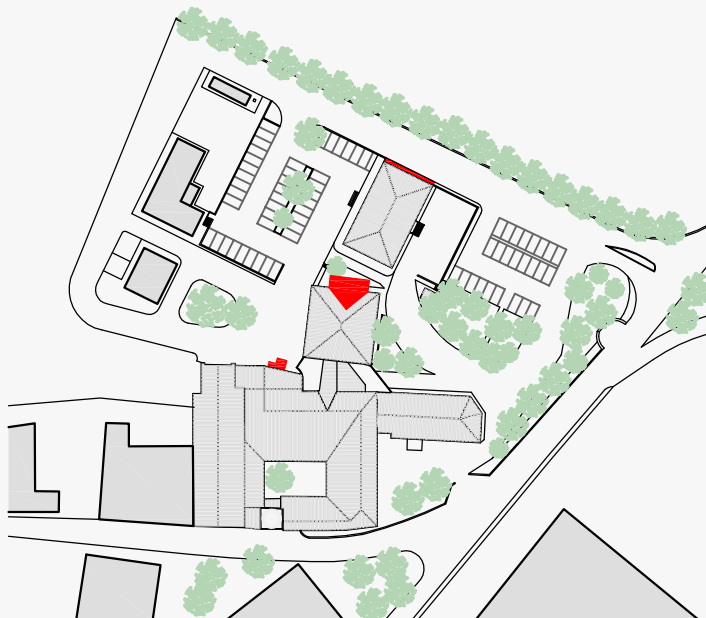


Codice CUP: F91E14000390008  
Codice CIG: 6487221020

## PROGETTO ESECUTIVO



### PROGETTO DEFINITIVO STABILIMENTO OSPEDALIERO E CASA DELLA SALUTE

#### RELAZIONE GEOLOGICA/GEOTECNICA INTEGRATIVA

CODICE ELAB.      BN1-E-GE-R02_A	
Formato      A4	Scala      ----
<b>COORDINATORE</b> <i>Ing. Egisto Grifa</i>	<b>PROGETTISTI</b> <i>Ing. Nando Granieri      Ing. Marco Abram</i> <i>Arch. Giovanni Orsoni      Ing. Filippo Pambianco</i> <i>Ing. Federico Durastanti      Ing. Luca Nani</i> <i>Ing. Elena Bartolucci      Ing. Laura Sbrenna</i> <i>Ing. Vasco Truffini      Dott. Geol. Vito Cresci</i>

Impresa



Progettisti



**CRESCI  
VITO**

**GEOLOGO**

ALBO REGIONE  
UMBRIA  
TIMBRO N.464

Via  
SETTEMBRINI N.15  
S. MARIANO  
DI CORCIANO

cellulare  
347.6004574

e-mail  
cresci@geoap.it

p. I.V.A.  
02952980544

c.f.  
CRSVTI79B16G062H

Timbro e firma



PAGINE N. 10

ALLEGATI PAG. 9

TAVOLE 1-6

**REALIZZAZIONE DEI LAVORI DI  
RIQUALIFICAZIONE DELL'OSPEDALE  
DI CITTA' DELLA PIEVE (PG) –  
ACCORDO DI PROGRAMMA DEL 5/03/2013  
PER IL SETTORE DEGLI INVESTIMENTI SANITARI  
(ART. 20 L. 67/88) - INTERVENTO N. 6.B –  
CUP F91E14000390008 CIG 6487221020.**

**RELAZIONE GEOLOGICA  
ESECUTIVA  
CON VALUTAZIONI SULLA FUNZIONALITA' IDRAULICA  
E SULL'EQUILIBRIO IDROGEOLOGICO  
E TERRE E ROCCE DA SCAVO**

**CITTA' DELLA PIEVE**

PROVINCIA DI PERUGIA

***LOCALITA': VIA BEATO GIACOMO VILLA***

COMMITTENTE:  
AZIENDA USL UMBRIA 1  
VIA G. GUERRA N. 21  
06217 - PERUGIA

DATA: MARZO 2017

RIFERIMENTO: USL -2-16

Il progettista (P.P.V.)

Tutti i diritti sono riservati; è vietata la riproduzione e divulgazione e terzi.

## PREMESSA

Il progetto di riqualificazione ed ampliamento interessa lo stabilimento ospedaliero di Città della Pieve di proprietà dell'Azienda U.S.L. UMBRIA 1 si è proceduto ad effettuare uno studio geologico – geotecnico e idrogeologico esecutivo, su un terreno di proprietà della U.S.L. UMBRIA 1 dove è in progetto la riqualificazione dello stabilimento ospedaliero sito in località Città della Pieve, in accordo alle disposizioni della vigente normativa Nazionale e Regionale. Gli interventi proposti sono la risposta al progetto di riqualificazione dell'assistenza sanitaria dell'ambito distrettuale del Trasimeno a seguito del processo dei servizi della USL Umbria 1, necessari al fine di garantire le risposte sanitarie appropriate, in base alla D.G.R. n.808 del 30/06/2014. Il presente elaborato è conforme allo "standard minimo di relazione geologica per il progetto edilizio" adottato dall'Ordine dei Geologi della Regione Umbria dal 01.12.12 (delib. N. 36 del 28.09.2012).



L'indagine geologica si è svolta secondo le seguenti fasi operative:

- Raccolta dei dati bibliografici, tecnici, cartografici ed indagini pregresse;
- Rilevamento geologico di superficie dell'area in esame;
- Interpretazione - elaborazione dei dati e stesura della presente relazione.

Si allegano i seguenti elaborati:

- ✓ Estratto Tavoletta IGM in scala 1:25.000;
- ✓ Estratto Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000;
- ✓ Estratto IFFI;
- ✓ Estratto planimetria catastale;
- ✓ Carta geologica-litologica;
- ✓ Planimetria ubicazione indagini;
- ✓ Sezioni interpretative

## INQUADRAMENTO E CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO

L'area in oggetto è situata al margine orientale di Città della pieve , in posizione sopraelevata. La cartografia ufficiale di riferimento è la seguente:

- Foglio 130 IV NO - Cartografia I.G.M su scala 1:25.000
- Sezione 322-010 Carta Tecnica Regionale su scala 1:10.000
- Foglio catastale 57 P.IIe 121-124 e 394
- Coordinate geografiche (WGS84) Lat. 42.950770° N; Lon 12.004625°E.
- Coordinate UTM : 255649.00 m E- 4759702.00 m N (ZONA 33T)
- Quota assoluta 498 m s.l.m.

## CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE

L'area oggetto di studio è posizionata sul top del rilievo collinare del centro abitato di Città della Pieve, nella fascia che si sviluppa sul crinale del rilievo collinare su di un'area semi-pianeggiante a circa 490 m di quota sul livello del mare.

Si tratta di un'area a morfologia collinare con quote che oscillano intorno ai 460 m sul livello del mare, caratterizzata da un top collinare che degrada lateralmente verso le valli dei collettori naturali caratterizzate da pendii collinari scalinati naturalmente ed antropicamente. Sul margine occidentale le pendenze sono più elevate e decisamente marcate, con tagli anche sub-verticali che lasciano affiorare chiaramente i litotipi presenti.

Ovviamente l'analisi geomorfologica effettuata in campagna, unitamente all'acquisizione della cartografia tematica pubblicata inerente all'area di indagine (*progetto IFFI e Cartografia PAI*), non ha evidenziato la presenza di fenomeni di dissesto in atto o latenti che coinvolgono direttamente l'area su cui verranno realizzati né la realizzazione degli stessi ne andrà a modificare l'assetto attuale.

Nell'area affiorano terreni di facies fluvio lacustre appartenenti alla serie deltizia di Città della Pieve, in particolare sono presenti litotipi sabbioso - ghiaiosi in disposizione tipicamente lenticolare con facies interdigitate. Le caratteristiche dei terreni sono state attentamente valutate durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici; in particolare: i litotipi ghiaiosi sono costituiti da ghiaie eterometriche poligeniche con ciottoli notevolmente arrotondati ed a buona sfericità; la matrice sabbiosa appare variamente presente, localmente sono presenti livelli maggiormente cementati che appaiono a consistenza pseudolitoide; le sabbie appaiono ben addensate con rare strutture sedimentarie e classica disposizione in lenti tasche o livelli continui; sono caratterizzate da litotipi prettamente sabbiosi di colore giallo nocciola o marrone chiaro, a varia granulometria. Tali litotipi sono in parte ricoperti da terreni di riporto costituiti da limi sabbiosi con inclusi ciottoli e calcinoli; gli spessori di tale coltre non sono ben stimabili e variano in dipendenza della originaria superficie.



## CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE

Dal punto idrografico, l'area collinare su cui sorge l'abitato di Città della Pieve è praticamente priva di corsi d'acqua, la densità di drenaggio della zona è quindi decisamente bassa.

Il modello idrodinamico ricostruito per l'area in esame, ipotizza l'esistenza di un serbatoio idrico sotterraneo individuato nelle sabbie plioceniche marine, ove sorge Città della Pieve.

La circolazione idrica sotterranea dell'acquifero viene pilotata dall'assetto degli strati. La natura del deposito e dei sedimenti, unita alle dimensioni granulometriche osservate, consente di definire la configurazione dell'acquifero profondo con circolazione sotterranea pilotata dalle discontinuità litologiche presenti, dall'assetto dei depositi e dalle loro geometrie lenticolari.

L'analisi dei dati riportati in precedenza ci consente di esprimere delle valutazioni sulle condizioni idrogeologiche del sottosuolo e sulle caratteristiche dei sedimenti che si possono ascrivere come depositi incoerenti ad elevata permeabilità primaria.

La scarsa presenza di pozzi nell'area di interesse e nelle zone limitrofe non ha permesso di ricostruire puntualmente il livello della falda; si può comunque affermare con certezza che la superficie piezometrica si posiziona a notevole profondità dal piano campagna.

I dati rilevabili da alcuni pozzi sito nell'area di top collinare e le correlazioni litostratigrafiche geologiche e giaciture indicano che nell'area di interesse è possibile intercettare un acquifero a falda libera con livello di reperimento posto a notevole profondità di profondità dal piano di campagna che subisce repentine variazioni in virtù della geometria e della distribuzione dei livelli permeabili.

## CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DI DETTAGLIO (MODELLO GEOLOGICO)

La ricostruzione litostratigrafica dei terreni oggetto d'intervento è stata effettuata tramite indagine pregresse effettuate nelle vicinanze con l'integrazione di n. 1 DPSH abbinata alla sismica MASW.

Dalla verticale penetrometrica DPSH è emersa la presenza di una coltre superficiale probabilmente di riporto, spessa circa 140 cm (FACIES R); si passa quindi a sabbie limose (FACIES A) di addensamento medio ( $N_{spt}=10$ ) e con letto a 3.6 m. Seguono limi sabbiosi (FACIES B) lievemente umidi e meno addensati ( $N_{spt}=6$ ) che a 5 m circa lasciano posto alle sabbie e conglomerati (FACIES C) caratteristici della zona e con rifiuto strumentale a 6.2 m.

In sintesi si ha:

<b>TERRENO VEGETALE-RIPORTO : FACIES R</b>			<b>0-140 cm</b>
<b>SABBIE LIMOSE</b>	<b>: FACIES A</b>		<b>140-360 cm</b>
<b>LIMI SABBIOSI</b>	<b>: FACIES B</b>		<b>360-480 cm</b>
<b>SABBIE E CONGLOMERATI</b>	<b>: FACIES C</b>		<b>380-&gt;620 cm</b>

## PARAMETRI CARATTERISTICI GEOTECNICI

Partendo dai valori nominali emersi dalla DPSH sono stati determinati i parametri caratteristici da utilizzare nelle verifiche geotecniche:

litologia	litofacies	comportamento	$\varphi_k$ (°)	$C_u/C'_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$E_{ED,k}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma_{n_k}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat,k}$ (kN/m <sup>3</sup> )
RIPORTO TERRENO VEGETALE	FACIES R	GRANULARE	24.2	0	---	17.8	18.4
SABBIE LIMOSE	FACIES A	GRANULARE	29.6	0	9680	18.3	19.2
LIMI SABBIOSI	FACIES B	GRANULARE	28.3	0	6020	18.1	19.2
SABBIE E CONGLOMERATI	FACIES B	GRANULARE	34		17890	19.3	19.4

La sismica MASW riflette tale stratigrafia ed evidenzia il letto della FACIES C a 15 m circa, con passaggio a litotipi analoghi ma lievemente più compatti e con letto oltre i 32 m.

Per quanto riguarda il coefficiente di sottofondo, considerano le coperture sabbioso-limose, conviene assumere:  $K_o = 4 \text{ Kg/cm}^3$  [costante di WINKLER]

## LIQUEFAZIONE DEI TERRENI FONDALI E NON

Sintetizzando quanto previsto dalle NTC 2008 (7.11.3.4.2), non è soddisfatto sicuramente il quinto dei 5 punti previsti (date le litologie emerse dai carotaggi):

5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Trattandosi di sabbie compatte e prive di falda il rischio di liquefazione è chiaramente nullo.

## TERRE E ROCCE DA SCAVO

I lavori in progetto prevedono scavi limitati, per la realizzazione delle opere fondali ed ampliamenti, e successivi riporti, per livellazioni topografiche. Non avendo ancora a disposizione il progetto esecutivo non è possibile determinare con esattezza la cubatura di TRS che verranno prodotte ma indicativamente si ipotizza che saranno poche decine. Per tanto, non essendo il cantiere soggetto a VIA o AIA, si applica il D.lss 152/2006, art. 186 comma 3 e s.m. ed i. e non il D.M. 10 agosto 2012, n. 161. Questo secondo le recenti normative (D.L. 21/06/2013 "Del FARE" che all'art. 41 comma 1; L. 24 giugno 2013, n. 71 di conversione del D.L. 26 aprile 2013, n. 43 art. 8Bis comma 2), non è quindi necessaria attualmente alcuna documentazione supplementare (predisposizione del piano di riutilizzo, ecc...) ma ci si limita a sottolineare che i materiali movimentati verranno conferiti in sito idoneo (autorizzato o cantiere privato) che verrà determinato al momento dell'inizio dei lavori anche in base alla caratterizzazione analitica necessaria per la presenza di riporti antropici superficiali.

Il committente ( o l'esecutore dei lavori) sarà quindi tenuto a presentare l'apposito modello predisposto dall'ARPA di competenza ( trasmettendolo anche al comune interessato) prima dell'inizio dei lavori, indicando chiaramente la volumetria di TRS prodotte, la loro destinazione e le risultanze delle analisi chimiche-test di cessione.

Ad ogni modo, in caso di variazioni verrà predisposto, in tempo utile, quanto richiesto dalla normativa ( in evoluzione) vigente al momento dell'inizio dei lavori.

## **AZIONE SISMICA (RSL E RELAZIONE SISMICA)**

Per quanto riguarda la classificazione introdotta dalla O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 (EUROCODICE 8) e s.m. ed i. (D.M. 14.01.2008, N.T.C.), per la valutazione della risposta sismica è necessario che la relazione geotecnica fornisca almeno (cap.7.11.2, 3° capoverso) la categoria di suolo corrispondente, in caso di approccio semplificato.

Vista la natura dell'intervento, appare ovvio fare ricorso a tale approccio, senza ricorrere alle modellazioni numeriche rigorose di RSL.

Sono state quindi consultate n. 1 sismica MASW pregresse (Multichannel Analysys of Surface Waves), metodo di analisi dei dati sismici che sfrutta alcune proprietà delle componenti superficiali (Rayleigh) delle onde generate.

L'inversione del modello restituisce un valore  $V_{s30}$  equivalente di 416 m/s a -1.0 m, che permettono di classificare in base alla normativa vigente, secondo l'approccio di tipo semplificato, i terreni in oggetto come **Sottosuolo di categoria B**.

**L'Amplificazione stratigrafica** (7.11.3.2) può essere valutata quindi con la categoria di suolo individuata ( $C_c \neq S_s \neq 1.0$ ).

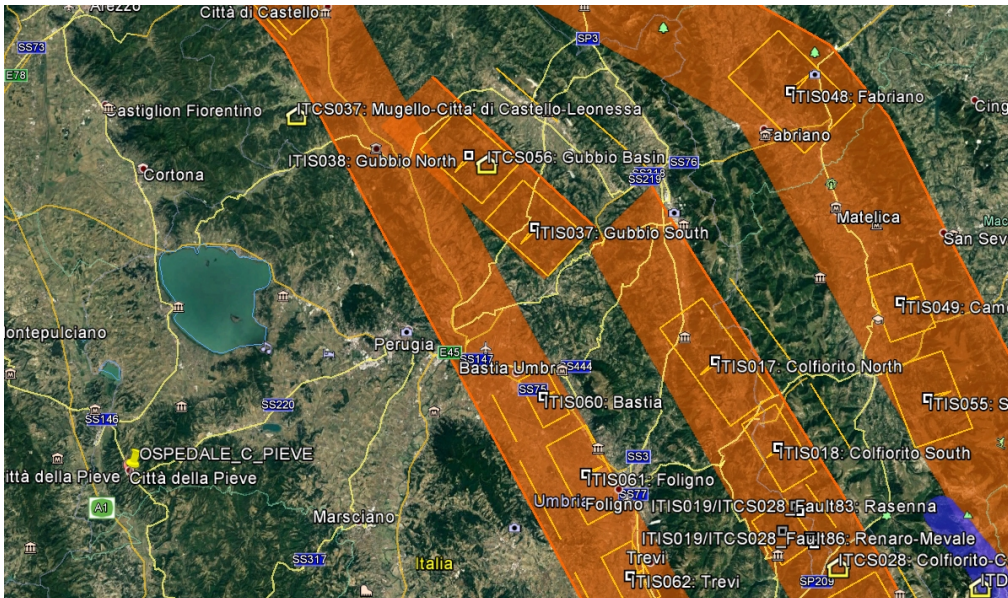
In relazione alla morfologia, ossia **l'Amplificazione Topografica** (7.11.3.3.; 3.2 tab. IV e VI) si può assumere la **Classe Topografica T1** ( $S_t = 1.2$ ).

Il **rischio di liquefazione** (7.11.3.4.2) è da considerarsi nullo, mancando le condizioni litologiche necessarie all'innesco (roccia).

Per quanto concerne la **Stabilità dei Pendii**, in accordo con la morfologia locale ed i muri esistenti, non vi sono rischi derivanti dai lavori di progetto.

I valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$  potranno essere estrapolati dalla Tab. 1 della citata normativa o potranno più semplicemente essere estrapolati da programmi come "Spettri" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, o equivalenti.

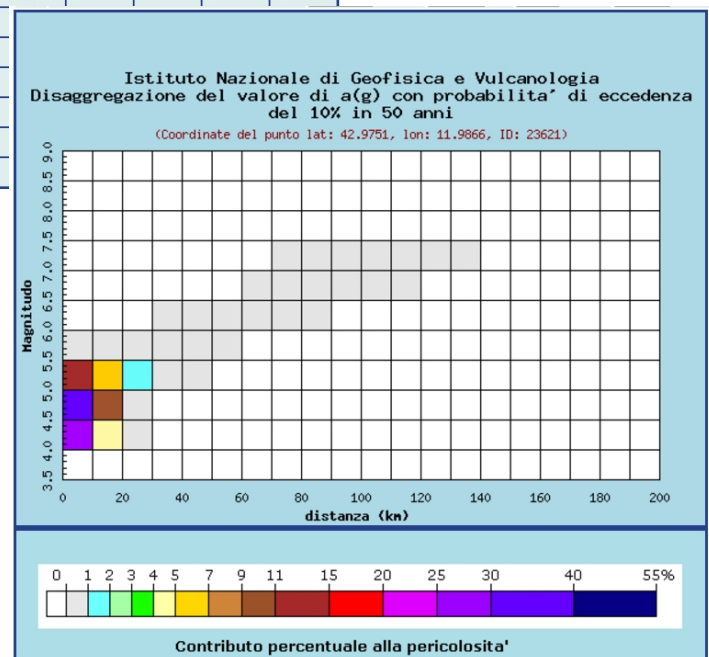
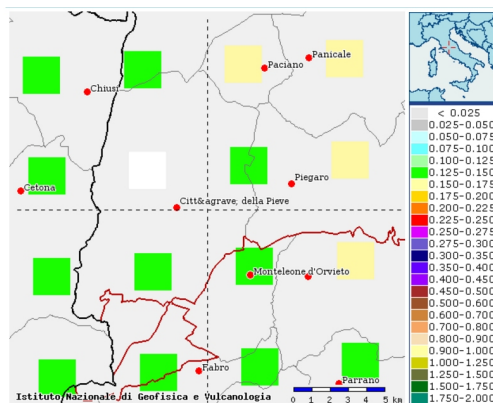
Dal database DISS l'era è lontana da faglie sismogenetiche:



### PSB E PARAMETRI DI DISAGGREGAZIONE

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.9751, lon: 11.9866, ID: 23621)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	27.500	35.700	11.700	0.206	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	4.520	9.820	5.990	0.851	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.015	0.698	1.310	0.363	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.148	0.146	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.002	0.146	0.284	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.165	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.020	0.027	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.030	0.055	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.047	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.025	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.740	7.830	1.010

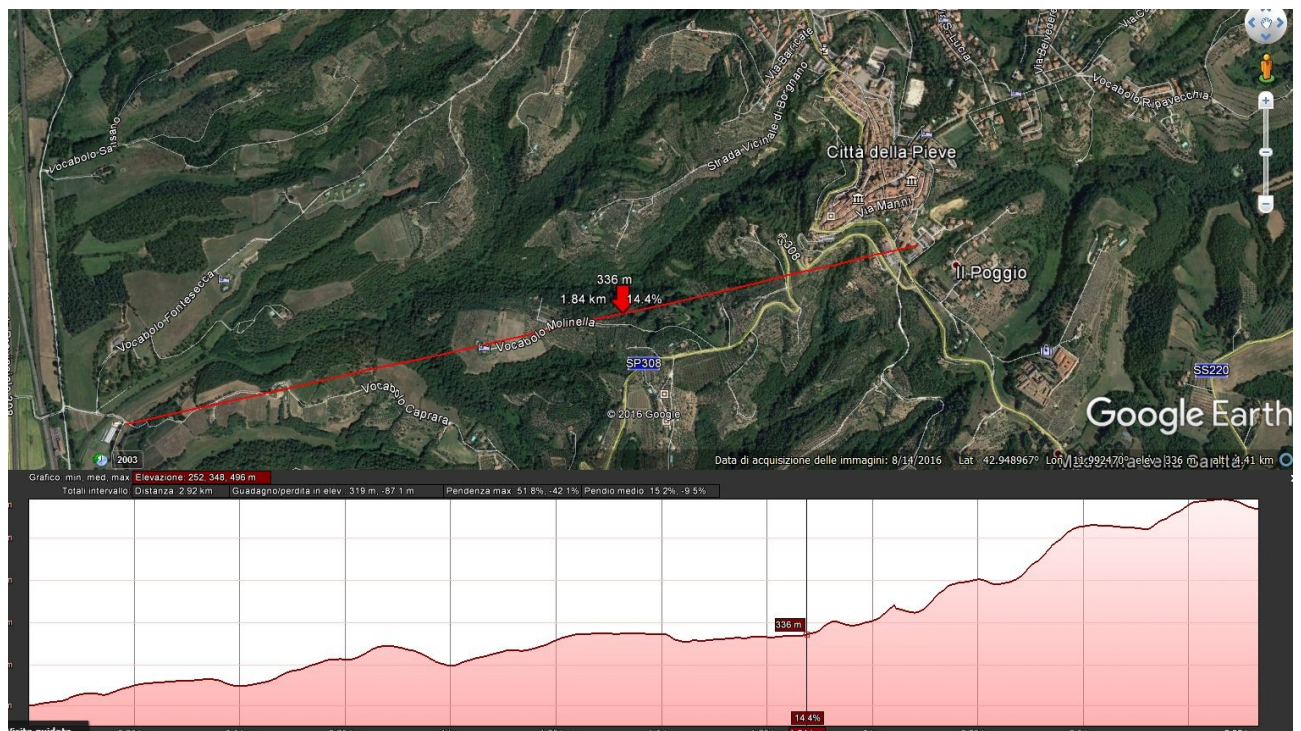




## Determinazione classe topografica

Punto di partenza per la determinazione dell'azione sismica sono l'attribuzione delle corrette categorie di suolo e classe topografica. Per la prima, come detto, si è ricorsi alla sismica MASW che ha portato ad una **Categoria di Sottosuolo B** (vedasi elaborazione indagine più avanti).

La classe topografica è stata determinata tracciando una sezione dal sito in oggetto al fondovalle, come riportato nell'immagine sottostante (Google Earth).



Se si considera l'intero tratto, dalla piana alluvionale all'ospedale, si ha una pendenza media del  $5.4^\circ$  mentre se si considera solo la porzione più ripida (nella sezione a quota 336 m) si passa al  $9.2^\circ$ . Si ha quindi una **Classe Topografica T1** visto che la pendenza non supera i  $15^\circ$  e l'ospedale è posto in vetta, non su una cresta ristretta ma su una vasta area collinare.

Trattandosi di edificio strategico/rilevante rientra nella CLASSE D'USO IV con  $C_u=2$  e vita nominale di 50 anni, trattandosi comunque di opera ordinaria

Di seguito la sintesi dell'azione sismica determinata mediante Geostru PS



## SINTESI AZIONE SISMICA

(1)\* Coordinate WGS84 (°)  
 Latitudine  Longitudine

(1)\* Coordinate ED50 (°)  
 Latitudine  Longitudine

Classe dell'edificio

**Cu = 2**

Vita nominale  
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione



Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	60	0,067	2,548	0,272
Danno (SLD)	101	0,081	2,548	0,280
Salvaguardia vita (SLV)	949	0,184	2,453	0,289
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0,227	2,462	0,293
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	100			

**CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI**

☐ Muri di sostegno ☐ Paratie  
☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)   
 us (m)

Categoria sottosuolo   
 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>Ss *</b> Amplificazione stratigrafica	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,18"/>
<b>Cc *</b> Coeff. funz categoria	<input type="text" value="1,43"/>	<input type="text" value="1,42"/>	<input type="text" value="1,41"/>	<input type="text" value="1,41"/>
<b>St *</b> Amplificazione topografica	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,019	0,053	0,075
kv	0,008	0,010	0,027	0,038
Amax [m/s²]	0,785	0,955	2,167	2,627
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

\* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

## CONCLUSIONI

L'analisi completa dei dati a disposizione derivanti dal rilevamento, dalle indagini geognostiche effettuate oltre alle conoscenze dell'area riguardo alle situazioni geologiche e geomorfologiche ha consentito di classificare il sito come stabile.

Le indagini realizzate hanno rilevato la presenza di uno spessore di circa 5-6 m di materiale limoso-sabbioso di scarso addensamento, poggiante sulle sabbie addensate –conglomerati.

Nella fase di sistemazione si dovrà porre particolare attenzione per ciò che riguarda la corretta regimazione delle acque di scorrimento superficiale mediante la posa in opera di canalette, evitando sia fenomeni di ruscellamento lungo il versante sia infiltrazioni nei terreni di imposta delle strutture. Si consiglia di intestare le fondazioni nei terreni compatti basali, con la realizzazione di vani interrati o fondazioni indirette.

Si consiglia per buona norma eseguire i lavori in condizioni meteorologiche stabili e di verificare le condizioni di stabilità della scarpata a monte procedendo ad eseguire le dovute opere di consolidamento pre-scavo; comunque non si potrà superare un angolo di scarpata maggiore di 40° senza utilizzare opere di contenimento attive.

La realizzazione di locali interrati e la profondità da raggiungere per la posa in opera delle fondazioni richiede la verifica delle condizioni di stabilità in riferimento alle strutture esistenti e dovranno essere predisposti accorgimenti atti a rendere stabili le tali strutture e non risentire degli interventi da realizzare.

Inoltre, nonostante l'assenza di acqua nel terreno fino alla quota d'imposta delle fondazioni come rilevato dalle indagini, si rende necessario la realizzazione, sul perimetro esterno delle strutture contro terra, di una trincea drenante perimetrale, al fine di eliminare le pressioni orizzontali che si possono sviluppare nella condizione di terrapieno saturo e la saturazione delle pareti esterne e interne delle strutture.

La trincea deve prevedere alla base una canaletta in cls sulla quale dovrà essere sistemato un tubo drenante microforato (P.V.C. □ □ 140 - 200 mm); le pareti dovranno essere protetti da una guaina impermeabile fino alla base della fondazione.

Lo scavo dovrà successivamente essere riempito con materiali aridi, ciottoli calcarei (materiale arido 4/7) per la costituzione del drenaggio delle acque d'infiltrazione.

A protezione del sistema drenante (tubo microforato e ghiaietto □ 2-3 cm) dovrà essere predisposto uno strato di geotessuto per impedire che particelle di terreno fine vadano ad intasare il drenaggio. Il sistema dovrà avere una pendenza adeguata da garantire un deflusso immediato delle acque di infiltrazione..

Corciano, marzo 2017

Geol. Vito Cresci



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

<b>Committente:</b> AZIENDA USL UMBRIA 1 <b>Cantiere:</b> INTERVENTO 6-B - ESECUTIVO <b>Località:</b> OSPEDALE CITTA' DELLA PIEVE	
---	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

<b>Rif. Norme</b>	<b>DIN 4094</b>
<b>Peso Massa battente</b>	<b>63,5 Kg</b>
<b>Altezza di caduta libera</b>	<b>0,75 m</b>
<b>Peso sistema di battuta</b>	<b>0,63 Kg</b>
<b>Diametro punta conica</b>	<b>51,00 mm</b>
<b>Area di base punta</b>	<b>20,43 cm<sup>2</sup></b>
<b>Lunghezza delle aste</b>	<b>1 m</b>
<b>Peso aste a metro</b>	<b>6,31 Kg/m</b>
<b>Profondità giunzione prima asta</b>	<b>0,40 m</b>
<b>Avanzamento punta</b>	<b>0,20 m</b>
<b>Numero colpi per punta</b>	<b>N(20)</b>
<b>Rivestimento/fanghi</b>	<b>No</b>
<b>Angolo di apertura punta</b>	<b>90 °</b>

# PROVA ...DPSH\_1

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

23/03/2017

Profondità prova

6,20 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	3	0,855	24,72	28,93	1,24	1,45
0,40	8	0,851	65,63	77,15	3,28	3,86
0,60	8	0,847	65,34	77,15	3,27	3,86
0,80	7	0,843	56,93	67,50	2,85	3,38
1,00	5	0,840	40,49	48,22	2,02	2,41
1,20	4	0,836	29,81	35,64	1,49	1,78
1,40	5	0,833	37,11	44,55	1,86	2,23
1,60	6	0,830	44,35	53,47	2,22	2,67
1,80	8	0,826	58,91	71,29	2,95	3,56
2,00	8	0,823	58,68	71,29	2,93	3,56
2,20	8	0,820	54,34	66,25	2,72	3,31
2,40	7	0,817	47,37	57,97	2,37	2,90
2,60	8	0,814	53,95	66,25	2,70	3,31
2,80	6	0,811	40,32	49,69	2,02	2,48
3,00	6	0,809	40,18	49,69	2,01	2,48
3,20	6	0,806	37,41	46,41	1,87	2,32
3,40	6	0,803	37,29	46,41	1,86	2,32
3,60	6	0,801	37,17	46,41	1,86	2,32
3,80	5	0,798	30,88	38,68	1,54	1,93
4,00	5	0,796	30,79	38,68	1,54	1,93
4,20	5	0,794	28,80	36,28	1,44	1,81
4,40	5	0,791	28,72	36,28	1,44	1,81
4,60	5	0,789	28,64	36,28	1,43	1,81
4,80	3	0,787	17,14	21,77	0,86	1,09
5,00	17	0,735	90,68	123,37	4,53	6,17
5,20	29	0,683	135,36	198,19	6,77	9,91
5,40	19	0,731	94,92	129,85	4,75	6,49
5,60	3	0,779	15,97	20,50	0,80	1,03
5,80	28	0,677	129,60	191,36	6,48	9,57
6,00	33	0,625	141,06	225,53	7,05	11,28
6,20	46	0,574	170,43	297,06	8,52	14,85

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,4	5,71	54,16	Incoerente - coesivo	1,9	1,91	0,13	1,46	8	R
3,6	6,82	56,83	Incoerente - coesivo	1,97	2,17	0,48	1,48	10	A
4,8	4,67	34,66	Incoerente - coesivo	1,81	1,89	0,81	1,5	6	B
6,2	25	169,41	Incoerente - coesivo	2,36	2,5	1,08	1,5	37	C

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH\_1

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUND A (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - R	8	1,40	0,54	1,00	0,25	0,32	0,78	1,63	0,71	1,04	0,40	1,24	1,00
[2] - A	10	3,60	0,68	1,25	0,50	0,40	0,98	1,71	0,89	1,20	0,50	1,28	1,25
[3] - B	6	4,80	0,38	0,75	0,25	0,24	0,59	1,04	0,54	0,88	0,30	0,45	0,75
[4] - C	37	6,20	2,50	4,63	0,00	1,36	3,69	5,08	2,91	3,87	1,85	5,56	4,63

**Modulo Edometrico (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - R	8	1,40	36,70	--	83,39	100,00
[2] - A	10	3,60	45,88	--	103,79	125,00
[3] - B	6	4,80	27,53	--	62,99	75,00
[4] - C	37	6,20	169,76	--	379,17	370,00

**Modulo di Young (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - R	8	1,40	71,60	80,00
[2] - A	10	3,60	94,60	100,00
[3] - B	6	4,80	48,60	60,00
[4] - C	37	6,20	405,10	370,00

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - R	8	1,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - A	10	3,60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - B	6	4,80	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[4] - C	37	6,20	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - R	8	1,40	Meyerhof	1,90
[2] - A	10	3,60	Meyerhof	1,97
[3] - B	6	4,80	Meyerhof	1,81
[4] - C	37	6,20	Meyerhof	2,36

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - R	8	1,40	Meyerhof	1,91
[2] - A	10	3,60	Meyerhof	2,17
[3] - B	6	4,80	Meyerhof	1,89
[4] - C	37	6,20	Meyerhof	2,50

**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - R	8	1,40	33,5	65,08	78,46	28,4
[2] - A	10	3,60	31,61	61,06	62,27	32,99
[3] - B	6	4,80	17,73	41,89	42,62	23,45
[4] - C	37	6,20	52,28	95,7	94,2	69,92

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson - Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - R	8	1,40	8	29,29	22,29	30,24	32,75	32,89	0	<30	25,95	29,4	36,65	27,65
[2] - A	10	3,60	10	29,86	22,86	30,8	30,31	33,67	0	<30	27,25	30	37,27	29,14
[3] - B	6	4,80	6	28,71	21,71	29,68	28,37	32,09	0	<30	24,49	28,8	31,57	25,95
[4] - C	37	6,20	37	37,57	30,57	38,36	30,68	41,01	41,4	32-35	38,56	38,1	46,41	42,2



**Modulo di Young (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman n (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - R	8	1,40	8	---	64,00	95,10	---	---
[2] - A	10	3,60	10	225,72	80,00	118,70	---	---
[3] - B	6	4,80	6	---	48,00	---	---	---
[4] - C	37	6,20	37	434,18	296,00	437,30	457,50	260,00

**Modulo Edometrico (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - R	8	1,40	8	---	43,90	56,80	73,68
[2] - A	10	3,60	10	---	48,00	71,00	82,60
[3] - B	6	4,80	6	---	39,79	42,60	64,76
[4] - C	37	6,20	37	222,00	103,46	262,70	203,02

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - R	8	1,40	8	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - A	10	3,60	10	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - B	6	4,80	6	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[4] - C	37	6,20	37	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] - R	8	1,40	8	Meyerhof ed altri	1,66
[2] - A	10	3,60	10	Meyerhof ed altri	1,73
[3] - B	6	4,80	6	Meyerhof ed altri	1,58
[4] - C	37	6,20	37	Meyerhof ed altri	2,19

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo(t/m³)
[1] - R	8	1,40	8	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[2] - A	10	3,60	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[3] - B	6	4,80	6	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[4] - C	37	6,20	37	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,09

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - R	8	1,40	8	(A.G.I.)	0,34
[2] - A	10	3,60	10	(A.G.I.)	0,33
[3] - B	6	4,80	6	(A.G.I.)	0,34
[4] - C	37	6,20	37	(A.G.I.)	0,28

**Liquefazione (NO FALDA)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - R	8	1,40	8	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - A	10	3,60	10	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - B	6	4,80	6	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - C	37	6,20	37	Seed e Idriss (1971)	--

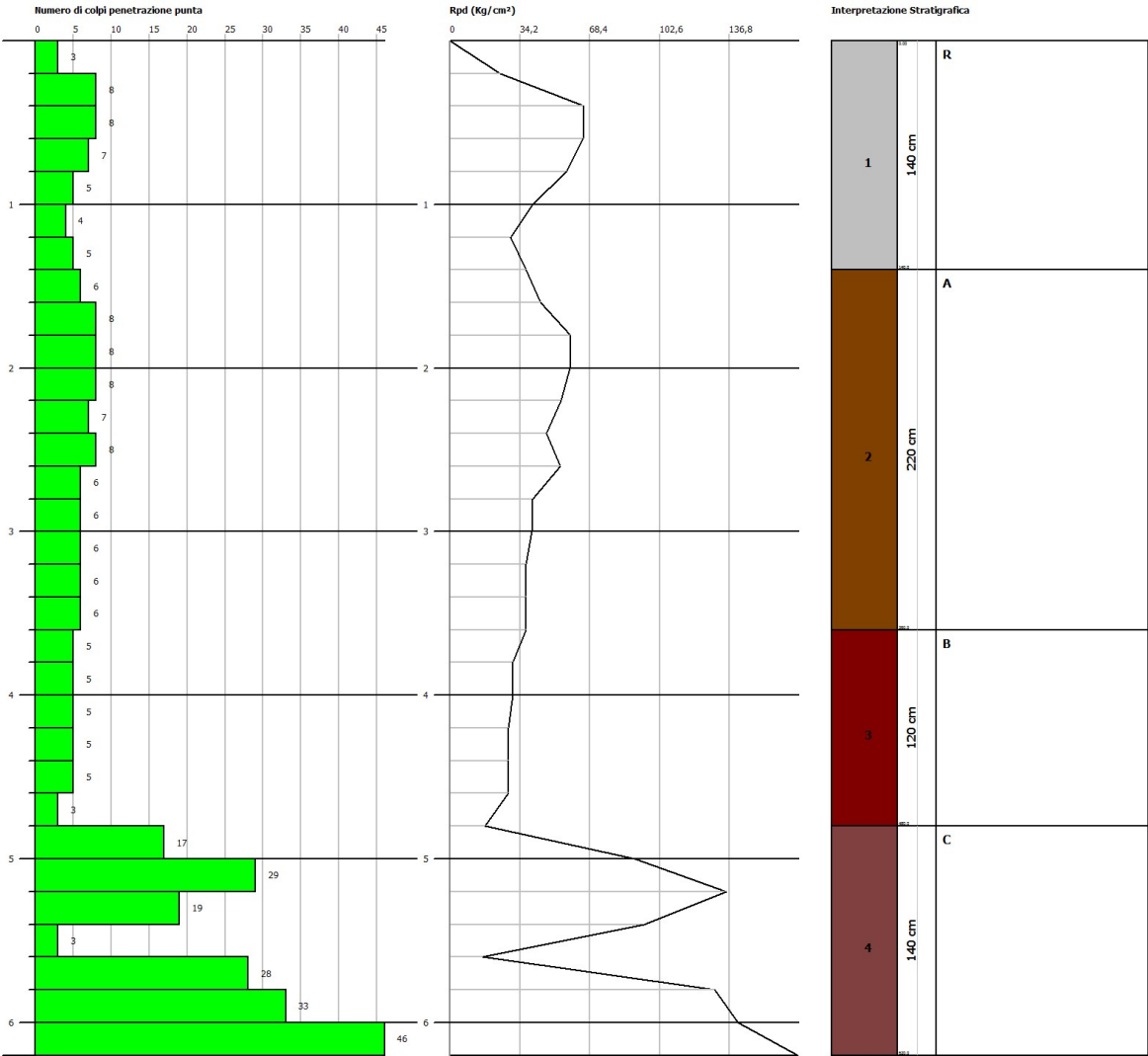
DIAGRAMMA N. COLPI-STRATIGRAFIA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH\_1  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: AZIENDA USL UMBRIA 1  
Cantiere: INTERVENTO N. 6-B  
Località: OSPEDALE CITTA' DELLA PIEVE

Data: 23/03/2017

Scala 1:50



SABBIE SULLA PUNTA IN DPSH 1

## **Elaborazione indagine sismica M.A.S.W. , effettuata presso l'ospedale di Città della Pieve**

La finalità dell'intervento è quella di determinare la velocità delle onde di taglio "SH" nei primi 30 m di profondità dei terreni interessati dal progetto.

A tale scopo è stata effettuata una stesa di 24 geofoni verticali da 4.5 Hz, posti ad interasse costante di 1.5 e con energizzazione tramite massa battente di 8 kg.

Per ottenere un dato attendibile, compatibilmente con lo spazio disponibile, sono state effettuate varie registrazioni a 12, 8 e 4 m dai geofoni estremi (energizzazione "diretta" ed "inversa").

In fase di elaborazione sono stati selezionati 2 scoppi, i risultati riportati tengono conto del modello migliore ricavato. Nelle immagini seguenti si osserva come nel file di acquisizione sia stata selezionata la finestra ( in grigio, muting) delle onde superficiali, trascurando il rumore ambientale e la rifrazione.

Il modello iniziale è stato tarato con i dati emersi dalle penetrometrie effettuate nel lotto ed ha portato ad un errore finale medio ( $\sim 2.8\%$ ).

### **Note sulla metodologia d'intervento**

Lo studio delle onde superficiali (Rayleigh ) con acquisitore multicanale (Multichannel Analysis of Surface Waves) permette la stima della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità, così come richiesto dalle NTC (euro codici), poiché si assume che  $V_{sh} * 0.9 = V_{Ray}$ .

Operativamente si dispongono sul terreno dei sensori (geofoni) lungo i profili da indagare e si sollecita il terreno in posizioni-e predeterminate-a lungo i profili stessi.

I dati acquisiti vengono trasformati nel dominio della frequenza e si ricava quindi la curva di distribuzione sperimentale  $V_{fase}$ -frequenza; questa viene paragonata a quella teorica e quindi le due vengono fatte convergere (successive iterazioni) in modo da ricavare il modello medio più attendibile. Per modello medio si intende la curva che meglio approssima (giustifica) la stratigrafia "sismica" locale ed il relativo profilo di velocità.

E' stato quindi realizzato un profilo sismico costituito da una stesa di 24 geofoni (verticali da 4.5 Hz delle "GEOSPACE") equispaziati di metri 1.5; la registrazione degli impulsi sismici è stata effettuata con un sismografo digitale ECHO 12-24 2002 della "AMBROGEO", ad incremento di segnale ed il  $T_0$  è stato ottenuto con trigger meccanico.

L'energizzazione è avvenuta mediante colpi di massa battente da 8 kg su piattello metallico.

Elaborazione dati mediante SURFACE DELLA GEOGIGA.

## Analisi dei risultati

Secondo la procedura descritta sinteticamente in precedenza, è stato ricavato il profilo di velocità equivalente medio dello stendimento (allegato) e sono state identificate 4 unità (strati) sismiche (si precisa che le unità sismiche, proprio per la modalità di determinazione, differiscono solitamente da quelle stratigrafiche ma forniscono la corretta velocità di propagazione delle onde di compressione e di taglio nei terreni investigati).

Nella tabella seguente vengono riassunte le velocità sismiche ricavate:

### **SINTESI Vs**

UNITA' SISMICHE	SPESSORE	PROFONDITA'	Vs (m/s)
Unità 1	1.1	0-1.1	187
Unità 2	3.6	1.1-4.7	455
Unità 3	10.8	4.7-15.5	471
Unità 4	>15	>32	491

### CALCOLO Vs30:

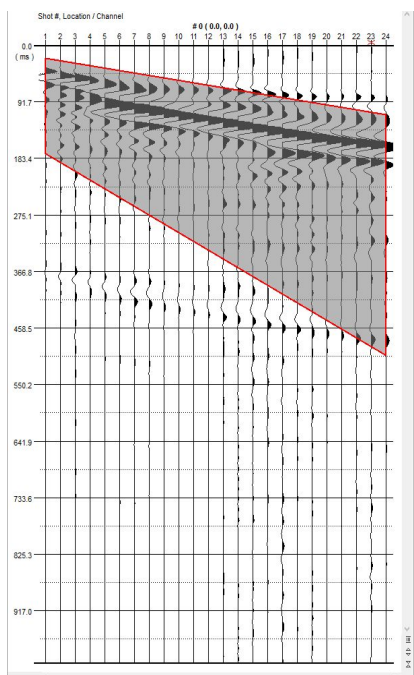
Il passo successivo è stato quello di determinare la Vs30 equivalente del profilo, partendo dal piano campagna attuale :

$$Vs30_{p.c.} = 453 \text{ m/s}$$

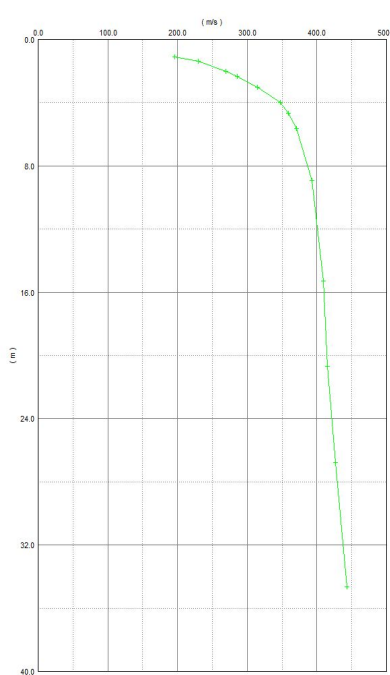
$$Vs30 \text{ (m/s)} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}} \quad \text{con } h_i = \text{spessore } i\text{-esimo strato}$$

$V_i = \text{velocità onda di taglio nell' } i\text{-esimo strato}$

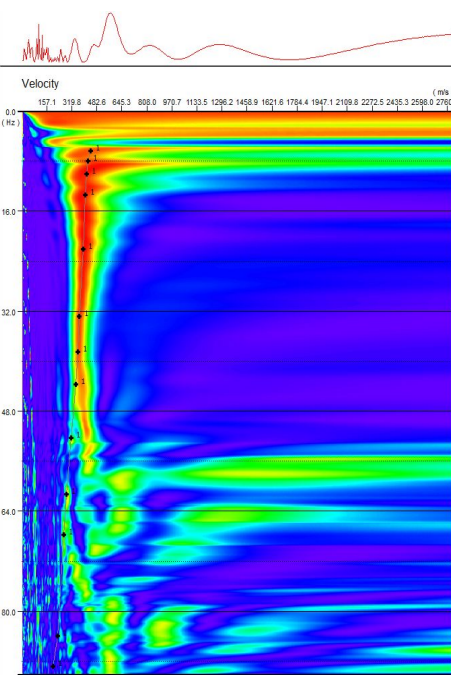
**DATI ACQUISITI**  
(CON FINESTRA DATI UTILIZZATI IN GRIGIO)



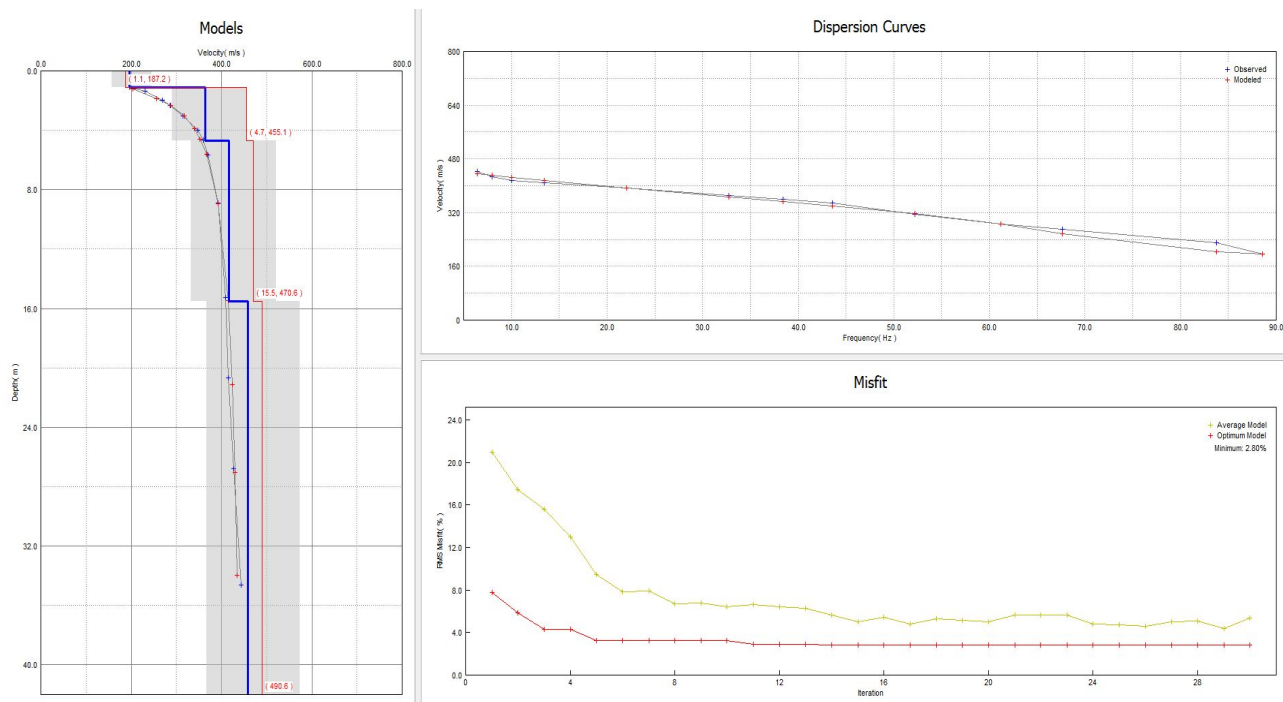
**CURVA VELOCITA'-PROFONDITA'**



**CURVA DI DISPERSIONE F-V CON PICKING**

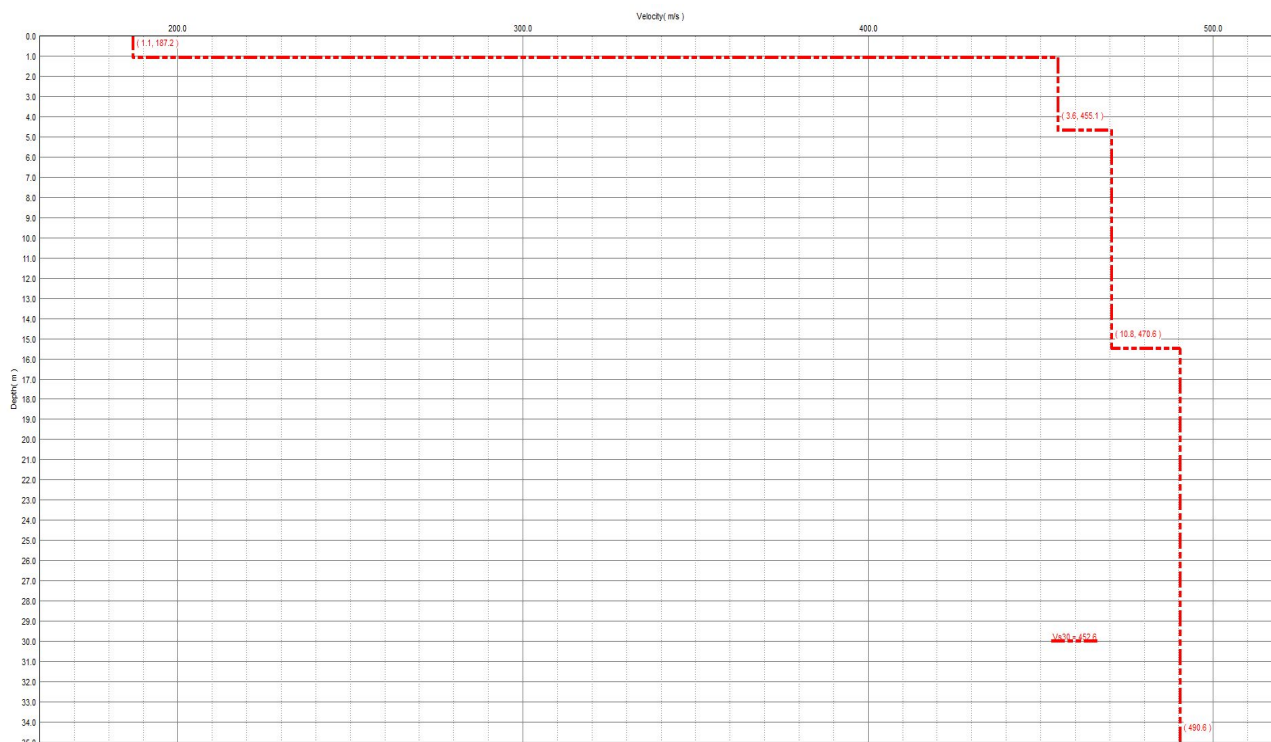


**SOVRAPPOSIZIONE DI:  
 MODELLO DI VELOCITA' MISURATO (BLU) E CALCOLATO (ROSSO)  
 CURVA DI DISPERSIONE MISURATA ( MODELLO INIZIALE) E CALCOLATA ( MODELLO FINALE)  
 ERRORE TRA MODELLO MEDIO ED OTTIMALE (<3%) COL PROCEDERE DELLE ITERAZIONI.**



## PROFILO DI VELOCITA' Vs E Vs30

Tra parentesi, nell'ordine : spessore strati, velocità.





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI



**ACQUISIZIONE**



**ENERGIZZAZIONE**



**ALLINEAMENTO GEOFONICO**



**DPSH 1**



**DPSH 1**

**TAVOLA 1**



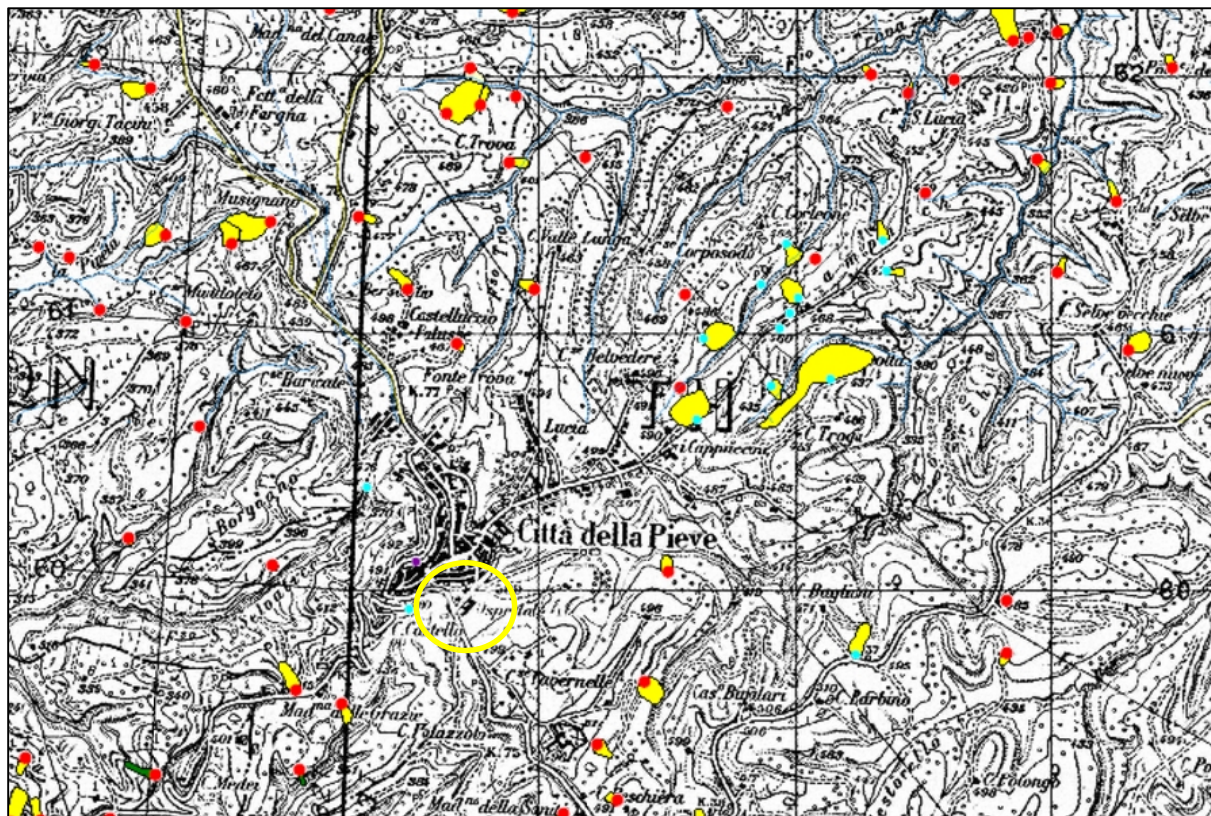
## A detailed topographic map of the area around Città della Pieve. The map shows various hills, valleys, and settlements. A red circle highlights a specific location labeled 'Osedale' near the center of the map. Other labeled locations include Città della Pieve, Lucina, and various smaller hamlets and churches. The map also shows the course of the Fiume Tevere and several roads.

**ESTRATTO PLANIMETRIA CATASTALE**  
**FOGLIO 57 P.lle 121-124 e 394**





**CARTOGRAFIA DEI VINCOLI**  
**PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA DA IFFI-PAI**



**ESTRATTO PRG-GEOLOGICO**

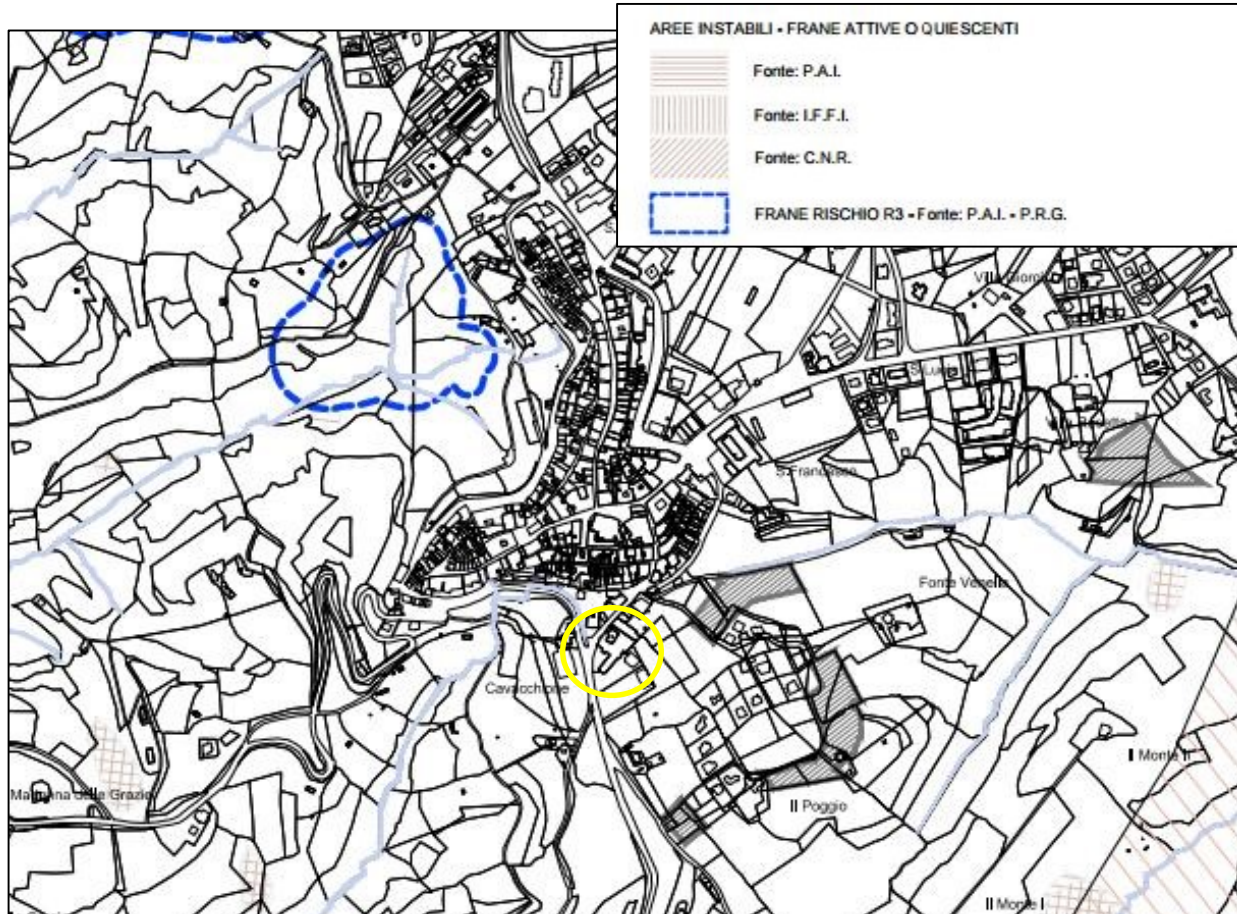
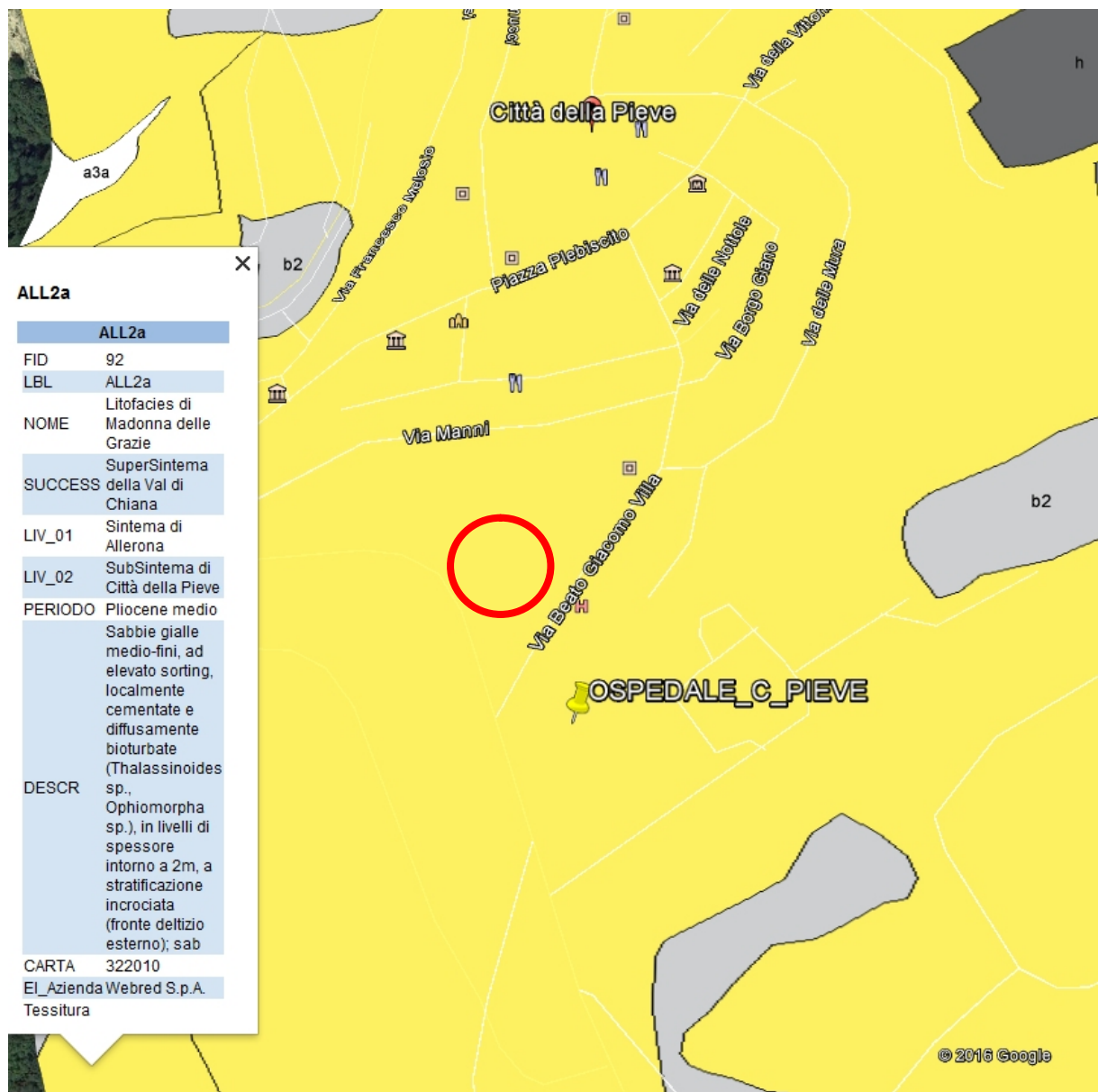




TAVOLA 4

ESTRATTO CARTA GEOLOGICA DA GOOGLE EARTH AL 10.000







## TAVOLA 6

## SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA INTERPRETATIVA

