1:1.000

Sezioni geologiche stratigrafiche



Sezioni geotecniche

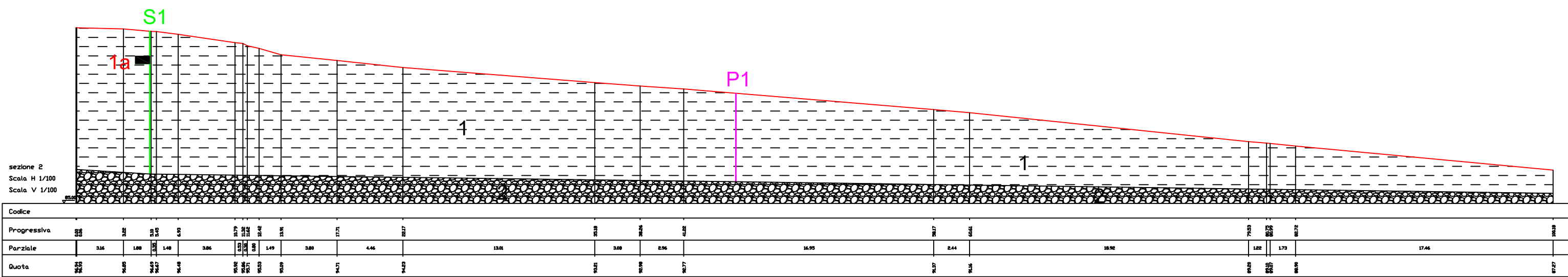
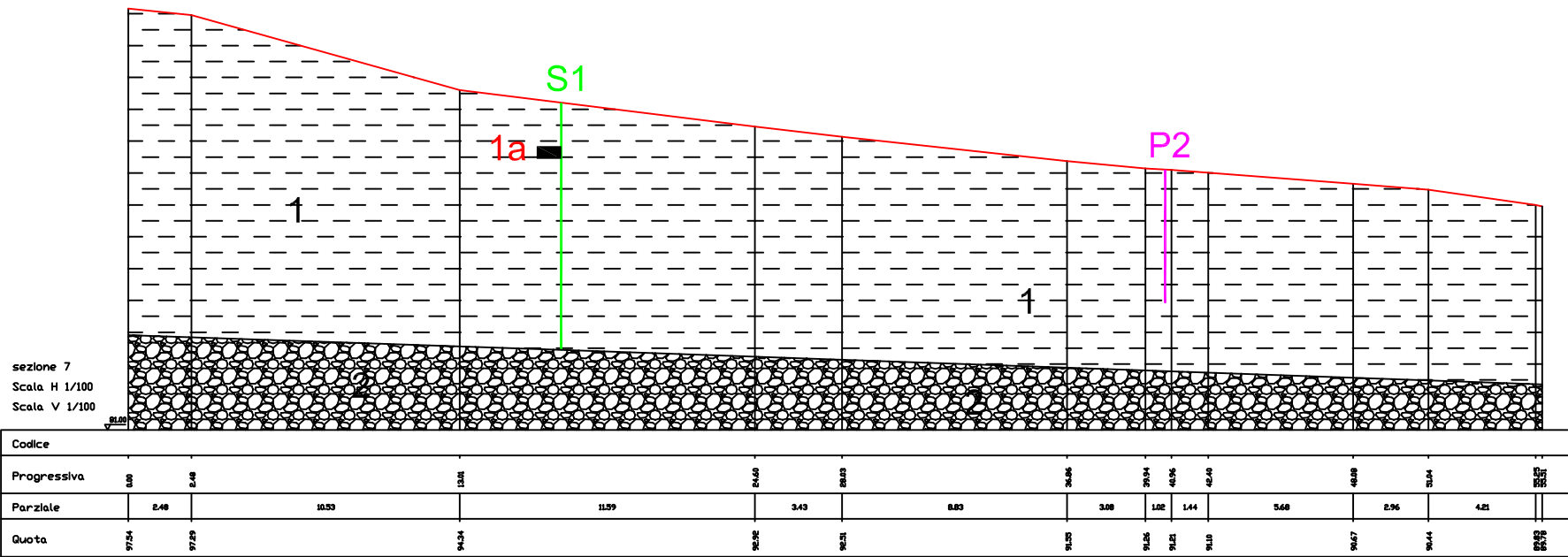


Tabella geotecnica riassuntiva

Orizzonte	Profondità media dal p.c. in mt	Litologia prevalente	PARAMETRI GEOTECNICI						
			$\Phi^{\circ}p$	$\Phi^{\circ}vc$	Φ°	C' kPa	Cu kPa	γ ton/mc	γ ton/mc
1	0.0 – 9.7	Limi argillosi debolmente consistenti	-	-			18.89	18.89	
	1a 1.7-2.3	Limi argillosi sabbiosi			27	14			19.90
2	Oltre 9.7	Limi sabbiosi debolmente argillosi mediamente consistenti	34.75	31.47			-	19.5	

Vs30 ≈330 m/s → classe sottosuolo C



Scala 1: 250

ANALISI PROVE STATICHE CON PENETROMETRO MECCANICO [CPT]

Programma P.G.S.

c) Alberto Bruschi - Dario Flaccovio Editore

Committente: UMBRA ACQUE

Localita': **Città della Pieve**

Lavoro: Depurature in loc. La Trova

Data: 30/01/2015

Passo delle misure = 20,00 cm.

Profondità della falda = 10,0 m.

PROVA PENETROMETRICA STATICA n. P1 - 002-035/15

VALORI DI RESISTENZE MISURATI

z	Rp	Rl
0,2	4	8
0,4	11	16
0,6	16	30
0,8	23	46
1,0	14	37
1,2	15	37
1,4	13	33
1,6	10	28
1,8	10	25
2,0	16	28
2,2	11	25
2,4	9	23
2,6	11	23
2,8	17	34
3,0	19	30
3,2	19	33
3,4	16	32
3,6	17	33
3,8	17	36
4,0	16	38
4,2	15	32
4,4	17	34
4,6	16	31
4,8	15	35
5,0	16	37
5,2	18	38
5,4	13	31
5,6	35	49
5,8	30	45
6,0	22	39
6,2	27	39
6,4	41	53
6,6	53	71
6,8	85	125
7,0	121	231

z = profondità

Rp = resistenza di punta (bar)

Rl = resistenza d'attrito (bar)

VALORI CALCOLATI

z	Qc	Fs	Rf	L	g	sv	sv'	Uo
0,2	0,4	26,7	6,67	Torba	14,5	3,6	3,6	0,0
0,4	1,1	33,3	3,03	Argilla limosa	15,3	7,2	7,2	0,0
0,6	1,6	93,3	5,83	Argilla	16,7	10,8	10,8	0,0
0,8	2,3	153,3	6,67	Argilla	17,5	14,4	14,4	0,0
1,0	1,4	153,3	10,95	Torba	17,7	18,0	18,0	0,0
1,2	1,5	146,7	9,78	Torba	17,9	21,6	21,6	0,0
1,4	1,3	133,3	10,26	Torba	17,9	25,2	25,2	0,0
1,6	1,0	120,0	12,00	Torba	17,9	28,8	28,8	0,0
1,8	1,0	100,0	10,00	Torba	17,9	32,4	32,4	0,0
2,0	1,6	80,0	5,00	Argilla	17,8	36,0	36,0	0,0
2,2	1,1	93,3	8,48	Torba	18,0	39,6	39,6	0,0
2,4	0,9	93,3	10,37	Torba	18,1	43,2	43,2	0,0
2,6	1,1	80,0	7,27	Torba	18,0	46,8	46,8	0,0
2,8	1,7	113,3	6,67	Torba	18,5	50,4	50,4	0,0
3,0	1,9	73,3	3,86	Argilla limosa	18,1	54,0	54,0	0,0
3,2	1,9	93,3	4,91	Argilla	18,4	57,6	57,6	0,0
3,4	1,6	106,7	6,67	Torba	18,6	61,2	61,2	0,0
3,6	1,7	106,7	6,27	Argilla	18,7	64,8	64,8	0,0
3,8	1,7	126,7	7,45	Torba	19,0	68,4	68,4	0,0
4,0	1,6	146,7	9,17	Torba	19,2	72,0	72,0	0,0
4,2	1,5	113,3	7,56	Torba	19,0	75,6	75,6	0,0
4,4	1,7	113,3	6,67	Torba	19,0	79,2	79,2	0,0
4,6	1,6	100,0	6,25	Argilla	18,9	82,8	82,8	0,0
4,8	1,5	133,3	8,89	Torba	19,3	86,4	86,4	0,0
5,0	1,6	140,0	8,75	Torba	19,4	90,0	90,0	0,0
5,2	1,8	133,3	7,41	Torba	19,4	93,6	93,6	0,0
5,4	1,3	120,0	9,23	Torba	19,3	97,2	97,2	0,0
5,6	3,5	93,3	2,67	Sabbia limosa	19,1	100,8	100,8	0,0
5,8	3,0	100,0	3,33	Argilla limosa	19,2	104,4	104,4	0,0
6,0	2,2	113,3	5,15	Argilla	19,4	108,0	108,0	0,0
6,2	2,7	80,0	2,96	Sabbia limosa	19,0	111,6	111,6	0,0
6,4	4,1	80,0	1,95	Sabbia	19,0	115,2	115,2	0,0
6,6	5,3	120,0	2,26	Sabbia limosa	19,5	118,8	118,8	0,0
6,8	8,5	266,7	3,14	Sabbia limosa	20,5	122,4	122,4	0,0
7,0	12,1	733,3	6,06	Argilla limosa	21,9	126,0	126,0	0,0

z = profondità (m)
 Q_c = resistenza alla punta (MPa)
 F_s = resistenza d'attrito (kPa)
 R_f = rapporto delle resistenze (%)
 L = litologia (criterio di Schmertmann, 1976)
 g = peso di volume (kN/mc)
 sv = tensione litostatica totale (kPa)
 sv' = tensione litostatica effettiva (kPa)
 U_o = pressione nei pori (kPa)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE - 1

z	L	CF	Id	f_p	f_{vc}	S_u
0,2	Torba	30				22
0,4	Argilla limosa	16				60,7
0,6	Argilla	25				88,3
0,8	Argilla	26				127
1,0	Torba	43				76,8
1,2	Torba	43				82,1
1,4	Torba	49				70,8
1,6	Torba	59				54
1,8	Torba	58				53,8
2,0	Argilla	38				86,9
2,2	Torba	56				58,9
2,4	Torba	67				47,6
2,6	Torba	57				58,5
2,8	Torba	48				91,6
3,0	Argilla limosa	38				102,6
3,2	Argilla	43				102,4
3,4	Torba	53				85,5
3,6	Argilla	52				90,8
3,8	Torba	56				90,6
4,0	Torba	63				84,9
4,2	Torba	62				79,09
4,4	Torba	57				90
4,6	Argilla	58				84,3
4,8	Torba	68				78,5
5,0	Torba	68				83,9
5,2	Torba	62				94,8
5,4	Torba	77				66,8
5,6	Sabbia limosa	33	30	34,0	31,8	
5,8	Argilla limosa	39				160,9
6,0	Argilla	53				116,2
6,2	Sabbia limosa	41	23	32,0	31,0	
6,4	Sabbia	28	33	34,0	31,4	
6,6	Sabbia limosa	27	39	35,0	31,4	
6,8	Sabbia limosa	25	53	38,0	32,1	
7,0	Argilla	30				665,2

	limosa					
--	--------	--	--	--	--	--

z = profondità (m)
 CF = contenuto di fine [passante al 200] (%)
 Id = indice di densità (%)
 f_p = angolo d'attrito di picco(°)
 f_{vc} = angolo d'attrito a volume costante(°)
 Su = resistenza al taglio non drenata (kPa)

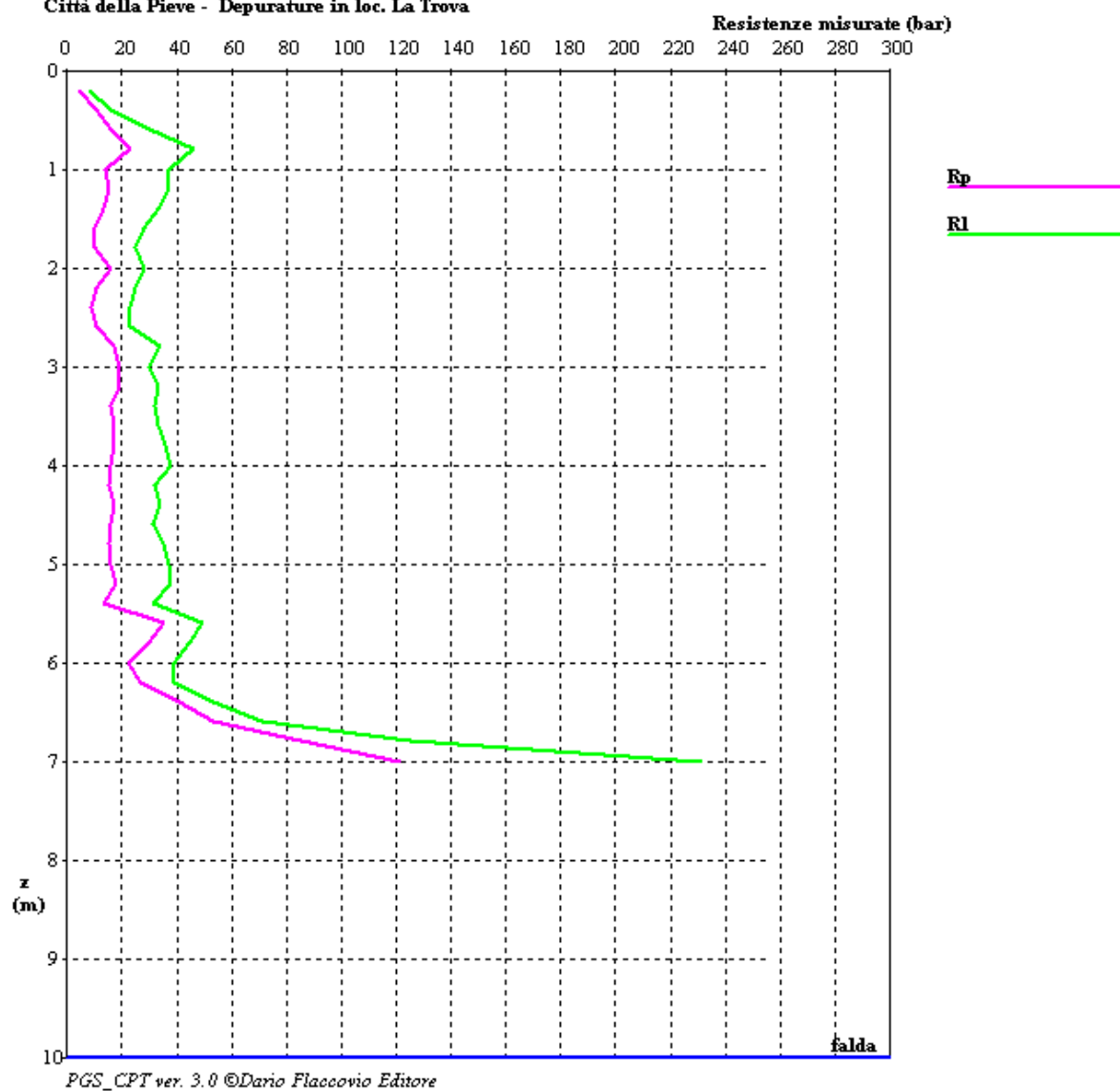
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE - 2

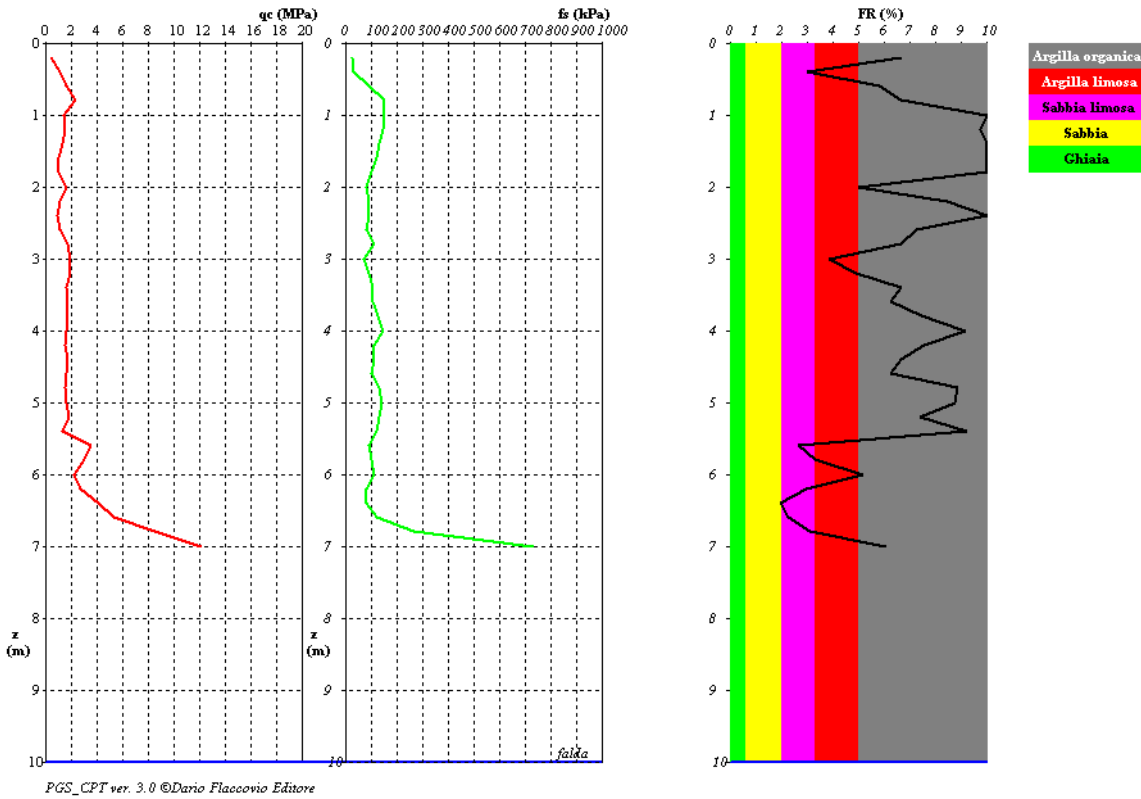
z	OCR	E	M	mu	Cc	Go	Vs
0,2	30	3,2		0,500	0,155	48,0	137
0,4	30	9		0,500	0,107	135,0	175
0,6	30	13,1		0,500	0,144	197,0	226
0,8	30	18,8		0,500	0,155	282,0	261
1,0	24,5	11,4		0,500	0,212	171,0	245
1,2	21,9	12,1		0,500	0,197	182,0	245
1,4	16,1	10,5		0,500	0,203	158,0	235
1,6	10,7	8		0,500	0,226	120,0	221
1,8	9,5	7,9		0,500	0,200	119,0	213
2,0	13,9	12,9		0,500	0,133	194,0	219
2,2	8,5	8,7		0,500	0,179	131,0	213
2,4	6,3	7		0,500	0,204	105,0	206
2,6	7,2	8,6		0,500	0,163	129,0	207
2,8	10,4	13,6		0,500	0,155	204,0	236
3,0	10,9	15,2		0,500	0,118	228,0	221
3,2	10,2	15,1		0,500	0,132	227,0	231
3,4	8	12,6		0,500	0,155	189,0	232
3,6	8	13,4		0,500	0,150	201,0	234
3,8	7,6	13,4		0,500	0,166	201,0	242
4,0	6,7	12,6		0,500	0,188	189,0	247
4,2	6	11,7		0,500	0,167	176,0	232
4,4	6,5	13,3		0,500	0,155	200,0	236
4,6	5,8	12,5		0,500	0,150	188,0	229
4,8	5,2	11,6		0,500	0,185	174,0	240
5,0	5,3	12,4		0,500	0,183	186,0	245
5,2	5,8	14		0,500	0,165	210,0	246
5,4	3,9	9,9		0,500	0,189	149,0	230
5,6	0,9	16,6	12,2	0,202		289,0	251
5,8	8,8	23,8		0,500	0,111	357,0	249
6,0	6,1	17,2		0,500	0,135	258,0	245
6,2	0,9	13,5	10,8	0,190		291,0	236
6,4	0,9	18,8	14,3	0,196		330,0	249
6,6	1,2	23,1	18,5	0,196		359,0	277
6,8	1,9	32,8	29,7	0,207		412,0	337
7,0	30	98,7		0,500	0,147	1481,0	422

z = profondità (m)
 OCR = grado di sovraconsolidamento
 E = modulo elastico operativo E25 (MPa)
 M = modulo confinato (MPa)

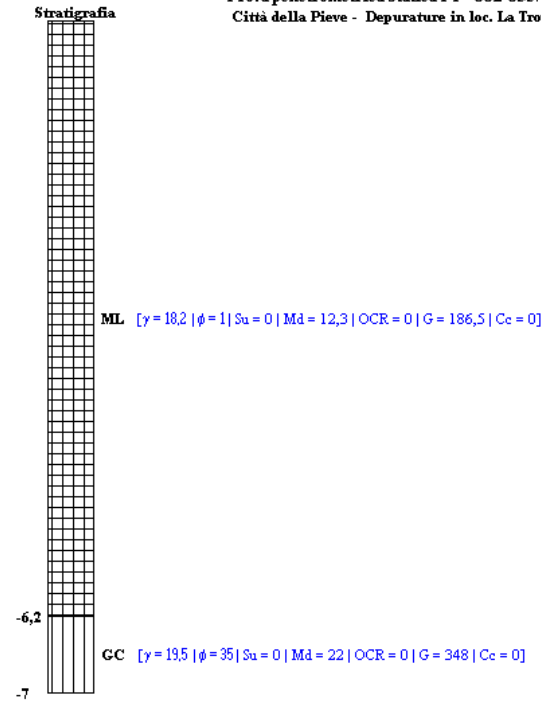
Prova Penetrometrica Statica P1 - 002-035/15

Città della Pieve - Depurature in loc. La Trova





Prova penetrometrica statica P1 - 002-035/15 - Analisi geotecnica
Città della Pieve - Depurature in loc. La Trova



γ = peso di volume umido (kN/mc)
 ϕ = angolo d'attrito (°)
 S_u = resistenza al taglio non drenata (kPa)
 M_d = modulo confinato (MPa)
 OCR = grado di sovraconsolidamento (-)
 G = modulo di taglio (MPa)
 C_c = indice di compressibilità (-)

ANALISI PROVE STATICHE CON PENETROMETRO MECCANICO [CPT]

Programma P.G.S.

c) Alberto Bruschi - Dario Flaccovio Editore

Committente: UMBRA ACQUE

Localita': **Città della Pieve**

Lavoro: Depuratore - Loc La Trova

Data: 30/01/2015

Passo delle misure = 20,00 cm.

Profondità della falda = 15,0 m.

PROVA PENETROMETRICA STATICA n. P2 - 002-035/15

VALORI DI RESISTENZE MISURATI

z	Rp	Rl
0,2	6	11
0,4	7	13
0,6	8	15
0,8	8	15
1,0	45	79
1,2	14	43
1,4	16	34
1,6	16	34
1,8	19	39
2,0	137	154
2,2	97	131
2,4	46	52
2,6	41	59
2,8	30	41
3,0	25	37
3,2	33	46
3,4	41	56
3,6	44	57
3,8	40	61
4,0	66	105
4,2	66	105
4,4	153	266
4,6	145	232

z = profondità

Rp = resistenza di punta (bar)

Rl = resistenza d'attrito (bar)

VALORI CALCOLATI

z	Qc	Fs	Rf	L	g	sv	sv'	Uo
0,2	0,6	33,3	5,56	Torba	14,7	3,6	3,6	0,0
0,4	0,7	40,0	5,71	Torba	15,5	7,2	7,2	0,0
0,6	0,8	46,7	5,83	Torba	16,0	10,8	10,8	0,0
0,8	0,8	46,7	5,83	Torba	16,3	14,4	14,4	0,0
1,0	4,5	226,7	5,04	Argilla limosa	18,1	18,0	18,0	0,0
1,2	1,4	193,3	13,81	Torba	18,2	21,6	21,6	0,0
1,4	1,6	120,0	7,50	Torba	17,8	25,2	25,2	0,0
1,6	1,6	120,0	7,50	Torba	17,9	28,8	28,8	0,0
1,8	1,9	133,3	7,02	Torba	18,2	32,4	32,4	0,0
2,0	13,7	113,3	0,83	Sabbia	18,1	36,0	36,0	0,0
2,2	9,7	226,7	2,34	Sabbia limosa	19,0	39,6	39,6	0,0
2,4	4,6	40,0	0,87	Sabbia	17,2	43,2	43,2	0,0
2,6	4,1	120,0	2,93	Sabbia limosa	18,5	46,8	46,8	0,0
2,8	3,0	73,3	2,44	Sabbia limosa	18,0	50,4	50,4	0,0
3,0	2,5	80,0	3,20	Argilla limosa	18,2	54,0	54,0	0,0
3,2	3,3	86,7	2,63	Sabbia limosa	18,3	57,6	57,6	0,0
3,4	4,1	100,0	2,44	Sabbia limosa	18,6	61,2	61,2	0,0
3,6	4,4	86,7	1,97	Sabbia	18,5	64,8	64,8	0,0
3,8	4,0	140,0	3,50	Argilla limosa	19,1	68,4	68,4	0,0
4,0	6,6	260,0	3,94	Argilla limosa	19,9	72,0	72,0	0,0
4,2	6,6	260,0	3,94	Argilla limosa	19,9	75,6	75,6	0,0
4,4	15,3	753,3	4,92	Argilla limosa	21,3	79,2	79,2	0,0
4,6	14,5	580,0	4,00	Sabbia limosa	21,0	82,8	82,8	0,0

z = profondità (m)

Qc = resistenza alla punta (MPa)

Fs = resistenza d'attrito (kPa)

Rf = rapporto delle resistenze (%)

L = litologia (criterio di Schmertmann, 1976)

g = peso di volume (kN/mc)

sv = tensione litostatica totale (kPa)

sv' = tensione litostatica effettiva (kPa)

Uo = pressione nei pori (kPa)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE - 1

z	L	CF	Id	f_p	f_vc	Su
0,2	Torba	23				33,1
0,4	Torba	29				38,5
0,6	Torba	33				43,8
0,8	Torba	37				43,6
1,0	Argilla limosa	19				249
1,2	Torba	51				76,59
1,4	Torba	39				87,5
1,6	Torba	41				87,3
1,8	Torba	39				103,8
2,0	Sabbia	2	89	43,0	28,5	
2,2	Sabbia limosa	10	80	43,0	30,4	
2,4	Sabbia	9	50	40,0	33,2	
2,6	Sabbia limosa	21	45	39,0	33,3	
2,8	Sabbia limosa	24	35	37,0	33,3	
3,0	Argilla limosa	31				135,9
3,2	Sabbia limosa	25	36	36,0	32,2	
3,4	Sabbia limosa	22	41	37,0	32,3	
3,6	Sabbia	20	43	37,0	32,0	
3,8	Argilla limosa	29				218,4
4,0	Argilla limosa	25				362,7
4,2	Argilla limosa	25				362,5
4,4	Argilla limosa	20				845,6
4,6	Sabbia limosa	18	81	42,0	30,8	

z = profondità (m)

CF = contenuto di fine [passante al 200] (%)

Id = indice di densità (%)

f_p = angolo d'attrito di picco(°)

f_vc= angolo d'attrito a volume costante(°)

Su = resistenza al taglio non drenata (kPa)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE - 2

z	OCR	E	M	mu	Cc	Go	Vs
0,2	30	4,9		0,500	0,140	74,0	156
0,4	30	5,7		0,500	0,143	86,0	167
0,6	23,3	6,5		0,500	0,144	98,0	176
0,8	17,4	6,4		0,500	0,144	96,0	176
1,0	30	36,9		0,500	0,133	554,0	305
1,2	20,4	11,3		0,500	0,250	170,0	257
1,4	19,9	12,9		0,500	0,166	194,0	237
1,6	17,4	12,9		0,500	0,166	194,0	237
1,8	18,4	15,4		0,500	0,160	231,0	248
2,0	8,9	36,2	39,9	0,153		202,0	309
2,2	6,4	30,4	28,2	0,181		198,0	332
2,4	3,2	18,7	16,0	0,223		174,0	225
2,6	2,6	17,5	14,3	0,225		179,0	268
2,8	1,7	14	12,0	0,225		174,0	235
3,0	14,4	20,1		0,500	0,109	302,0	233
3,2	1,6	15,1	11,5	0,208		195,0	246
3,4	1,9	17,8	14,3	0,210		215,0	259
3,6	2	18,8	15,4	0,205		227,0	255
3,8	18,3	32,4		0,500	0,113	486,0	275
4,0	29	53,8		0,500	0,119	807,0	327
4,2	27,6	53,8		0,500	0,119	807,0	327
4,4	30	125,5		0,500	0,132	1883,0	433
4,6	4,5	43,2	42,2	0,187		361,0	410

z = profondità (m)
 OCR = grado di sovraconsolidamento
 E = modulo elastico operativo E25 (MPa)
 M = modulo confinato (MPa)
 mu = coefficiente di Poisson (-)
 Cc = indice di compressibilità (-)
 Go = modulo di taglio (MPa)
 Vs = velocità onde di taglio (m/s)

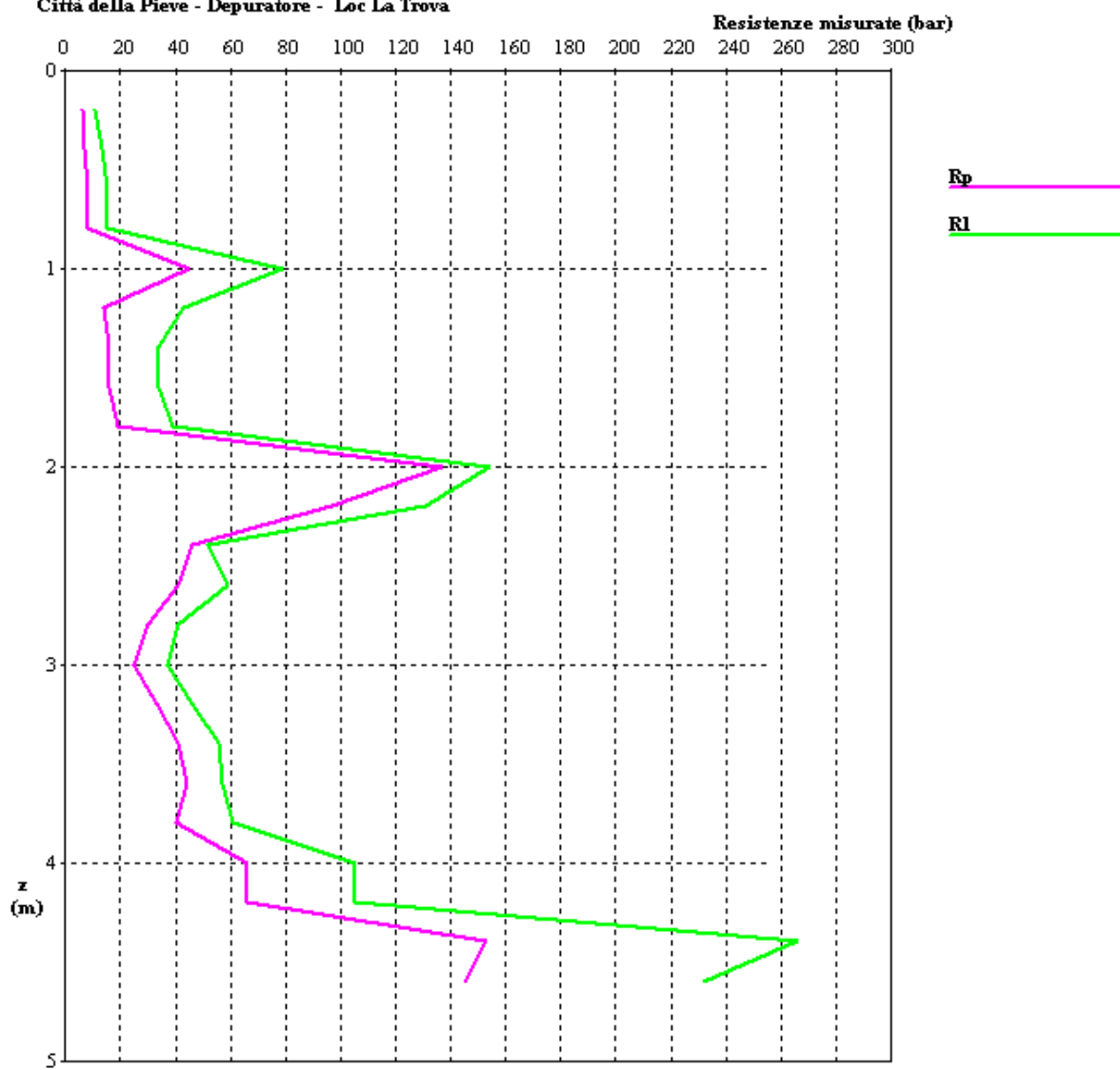
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

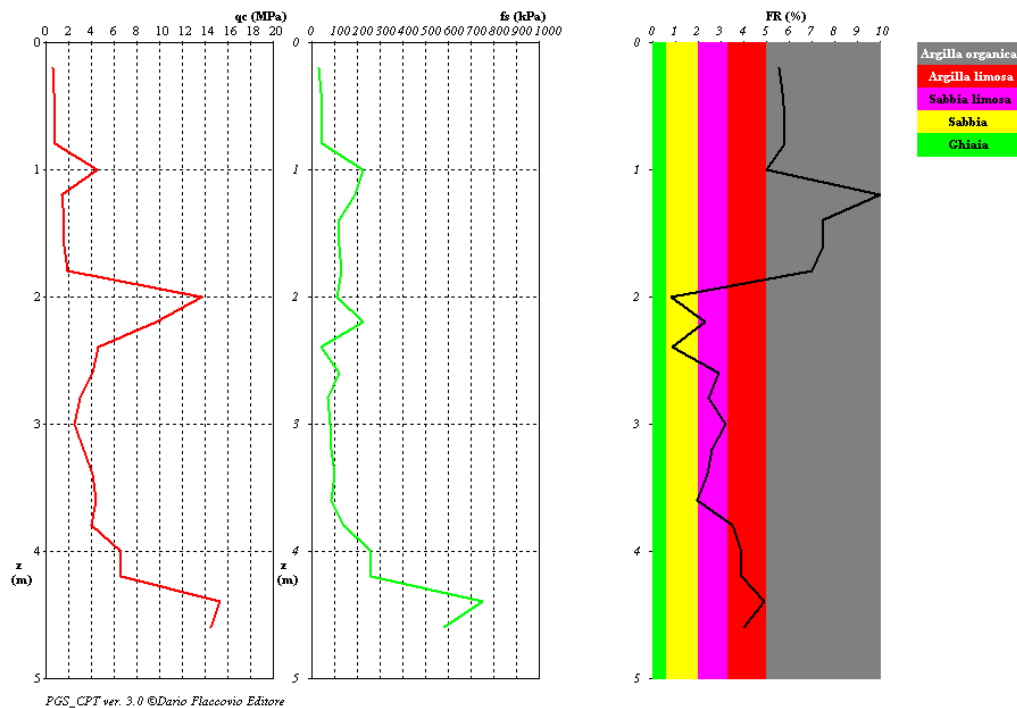
da m.	a m.	Qc	g	Id	f	Su	M	OCR	Go	Vs	Cc	Litotipo
0.0	4	3,54	17,6	22	16		17,5		213,1	242,4	0	ML
4	4,6	9,49	20,3				77,6		1165,6	362,6	0	GC

Qc = resistenza alla punta (MPa)
 g = peso di volume (kN/mc)
 Id = indice di densità (%)
 f = angolo d'attrito (°)
 Su = resistenza al taglio non drenata (kPa)
 M = modulo confinato (MPa)
 OCR = grado di sovraconsolidamento (-)
 Go = modulo di taglio (MPa)
 Vs = velocità onde di taglio (m/s)
 Cc = indice di compressibilità (-)

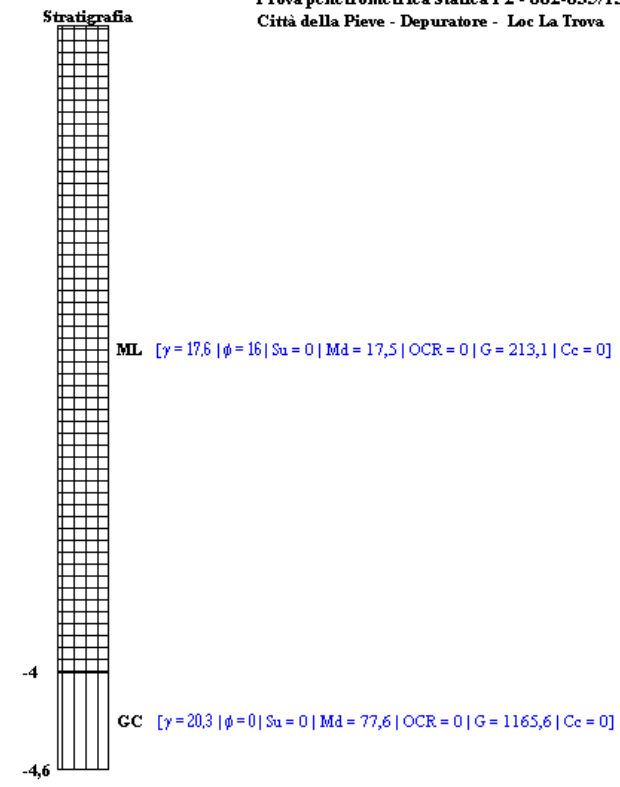
Prova Penetrometrica Statica P2 - 002-035/15

Città della Pieve - Depuratore - Loc La Trova





Prova penetrometrica statica P2 - 002-035/15 - Analisi geotecnica
Città della Pieve - Depuratore - Loc La Trova



γ = peso di volume umido (kN/mc)
 ϕ = angolo d'attrito (°)
 S_u = resistenza al taglio non drenata (kPa)
 M_d = modulo confinato (MPa)
 OCR = grado di sovraconsolidamento (-)
 G = modulo di taglio (MPa)
 C_c = indice di compressibilità (-)

RELAZIONE SULLE INDAGINI SISMICHE

1. PREMESSA

Su incarico della Perigeo S.r.l. è stata eseguita una prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) ed una di tipo H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) in località Città della Pieve, nel comune di Città della Pieve in data 29/01/2015.

Lo scopo di queste indagini è la caratterizzazione sismica del sottosuolo in accordo alla normativa vigente (D.M. 14.01.2008).

Si allegano i seguenti elaborati:

- Stralcio Ortofoto con ubicazione indagini sismiche;
- Sismogramma di campagna (M.A.S.W.);
- Spettro osservato con curva di dispersione piccata (M.A.S.W.);
- Profilo verticale Vs identificato (M.A.S.W.);
- Grafico rapporto H/V – Frequenza (H.V.S.R.);
- Profilo verticale Vs – Vp identificato (H.V.S.R.).

2. INDAGINE GEOFISICA MASW – DESCRIZIONE DEL METODO E DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999) permette di determinare l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh.

Le principali proprietà utilizzate sono le seguenti: la maggior parte dell'energia generata sia in compressione che di taglio è convertita in onde di superficie (circa il 90%); la propagazione delle onde di superficie è influenzata in misura minore dalle onde P e dalla densità del mezzo, mentre è funzione delle Vs; ma la proprietà fondamentale delle onde superficiali è costituita dal fenomeno della dispersione nei mezzi stratificati.

L'indagine è stata svolta mediante l'utilizzo di un sismografo DO.RE.MI a 16 bit con geofoni da 4,5 Hz marca Sara instruments. Nell'esecuzione della prova MASW attiva è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 8 Kg, battente su un piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking). La sorgente è stata posta ad una distanza di 4 e 6 m dal primo geofono e 4 e 6 m dall'ultimo geofono (tiro coniugato).

La spaziatura tra i geofoni è stata di 4 metri per 12 canali per una lunghezza totale dello stendimento di 44 metri. Lo stendimento totale comprendente sorgente - geofoni è stato di 60 metri totali. Attraverso lo spostamento del punto di battuta di $\frac{1}{2}$ spazio intergeofonico (da 4 metri a 6 metri) è stato possibile aumentare il numero dei canali da 12 a 24 mediante il processo di interlacing. I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (Geopsy e Easy Masw - Geostru) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.



Foto n.1 : stendimento sismico di tipo M.A.S.W.

4. INDAGINE GEOFISICA HVSR – DESCRIZIONE DEL METODO E DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Il rilievo dei microtremori con stazione singola (HVSR) consiste nella misurazione del “noise” o rumore ambientale, attraverso un apparato di registrazione dotato di n.3 velocimetri (o accelerometri) disposti nelle tre direzioni dello spazio, ed intesi a determinare la forma dello spettro risultante dalla struttura del sottosuolo. L’analisi del segnale viene effettuata rapportando lo spettro verticale a quello medio orizzontale risultante dalla registrazione, variabili in relazione alla anisotropia del mezzo attraversato e dei gradienti di impedenza presenti nel sottosuolo.

$$\text{Rapporto di impedenza sismica } RI = \left(\frac{\rho_s * v_s}{\rho_b * v_b} \right)$$

Dove ρ è la densità del terreno e V è la velocità delle onde di Rayleigh.

Il valore massimo del rapporto HVSR risulta relazionato allo spessore H dei sedimenti sottesi dalle superfici qualificate da rapporti di impedenza superiori a 25%; le condizioni occorrono in corrispondenza di frequenze di risonanza caratteristiche del sito. L'assenza di gradienti di impedenza sismica non permettono risoluzioni adeguate delle geometrie del sottosuolo.

Disponendo della lettura del valore di frequenza per la quale risulta massimo il rapporto H/V delle componenti spettrali del moto, valore che corrisponde alla **frequenza di sito** (f_0), la determinazione delle incognite relative alla geometria del sottosuolo (V_s e H) necessita di informazioni ulteriori che devono essere acquisite attraverso differenti prospezioni o dati stratigrafici altrimenti noti nell'area (es.: indagini sismiche tipo M.A.S.W.).

L'indagine è stata svolta mediante l'utilizzo di un digitalizzatore sismico 3 canali 24 bit versione SS-45. Nell'esecuzione della prova HVSR si è registrato per un tempo di 25 min., lo strumento è stato posizionato ad una distanza sufficiente da edifici, alberi o strutture in elevazione, per evitare risentimenti di risonanze non dipendenti dalle geometrie di sottosuolo, è stato verificato la presenza di rumore ambientale anche a basse frequenze (tipo mareggiate / tempo perturbato) e l'assenza di sorgenti dominanti di rumore o sorgenti di alta densità (quali impianti industriali in attività prossima al sito di rilievo).

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (Geopsy) per la determinazione della frequenza di sito e attraverso dati ricavati dall'indagine M.A.S.W. anche la sismostratigrafia del sottosuolo.



Foto n.2 : stazione sismica di tipo H.V.S.R.

5. ELABORAZIONE DATI

I dati acquisiti dall'indagine M.A.S.W. sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di quest'ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (V_s).

Le fasi di elaborazione eseguite sono:

1. Caricamento sismogrammi (fig.1);
2. Calcolo degli spettri di velocità Frequenza Hz – Velocità fase m/sec (fig.2);
3. Modellazione diretta delle curve di dispersione del modo fondamentale mediante l'elaborazione di vari modelli Velocità / Spessori via via più soddisfacenti;
4. Piccaggio delle curve di dispersione ottimizzate (fig.2);
5. Inversione delle curve di dispersione;
6. Modello finale della variazione delle Velocità V_s con la profondità (fig.3).

I dati acquisiti dall'indagine H.V.S.R. sono stati elaborati (analisi del segnale attraverso la definizione delle finestre di calcolo, del range di frequenza) per ottenere la frequenza di sito. Sapendo che ad ogni picco in frequenza corrisponde una profondità dell'orizzonte che genera il contrasto d'impedenza si può estrapolare una stratigrafia geofisica del sottosuolo.

Le fasi di elaborazione eseguite sono:

1. Il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo dell'ordine di 25 min.;
2. La registrazione è stata suddivisa in intervalli della durata di qualche secondo ciascuno;
3. Per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale dello stesso nelle sue tre componenti;
4. Vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

La sovrapposizione degli spettri sismici acquisiti (fig.4) denota l'assenza di picchi significativi aventi rapporto H/V maggiore di 2, pertanto è possibile escludere amplificazioni dovuti a contrasti di impedenza del terreno.

6. INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

Le indagini sismiche sono state interpretate singolarmente e correlate insieme prendendo le caratteristiche principali di ciascun metodo (MASW precisione strati superficiali, HVSR prospezioni profonde) e ottenendo una sismostratigrafia fino a buone profondità.

Il calcolo del V_{s30} è stato ottenuto, come da normativa (D.M. 14/01/2008), dalla relazione:

$$V_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_i}}$$

dove $H = 30$ metri e H_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di profondità.

Risultati indagine MASW

N. STRATO	VELOCITA' V_s (m/sec)	VELOCITA' V_p (m/sec)	Mod. deform. Taglio – G_0 (Mpa)	Mod. Edometrico – E_d (Mpa)	Mod. di Young – E_y (Mpa)	PROFONDITA' H (metri)
1	133	250	32,18	112,64	83,68	1,5
2	190	357	65,57	229,49	170,48	6,0
3	416	779	312,77	1094,69	813,20	15,6
4	437	818	344,25	1204,88	895,06	30

$$V_{s30} = 330 \text{ m/sec}$$

Risultati indagine HVSR

N. STRATO	VELOCITA' V_s (m/sec)	VELOCITA' V_p (m/sec)	DENSITA' (t/mc)	PROFONDITA' H (metri)
1	102	356	1889	0,8
2	213	372	1910	7,2
3	366	604	1967	18,1
4	466	995	2020	78
5	996	1655	2082	Da 78 in poi

$$V_{s30} = 321 \text{ m/sec}$$

Alla luce dei risultati sopra citati, in base alla normativa vigente (D.M. 14/01/2008) si può classificare il sito come segue:

Prospezione sismica	V _{s30} (m/sec)	Categoria di sottosuolo di Fondazione (D.M. 14/01/2008)
MASW	330	C

“depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).”

Prospezione sismica	V _{s30} (m/sec)	Categoria di sottosuolo di Fondazione (D.M. 14/01/2008)
HVSR	321	C

“depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).”

Gennaio 2015

dott. geol. Stortoni Francesco




Francesco Stortoni

STRALCIO ORTOFOTO CON UBICAZIONE INDAGINI SISMICHE

Non in scala

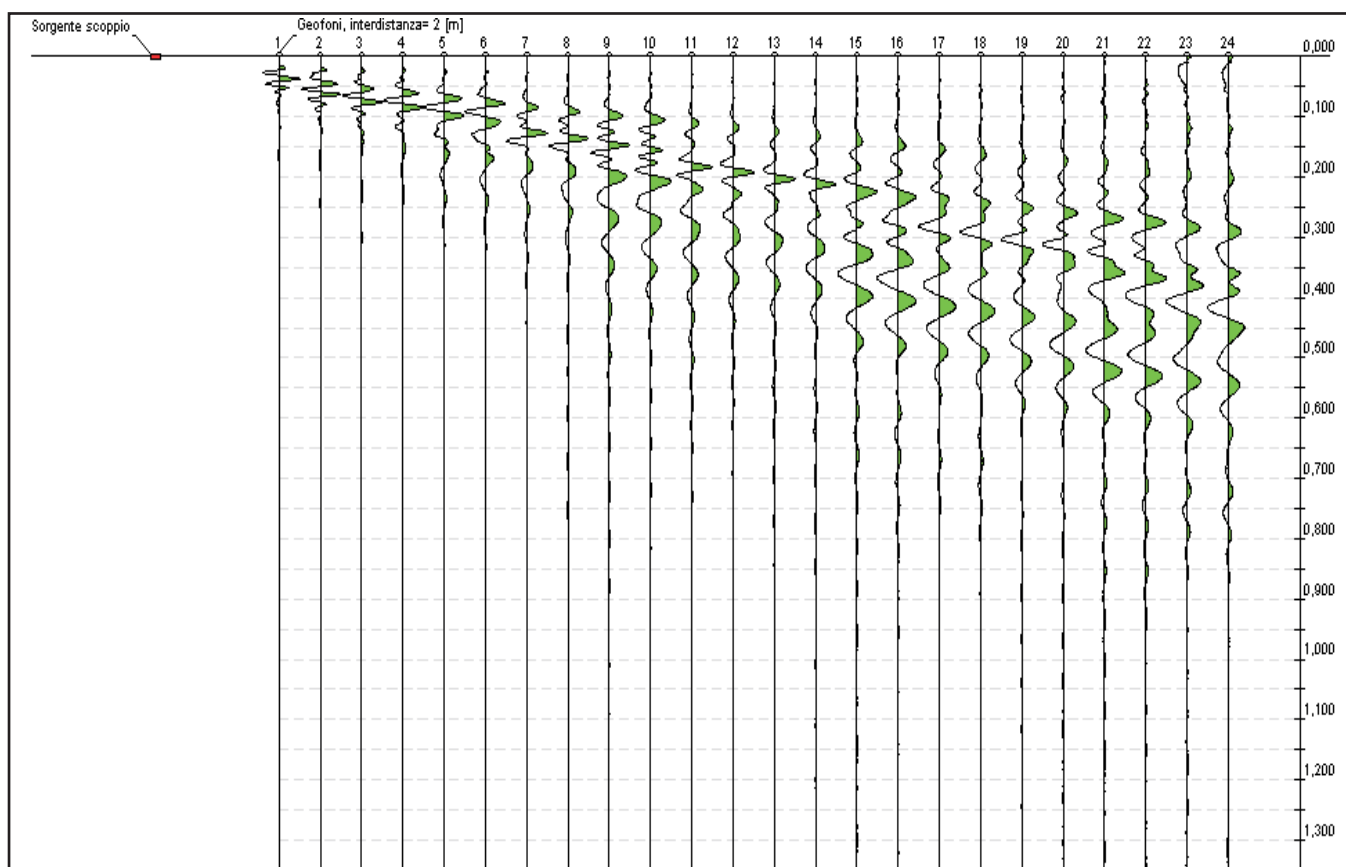


 Stendimento sismico
di tipo M.A.S.W.

 Indagine sismica
di tipo H.V.S.R.

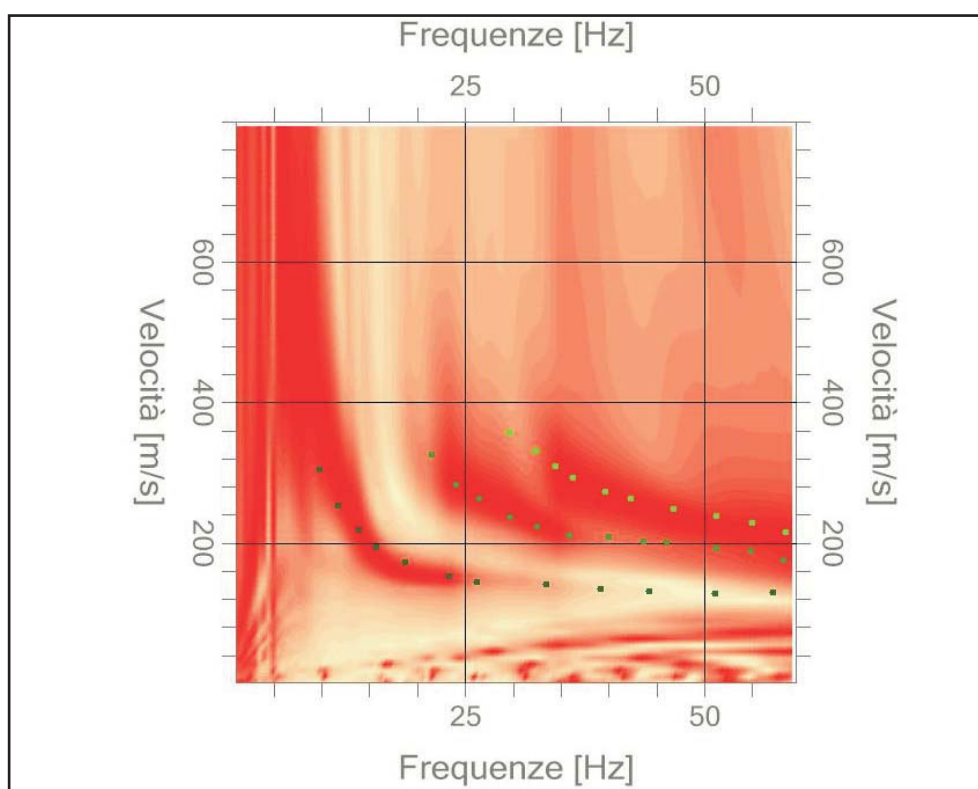
SISMOGRAMMA DI CAMPAGNA (M.A.S.W.)

FIG. 1



SPETTRO OSSERVATO CON CURVA DI DISPERSIONE PICCATA (M.A.S.W.)

FIG. 2



PROFILO VERTICALE V_s IDENTIFICATO (M.A.S.W.) FIG. 3

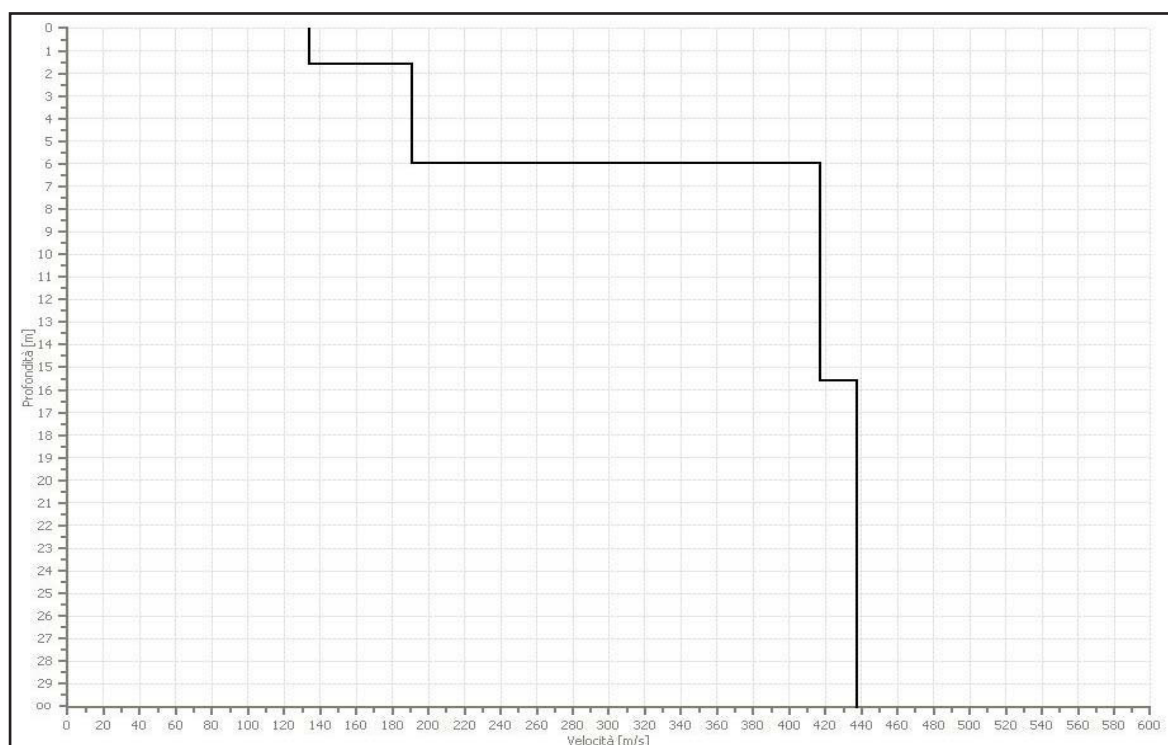
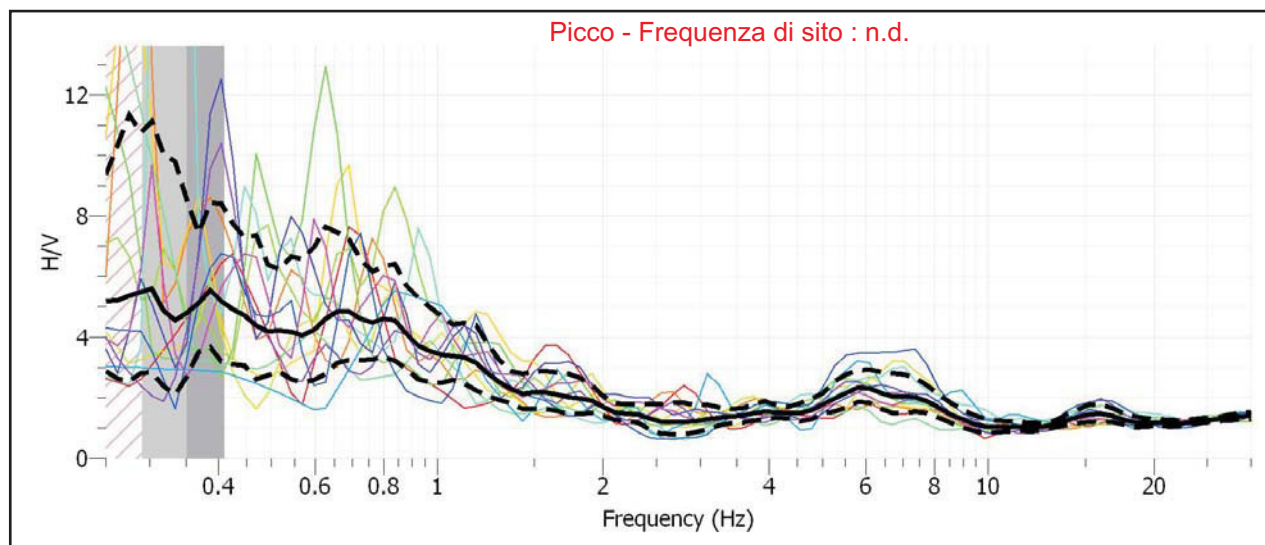
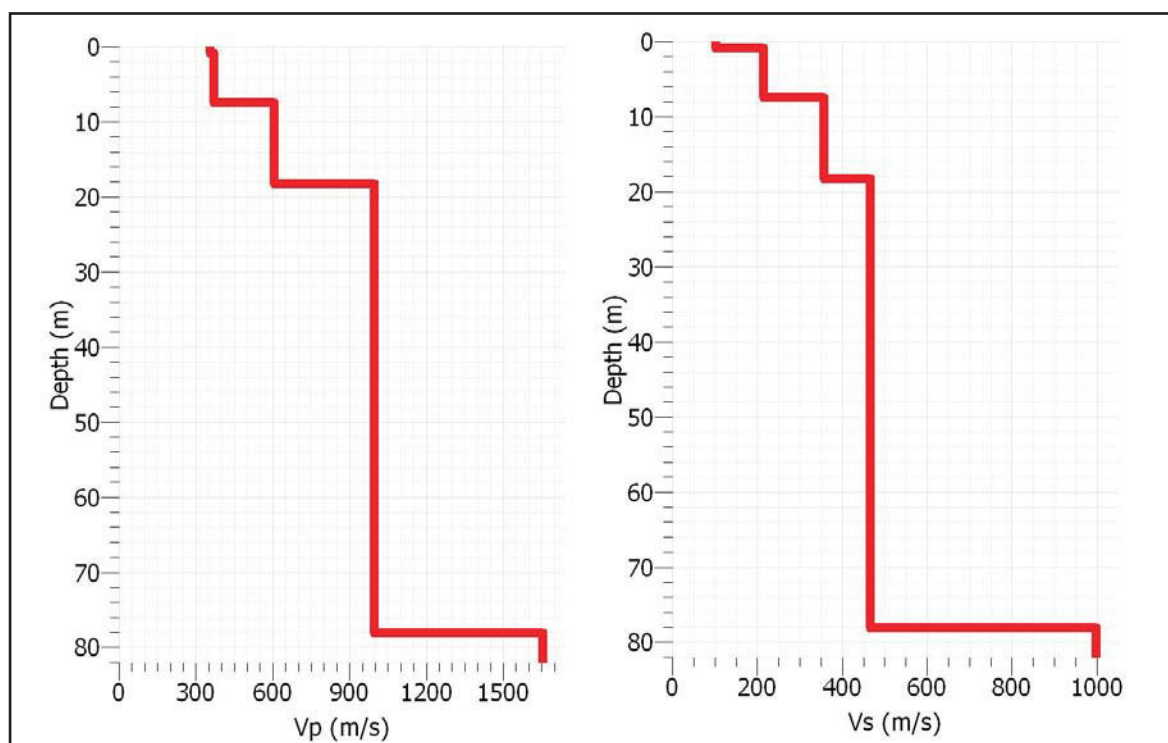


GRAFICO RAPPORTO H/V - FREQUENZA (H.V.S.R.) FIG. 4



PROFILO VERTICALE V_s - V_p IDENTIFICATO (H.V.S.R.)

FIG. 5





SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE

N° D'ORDINE: 07/15
COMMITTENTE: UMBRA ACQUE

LOCALITA': Depuratore Città della Pieve (PG)

SONDAGGIO: 1
CAMPIONE: 1
PROFONDITA': 1,7-2,3
DATA INIZIO: 2-02-2015
DATA FINE: 9-02-2015

PARAMETRO GEOTECNICO	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
DENSITA'	γ	19,90	kN/m ³
DENSITA' SECCA	γ_d	15,63	kN/m ³
DENSITA' IMMERSA	γ_i		kN/m ³
DENSITA' SATURA	γ_{sat}		kN/m ³
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s		kN/m ³
INDICE DEI VUOTI	e		
POROSITA'	n		%
GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE	Sr		%
UMIDITA' NATURALE	w	27,29	%
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	39,2	%
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	24,0	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	15,2	
LIMITE DI RITIRO	LR		%
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	0,78	
QUALITA' DEL CAMPIONE		Q5	
ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO	ϕ'	27	°
COESIONE DRENATA	c'	14,0	kPa
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO	ϕ_{res}	-	°
COESIONE NON DRENATA	Cu	-	kPa
ANALISI GRANULOMETRICA			
PARTE GROSSOLANA	GHIAIA	SABBIA	LIMO+ARGILLA
(% trattenuta al setaccio n°200)	4,00	22,55	73,45
PARTE FINA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(% passante al setaccio n°200)	1,25	62,48	36,27
GRANULOMETRIA CUMULATIVA	GHIAIA	SABBIA	LIMO
	4,00	23,47	45,89
			26,64
CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006		A 6	
INDICE DI GRUPPO		10	

DESCRIZIONE: Limi argillosi con sabbia e clasti sparsi

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

LOCALITA': CITTA' DELLA PIEVE (PG)
COMMITTENTE: PERIGEO SONDAGGI srl
per conto UMBRA ACQUE

SONDAGGIO: S 1
CAMPIONE: CI 1
PROFONDITA': 1,7-2,3 m





MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA
MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI

N° D'Ordine: 07/15 N° Certificato: 58/15
Indagine: Depuratore Città della Pieve
Committente: Umbra Acque
Località: Città della Pieve (PG)
Sondaggio: 1 Campione: 1
Profondità: 1,7-2,3 Data ricevimento: 30-01-2015
Data apertura campione: 2-02-2015 Data esecuzione: 6-02-2015
Descrizione del campione: Limi argillosi con sabbia e clasti sparsi

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA

Tara Contenitore	71,86 g
Massa umida del terreno + Tara	198,09 g
Massa secca del terreno + Tara	171,03 g
Massa Netta Secca del terreno	99,17 g
Massa del contenuto in Acqua nel terreno	27,06
MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA	27,29 %

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Volume Fustella	40,00 cm ³
Tara Fustella	8,55 g
Massa del Terreno e della Fustella	88,14 g
PESO DELL'UNITA' DI VOLUME	19,90 kN/m ³

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI

	PROVA 1	PROVA 2
Volume del Picnometro	75,00	75,00 (cm ³)
Tara Picnometro	48,41	40,72 (g)
Massa secca del terreno + Tara	73,02	66,29 (g)
Temperatura di prova	15,5	14,50 (°)
Peso di volume Acqua T° (γ _w)	0,99905	0,9992 (kN/m ³)
Massa Netta Secca del terreno (p)	24,62	25,57 (g)
Massa acqua e picnometro (p1)	123,113	116,57 (g)
Massa acqua picnometro e terreno (p2)	138,69	132,81 (g)
Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (γ_s)	27,20	27,39 (kN/m ³)
Valore medio (γ_s)	27,30	(kN/m ³)

Lo sperimentatore
Dott. Geol. David Severini
David Severini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Enrico Bonacini Bonaca

Pagina 1/1



DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG

N. d'Ordine : 07/15

N. Certificato : 59/15

Indagine : Depuratore Città della Pieve

Committente : Umbra Acque

Località : Città della Pieve (PG)

Sondaggio n°: 1

Campione n° : 1

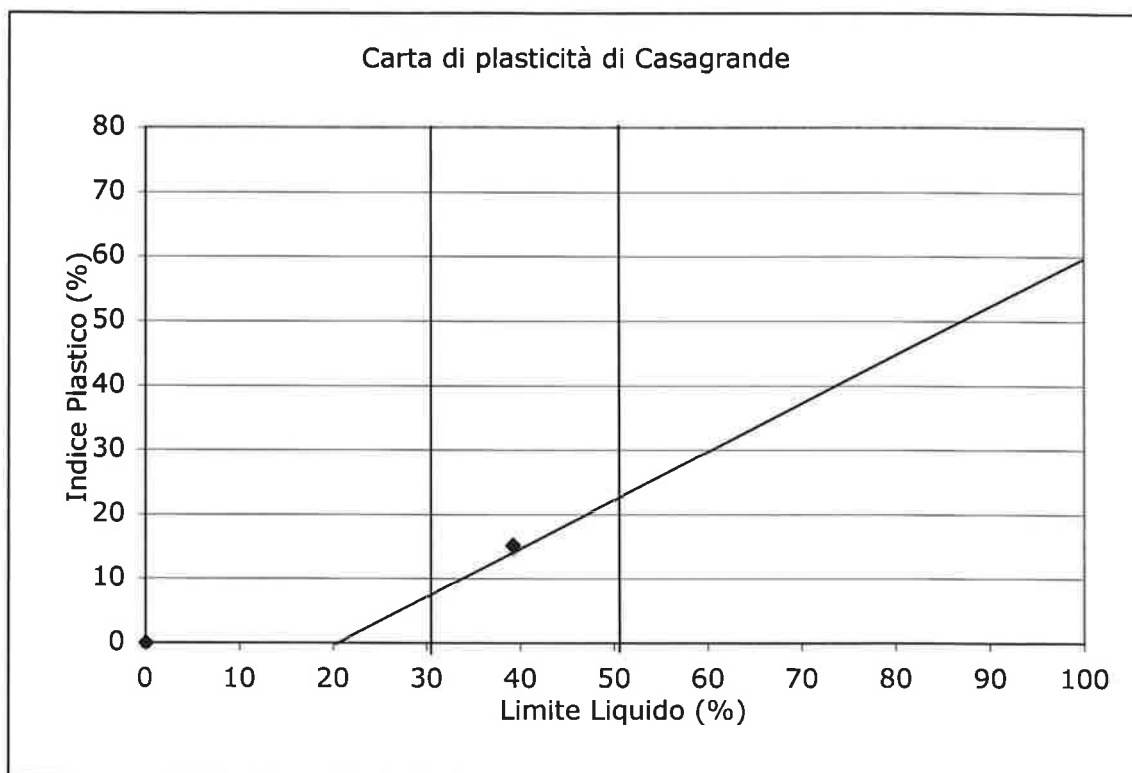
Profondità di prelievo (m) : 1,7-2,3

Data ricevimento campione: 30-01-2015

Data apertura campione: 2-02-2015

Data esecuzione prova: 4-02-2015

Descrizione del campione : Limi argillosi con sabbia e clasti sparsi



Contenuto naturale d'acqua	27,3	%
Limite Liquido	39,2	%
Limite Plastico	24,0	%
Indice Plastico	15,2	
Limite di Ritiro		%
Indice di Consistenza	0,78	
Classificazione del Materiale:	Argille a media plasticità	

Lo sperimentatore

Dott. Geol. David Saverini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Pagina 1/1



ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

N. d'Ordine : 07/15

N. Certificato : 60/15

Indagine : Depuratore Città della Pieve

Committente : Umbra Acque

Località : Città della Pieve (PG)

Sondaggio n°: 1

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 1,7-2,3

Ricevimento campione: 30-01-2015

Data apertura campione: 2-02-2015

Data esecuzione prova: 3-12-2014

Descrizione del campione : Limi argillosi con sabbia e clasti sparsi

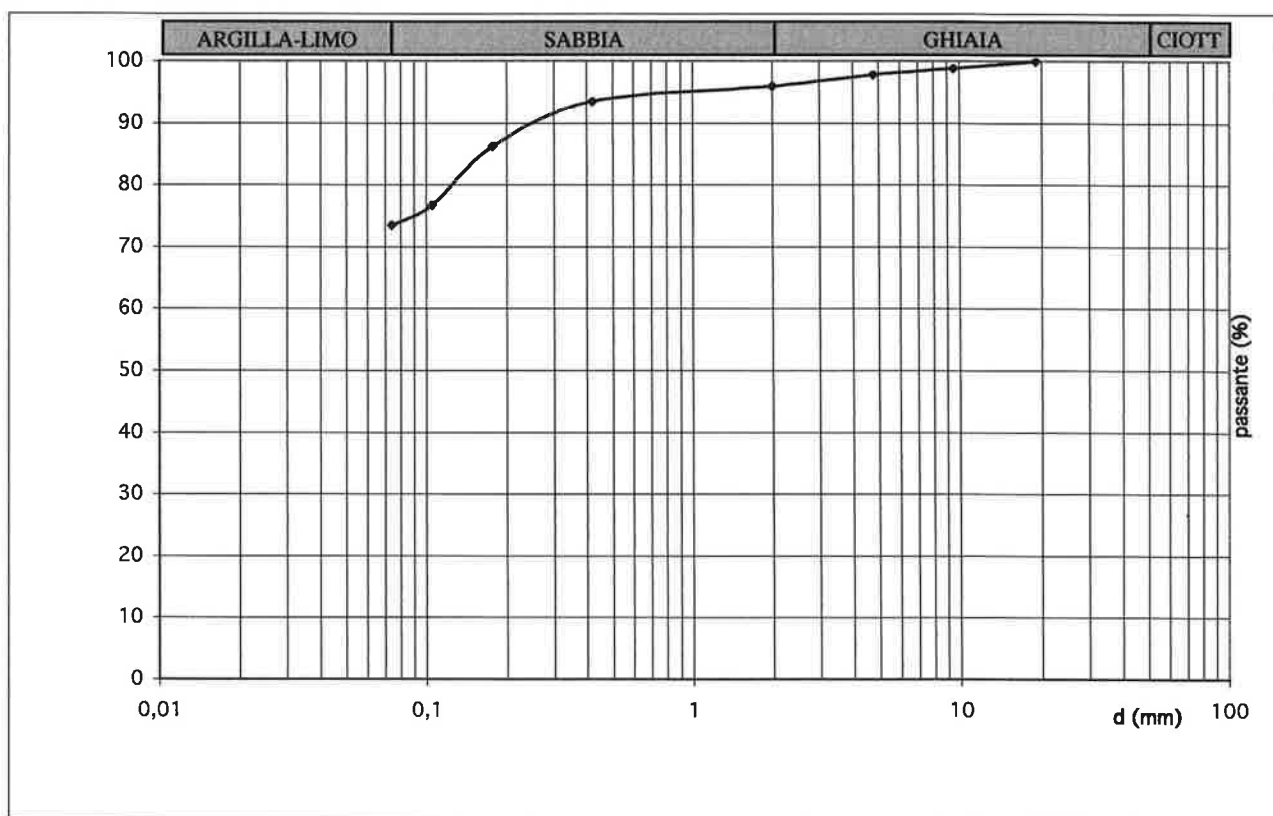
Tipo di prova: per via umida

Umidità (%) : 27,29

Peso totale del campione (g): 350

Peso secco (g) : 275

Setacci (Serie ASTM)	Apertura d (mm)	Peso netto trattenuto (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
3/4	19,05	0	0,00	100,00
3/8	9,53	3	1,09	98,91
N4	4,76	6	2,18	97,82
N10	2,00	11	4,00	96,00
N40	0,42	18	6,55	93,45
N80	0,177	38	13,82	86,18
N140	0,105	64	23,28	76,72
N200	0,074	73	26,55	73,45



Lo sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Procedura UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Pagina 1/1

PO-12a



ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

N. d'Ordine : 07/15

N. Certificato : 61/15

Indagine : Depuratore Città della Pieve

Committente : Umbra Acque

Località : Città della Pieve (PG)

Sondaggio n°: 1

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 1,7-2,3

Data ricevimento campione: 30-01-2015

Data apertura campione: 2-02-2015

Data esecuzione prova: 5-02-2015

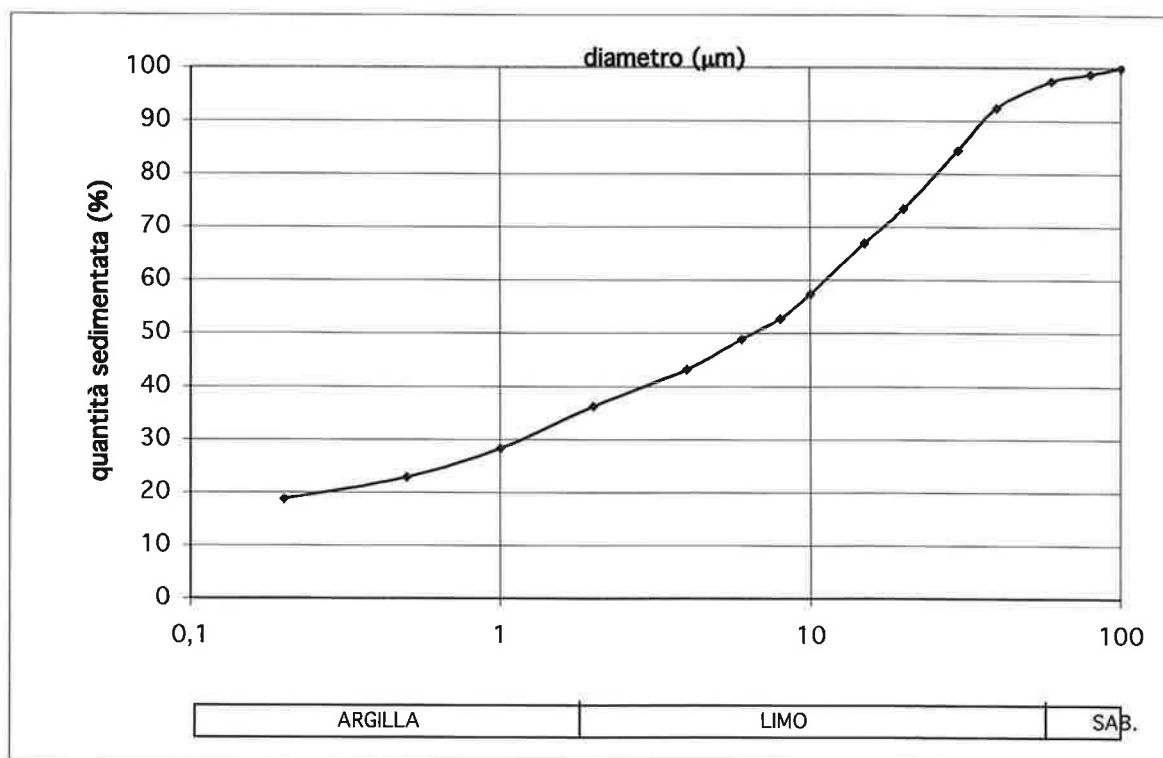
Descrizione del campione : Limi argillosi con sabbia e clasti sparsi

Peso totale del campione (g): 40

Temperatura di prova: 24

Peso specifico dei granuli (kN/m³): 27,30

DIAMETRO (μ m)		QUANTITA' %
0,2	Argilla	18,62
0,5		22,91
1		28,30
2		36,27
4	Limo	43,14
6		48,83
8		52,67
10		57,44
15		66,92
20		73,39
30		84,40
40		92,36
60	Sabbia	97,46
80		98,75
100		100,00



Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Pagina 1/1



CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI CNR-UNI INDICE DI GRUPPO

N. d'Ordine : 07/15

N. Certificato : 62/15

Indagine : Depuratore Città della Pieve

Committente : Umbra Acque

Località : Città della Pieve (PG)

Sondaggio n°: 1

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 1,7-2,3

Data ricevimento campione: 30-01-2015

Data apertura campione: 2-02-2015

Data esecuzione prova: 6-02-2015

Descrizione del campione : Limi argillosi con sabbia e clasti sparsi

Passante al setaccio 2 UNI	-
Passante al setaccio 0,4 UNI	-
Passante al setaccio 0,075 UNI	> 35
Limite liquido	≤ 40
Indice plastico	> 10

CLASSIFICAZIONE CNR - UNI

A 6

INDICE DI GRUPPO

10

Lo sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Pagina 1/1



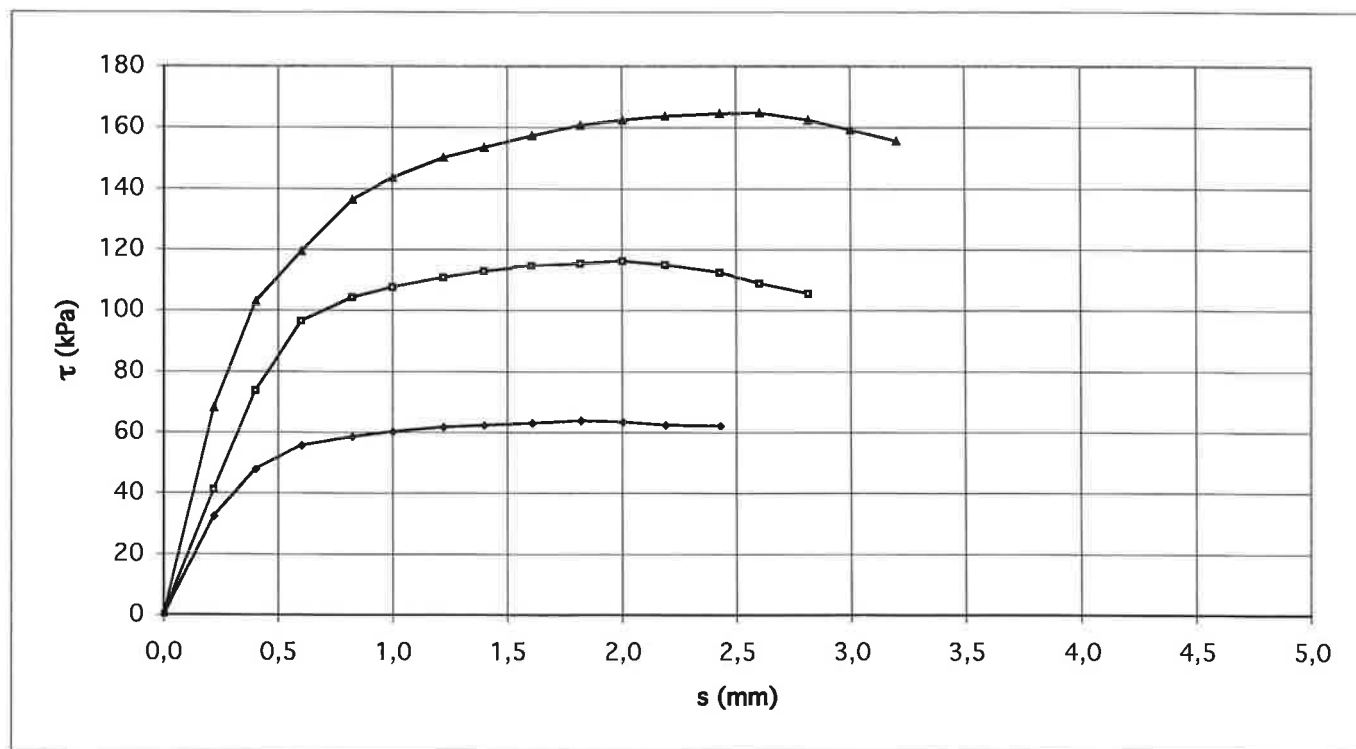
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

N. d'Ordine : 07/15
Indagine : Depuratore Città della Pieve
Committente : Umbra Acque
Località : Città della Pieve (PG)
Sondaggio n° : 1
Profondità di prelievo (m) : 1,7-2,3
Data ricecimento campione: 30-01-2015
Data apertura campione: 2-02-2015
Data esecuzione prova: 2-02-2015
Descrizione del campione : Limi argillosi con sabbia e clasti sparsi

N. Certificato : 63/15

Campione n° : 1

PROVINO N.	1	2	3
Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	19,89	19,88	19,91
Contenuto naturale d'acqua (%)	27,29	27,29	27,29
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Velocità di deformazione (mm/min)	0,0010		
Dimensione dei provini (cm)	2,00 x 6,00		
Tipo di prova eseguita:	UU		



Lo Sperimentatore
Dot. Geol. David Severini
David Severini

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca
Fabio Bonazzi Bonaca

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

pagina 1/2



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

N. d'Ordine : 07/15

N. Certificato : 63/15

Indagine : Depuratore Città della Pieve

Committente : Umbra Acque

Località : Città della Pieve (PG)

Sondaggio n° : 1

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 1,7-2,3

Data ricevimento campione: 30-01-2015

Data apertura campione: 2-02-2015

Data esecuzione prova: 2-02-2015

Descrizione del campione : Limi argillosi con sabbia e clasti sparsi

VALORI DEGLI SFORZI DI TAGLIO

Spostamento s (mm)	Provino 1 τ (kPa)	Provino 2 τ (kPa)	Provino 3 τ (kPa)
0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	32,3	41,1	68,0
0,4	47,8	73,6	102,9
0,6	55,6	96,5	119,3
0,8	58,6	104,2	136,1
1,0	60,3	107,7	143,4
1,2	61,6	110,7	150,0
1,4	62,4	112,8	153,3
1,6	62,9	114,5	157,2
1,8	63,8	115,4	160,6
2,0	63,3	116,3	162,3
2,2	62,4	115,0	163,6
2,4	62,0	112,4	164,5
2,6		108,9	164,6
2,8		105,5	162,3
3,0			159,3
3,2			155,5
3,4			
3,6			
3,8			
4,0			
4,2			
4,4			
4,6			
4,8			
5,0			

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. David Severini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

pagina 2/2