



# **PROVINCIA DI FERMO**

## **COMUNE DI RAPAGNANO**

**INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE E MESSA IN  
SICUREZZA SCUOLA SECONDARIA DI 1° GRADO  
"DON BOSCO"**

**importo complessivo Euro 250.000,00**

# **PROGETTO ESECUTIVO**

## **RELAZIONE GEOLOGICA**

**Ufficio progettazione:**

**dott. geom. Sandro Vallasciani  
arch. Gino Micozzi  
ing. Roberto Laiolo  
arch. Maria Rita Spaziani**

**Responsabile del Procedimento**

**Arch. Patrizia Iualè**

**10**

Data: Marzo 2016



INDAGINE GEOLOGICA E SISMICA PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL PIAZZALE ANTISTANTE LA PALESTRA DELLA SCUOLA "DON BOSCO"	
<b>COMMITTENTE</b> Comune di Rapagnano	<b>DATA</b> Luglio 2014
<b>LOCALITA'</b> Viale Europa Rapagnano (FM)	<b>IL GEOLOGO</b> Dott. Andrea Rossetti N° 826 - Albo Sezione A
<b>COORDINATE CATASTALI</b> Foglio 5 - Particelle 235, 300	<b>TIMBRO E FIRMA</b> 

## **INDICE:**

1. GENERALITÀ.....	2
2. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	4
3. CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEL TERRENO .....	7
4. STABILITÀ DELL'AREA .....	9
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO .....	10
6. CONSIDERAZIONI FINALI.....	13

## **ALLEGATI:**

- a. TAV. 1 – CARTA TOPOGRAFICA SCALA 1:10.000
- b. TAV. 2 – PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO SCALA 1:10.000
- c. TAV. 3 – CARTA GEOLOGICA SCALA 1:10.000
- d. PLANIMETRIA ED UBICAZIONE SONDAGGI SCALA 1:500
- e. SEZIONE GEOLITOLOGICA SCALA 1:400
- f. ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE DA 200 kN
- g. ELABORAZIONE INDAGINI SISMICHE HVSR

## **1. GENERALITÀ**

### **PREMESSA**

Il progetto prevede la messa in sicurezza del piazzale antistante la palestra della scuola "Don Bosco" in Viale Europa per conto dell'Amministrazione Comunale. L'area oggetto di studio è contrassegnata al catasto al foglio n° 5 e particelle n° 235 e 300. Poiché trattasi di una struttura pubblica nell'ambito del quale sono normalmente presenti comunità di dimensioni significative, nonché struttura aperta al pubblico suscettibile di grande affollamento il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di perdite di vite umane, sulla scorta del D.M. 14.01.2008 la Classe d'Uso, come meglio specificato oltre, è la *Classe III* (NTC 2008 – 2.4.2.). Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte è finalizzata alla costruzione del modello geologico, che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, facente parte della relazione d'opera geotecnica.

Nel corso dell'indagine, in base a quanto disposto dalle vigenti normative (D.M. 11/03/1988; D.M. 16/01/1996; D.M. 14/01/2008, etc.), si è proceduto dapprima ad un rilevamento geologico e geomorfologico di superficie allo scopo di risalire alle caratteristiche litologiche dell'area e individuare i processi morfogenetici che la interessano. In particolare, l'analisi geomorfologica di dettaglio, espletata attraverso l'osservazione delle forme e gli eventuali depositi ad esse connessi, ha permesso di ricostruire il quadro morfogenetico della zona in esame e di formulare delle ragionevoli previsioni sulle tendenze evolutive future in relazione sia alle caratteristiche litostratigrafiche che alla dinamica geomorfologica.

Per la caratterizzazione dei sedimenti sono stati utilizzati i dati scaturiti dall'esecuzione, in data 19 giugno 2014, di due prove penetrometriche statiche realizzate con strumento tipo *Paganì TG 63-200* munito di punta *Begemann* con attrezzatura di spinta da 200 kN e di un'indagine geofisica a stazione singola di tipo HVSR.

Lo studio si è dunque articolato attraverso le seguenti fasi:

- reperimento dati
- sopralluogo nell'area oggetto di studio
- inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico
- ricerca e misurazione della falda nel sottosuolo
- n° 1 prova penetrometrica statica con attrezzatura di spinta da 200 kN
- n° 1 stendimento geofisico a stazione singola di tipo HVSR
- analisi dei terreni di fondazione
- considerazioni tecniche conclusive

Nell'esecuzione della presente ci si è avvalsi, per quanto riguarda i dati geologici e geomorfologici, anche della documentazione bibliografica disponibile.

Ordinanza 3519	Decreti fino al 1984	GdL 1998	Classificazione 2006	Valore $a_g$
1	S=12	Prima categoria	Zona 1	0,35 g
2	S=9	Seconda categoria	Zona 2	0,25 g
3	S=6	Terza categoria	Zona 3	0,15 g
4	non classificato	N.C.	Zona 4	0,05 g

### **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Decreto Ministeriale 14.01.2008  
*Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni*
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici  
*Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009*
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici  
*Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007*
- Eurocodice 8 (1998) - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture  
*Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)*
- Eurocodice 7.1 (1997)  
*Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. UNI*
- Eurocodice 7.2 (2002)  
*Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI*
- Eurocodice 7.3 (2002)  
*Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI*
- D.M. 11.03.1988  
*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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*
- Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico
- Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale

## **2. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO**

### **CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE**

Il territorio del Comune di Rapagnano rientra nel quadrante III del Foglio 125 "Fermo" (scala 1:100.000) della Carta Topografica d'Italia; ricade inoltre nelle sezioni n° 314030 e 314040 della Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000). L'area in esame è ubicata a ridosso del centro abitato di Rapagnano ad una quota di circa 285 m s.l.m..

Gli interventi in oggetto interessano un'area situata su un versante esposto a Sud nella porzione occidentale del territorio del Comune di Rapagnano e il sito in esame si trova immediatamente all'esterno del centro abitato (Tav. 1). La struttura collinare suddetta deriva dall'azione combinata della tettonica trasversale avvenuta a partire dal Pleistocene, responsabile, secondo quanto emerso da studi recenti (Coltorti & Nanni, 1986), dell'attuale assetto morfostrutturale delle valli alluvionali marchigiane, e dall'erosione lineare esercitata dalle acque correnti superficiali che hanno determinato un rapido approfondimento dell'intero sistema idrografico, con la formazione quindi di numerose valli simili a quella che si estende subito a Nord dell'area in esame. Alle fasi fredde che hanno caratterizzato il Quaternario è da riferire, oltre ai depositi alluvionali terrazzati essenzialmente ghiaiosi a cui si intercalano livelli e lenti sabbiose, a luoghi argillose, e alle potenti coltri detritiche e colluviali che riempiono il fondo di vallecicole più o meno ampie, talora sospese o isolate dall'attuale sistema di drenaggio, anche potenti accumuli di glacis (DRAMIS et alii, 1993) anch'essi caratteristici di ambienti arido-freddi e costituiti da materiali essenzialmente fini provenienti dalla degradazione del paesaggio collinare pleistocenico a cui si intercalano, in più casi, sedimenti di origine eolica (loess; FARABOLLINI, 1995).

La morfologia molto dolce che caratterizza il crinale in questione è tipica della litologia prevalentemente pelitica – pelitico/arenacea dell'area.

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio è divisibile in due fasce molto ben distinte tra loro: collinare e di fondovalle (poco estesa e caratterizzata da pendenze molto basse in concomitanza della presenza dei depositi alluvionali). Nello specifico la zona in esame rientra nella fascia collinare con quota altimetrica di circa 285 metri s.l.m., caratterizzata nella sua porzione sommitale dai depositi di tetto del ciclo Plio-Pleistocenico raccordati con le unità sottostanti in modo da trasformarsi in pendii poco acclivi e piuttosto regolari.

Pertanto, dal punto di vista topografico, l'area in oggetto può essere classificata secondo il D.M. 11/01/2008 come *Categoria T2 (pendii con inclinazione media  $i \geq 15^\circ$ )*.

## **CARATTERISTICHE GEOLOGICHE**

Nella regione marchigiana è presente al di sopra del basamento ercinico una successione sedimentaria e marina pressoché continua dal *Trias superiore* al *Neogene*; nell'area più orientale tale successione è ricoperta in discordanza ancora da sedimenti marini depositatisi tra il *Pliocene medio* e il *Pleistocene inferiore*. Tali successioni, che corrispondono a due distinti cicli sedimentari, si sono sviluppate su un elemento di crosta continentale in continua evoluzione dal *Trias* al *Pleistocene* e la tettonica sinsedimentaria ha condizionato in maniera determinante gli ambienti di sedimentazione.

In particolare l'area oggetto di studio risulta ubicata nel settore sud-orientale del *Bacino marchigiano esterno* il quale risulta colmato da sedimenti terrigeni del ciclo marino plio-pleistocenico. Tali sedimenti nella parte più occidentale risultano trasgressivi e discordanti sui depositi torbiditici della *Formazione della Laga*, mentre nella parte più orientale del bacino poggiano in discordanza sui depositi del *Pleistocene inferiore*. In generale la sequenza plio-pleistocenica inizia con depositi trasgressivi cui segue una potente successione argillosa nella quale sono intercalati a varie altezze stratigrafiche corpi e/o orizzonti clastici a granulometria grossolana e fine. La sequenza si chiude con sabbie e conglomerati in facies da litorale a continentale.

Nell'area oggetto d'indagine la stratificazione è molto fitta, l'assetto strutturale è principalmente a monoclinale con strati immergenti in prevalenza verso E-NE e con inclinazione generalmente bassa (5°-11°). Nel sito in esame la *Formazione pelitico-arenacea* è ricoperta da una coltre eluvio-colluviale di modesto spessore di origine continentale costituita da un corpo prevalentemente limoso-argilloso localmente più sabbioso e/o concrezionato (Tav. 3).

Il risultato di tale analisi, correlato alla bibliografia esistente e agli studi effettuati nella zona dal sottoscritto, ha consentito di definire la presenza delle sotto elencate unità litostratigrafiche.

### **Unità della copertura**

Riporti artificiali: terreni di riporto di qualsiasi natura, di origine antropica. Includono anche i rilevati stradali.

Depositi eluvio-colluviali: costituiti da depositi prevalentemente limoso-argillosi e argilloso-sabbiosi. Trattandosi di depositi secondari di ambiente continentale, la litologia dipende da quella dei litotipi primari affioranti a quote altimetriche superiori.

### **Unità del substrato**

Corpi prevalentemente pelitico-arenacei: sono costituiti da argille siltose avana o grigiastre sottilmente stratificate, con intercalazioni di strati sabbiosi ocracei (da medi a sottili) a fine granulometria e mediamente cementati. Talvolta in tale unità sono rinvenibili consistenti intercalazioni di ghiale eterometriche arrotondate.

## **CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

La permeabilità dei litotipi presenti è dovuta prevalentemente alla presenza dei livelli sabbiosi e, per la porzione più superficiale, è favorita dall'alto grado di fessurazione.

Le unità litostratigrafiche di cui al precedente paragrafo presentano dunque caratteristiche di permeabilità primaria per porosità e/o permeabilità secondaria per fessurazione. I caratteri idrogeologici dei sedimenti presenti nell'immediato sottosuolo dell'area in oggetto, possono considerarsi piuttosto omogenei, con una tendenza a valori bassi dell'indice di permeabilità della formazione pelitica ( $k \approx 10^{-8}$  cm/s). Di fatto al complesso degli aggregati eluvio-colluviali di copertura è possibile attribuire una permeabilità media e quindi un valore indicativo del coefficiente di permeabilità stimabile in  $k \approx 10^{-5}$  cm/s.

Nel corso delle prova penetrometrica CPT\_1 è stata rilevata la presenza della falda ad una profondità di 7,4 m dal p.c. e non si esclude la possibilità che vi siano altri piccoli acquiferi più profondi intestati in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi intercalati a varie altezze stratigrafiche all'interno della formazione marina pleistocenica.



### **3. CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEL TERRENO**

La parametrizzazione e la ricostruzione meccanica dei terreni in sito è stata desunta dall'analisi visiva dei terreni affioranti nel contorno in esame e dall'esecuzione di due prove penetrometriche statiche (CPT 1 e CPT 2) spinte rispettivamente fino ad una profondità massima dal piano campagna di 13,80 e 14,00 metri, profondità alle quali si è avuto il rifiuto strumentale. I risultati ottenuti hanno permesso di individuare le caratteristiche meccaniche dei sedimenti presenti nel sottosuolo che può essere così schematizzato:

#### **LITOTIPO 1 (Riporto antropico)**

$$\begin{aligned}\gamma &= 1,99 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_s &= 2,07 \text{ t/m}^3 \\ c_u &= 1,29 \text{ Kg/cm}^2 \\ \phi &= - \\ E_d &= 62,90 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

#### **LITOTIPO 2 (Argilla limosa)**

$$\begin{aligned}\gamma &= 1,95 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_s &= 2,03 \text{ t/m}^3 \\ c_u &= 0,86 \text{ Kg/cm}^2 \\ \phi &= - \\ E_d &= 54,32 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

#### **LITOTIPO 3 (Limo sabbioso)**

$$\begin{aligned}\gamma &= 2,04 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_s &= 2,12 \text{ t/m}^3 \\ c_u &= 1,61 \text{ Kg/cm}^2 \\ \phi &= 20^\circ \\ E_d &= 89,86 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

**LITOTIPO 4 (Argilla limosa debolmente marnosa con intercalazioni sabbiose)**

$$\begin{aligned}\gamma &= 2,18 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_s &= 2,27 \text{ t/m}^3 \\ c_u &= 3,79 \text{ Kg/cm}^2 \\ \phi &= 23^\circ \\ E_d &= 116,63 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

**LITOTIPO 5 (Argilla marnosa con intercalazioni sabbiose)**

$$\begin{aligned}\gamma &= 2,30 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_s &= 2,40 \text{ t/m}^3 \\ c_u &= 7,35 \text{ Kg/cm}^2 \\ \phi &= 25^\circ \\ E_d &= 224,45 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

#### **4. STABILITÀ DELL'AREA**

È stato redatto da parte della Regione Marche uno studio specifico denominato *Piano per l'assetto idrogeologico (P.A.I.)*, richiesto dalle LL. 267/98 e 365/00 in merito all'individuazione delle aree a maggior rischio idrogeologico relative ai bacini idrografici regionali da cui si evince come l'area in esame non risulta compresa tra le aree a rischio di frana (Tav. 2). Un'ulteriore verifica è stata compiuta interrogando la cartografia "PAI on-line" messa a disposizione dall'Autorità di Bacino Marche e aggiornata con Decreto del Segretario Generale n.22/SABN del 01/08/2013, la quale conferma che l'area in oggetto può essere esclusa da potenziali scenari di dissesto idrogeologico.

Gli interventi in esame sono dunque posizionati a monte di un'area catalogata nel PAI con il codice F-21-0175 e classificata con indice di pericolosità  $P=2$  (pericolosità media) e indice di rischio  $R=2$  (rischio medio). A tal proposito il comma 2 dell'articolo 12 delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. (Allegato 3 alla delibera C.I. n. 42 del 7/5/03) indica che *"Nelle aree a pericolosità AVD\_P1 e AVD\_P2 sono consentite trasformazioni dello stato dei luoghi previa esecuzione di indagini nel rispetto del D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 e nel rispetto delle vigenti normative tecniche"*.

Si raccomanda infine di prevedere un adeguato sistema drenante che intercetti ed allontani le acque in modo da non alterare l'attuale deflusso superficiale e l'originale infiltrazione efficace.

## 5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica è intesa come accelerazione massima orizzontale  $a_g$  in condizioni di campo libero su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), con superficie topografica orizzontale (di categoria di sottosuolo A; NTC, §3.2.2), ma è definita anche in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento  $PVR$ , come definite nelle NTC nel periodo di riferimento  $VR$ .

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

La velocità media delle onde di taglio nei primi trenta metri è risultata essere pari a 274 m/s (valore ricavato direttamente dall'indagine sismica).

Il sito in esame ricade, quindi, nella **categoria di sottosuolo C** secondo la tabella 3.2.II delle NTC 2008 (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina), coincidendo le potenze delle successioni litologiche ai dettami della citata tabella.*

### PARAMETRI SISMICI

**Tipo di elaborazione:** stabilità dei pendii e fondazioni

#### Sito in esame

latitudine: 43,161001

longitudine: 13,591829

Classe: 3

Vita nominale: 50

#### Siti di riferimento

Sito 1	ID: 22756	Lat: 43,1849Lon: 13,5586	Distanza: 3785,418
Sito 2	ID: 22757	Lat: 43,1849Lon: 13,6272	Distanza: 3908,236
Sito 3	ID: 22979	Lat: 43,1349Lon: 13,6271	Distanza: 4074,183
Sito 4	ID: 22978	Lat: 43,1349Lon: 13,5586	Distanza: 3958,965

**Parametri sismici**

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1,5

**Operatività (SLO)**

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 45 [anni]  
ag: 0,064 g  
Fo: 2,438  
Tc\*: 0,289 [s]

**Danno (SLD)**

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 75 [anni]  
ag: 0,080 g  
Fo: 2,439  
Tc\*: 0,300 [s]

**Salvaguardia della vita (SLV)**

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 712 [anni]  
ag: 0,206 g  
Fo: 2,450  
Tc\*: 0,338 [s]

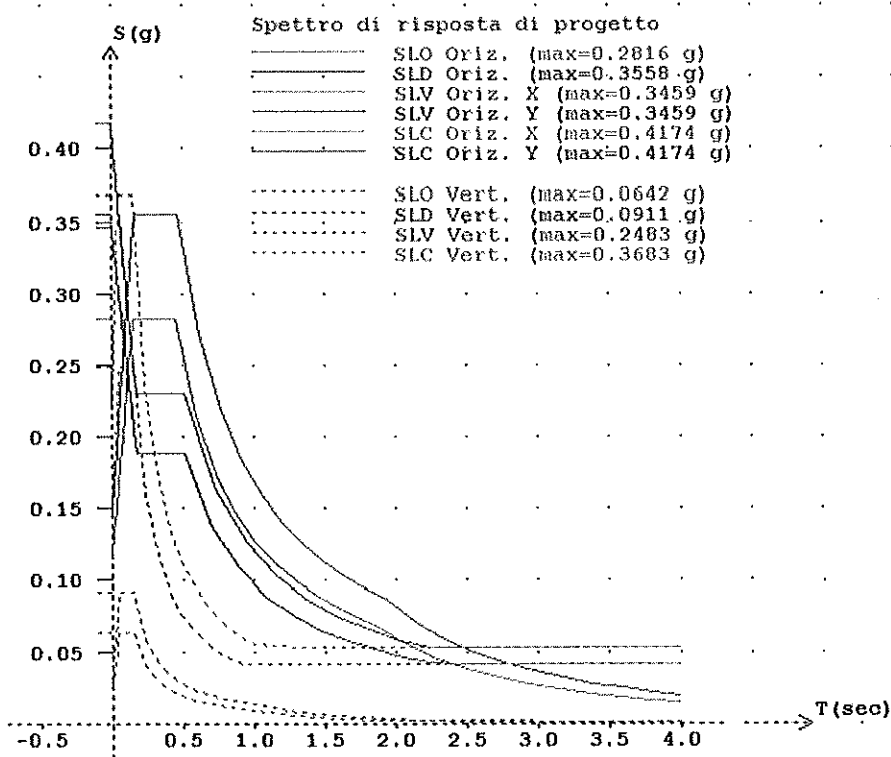
**Prevenzione dal collasso (SLC)**

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 1462 [anni]  
ag: 0,266 g  
Fo: 2,477  
Tc\*: 0,346 [s]

### Coefficienti Sismici

SLO		SLD	
Ss:	1,500	Ss:	1,500
Cc:	1,580	Cc:	1,560
St:	1,200	St:	1,200
Kh:	0,023	Kh:	0,029
Kv:	0,012	Kv:	0,014
Amax:	1,131	Amax:	1,420
Beta:	0,200	Beta:	0,200
SLV		SLC	
Ss:	1,400	Ss:	1,300
Cc:	1,500	Cc:	1,490
St:	1,200	St:	1,200
Kh:	0,097	Kh:	0,116
Kv:	0,049	Kv:	0,058
Amax:	3,401	Amax:	4,076
Beta:	0,280	Beta:	0,280

Le coordinate espresse in questo paragrafo sono in ED50.



## **6. CONSIDERAZIONI FINALI**

- In considerazione dei risultati ottenuti con la seguente indagine geologica si attribuisce al progetto proposto un apprezzabile grado di fattibilità geologica.
- Nel sito investigato sono stati eseguiti dal sottoscritto n° 2 prove penetrometriche statiche CPT.
- Dall'analisi comparativa della cartografia PAI (Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004 "Carta del rischio idrogeologico") si evince che l'edificio in oggetto insiste su di una fascia di territorio con nessun tipo di perimetrazione per area esondabile e/o per fenomenologie di tipo gravitativo e quindi si attribuisce allo stesso un discreto grado di stabilità geologica.
- Ai fini delle verifiche sismiche, sulla base dell'assetto morfologico e topografico del sito in oggetto, si ritiene opportuno associare lo stesso ad una categoria topografica di tipo T2 con coefficiente d'amplificazione topografica  $S_T=1,20$ .
- In virtù dei risultati ottenuti con l'indagine geofisica H/V, eseguita nel sedime in oggetto, (vedi allegati) il sottosuolo risulta caratterizzato da una  $V_{s30}$  media pari a circa 274 m/s ; tali risultati fanno caratterizzare il sito come categoria di suolo di tipo C .
- È buona norma inoltre mantenere le linee idriche di scarico periodicamente e realizzare un adeguato drenaggio e convogliamento delle acque superficiali nel sito mediante opportuni sistemi di canalizzazione e raccolta per il corretto deflusso delle acque.

Da quanto emerso dalle indagini effettuate, si può asserire che i dati acquisiti sono sufficienti per poter responsabilmente estrapolare quanto necessario alla fase progettuale dell'opera in questione.

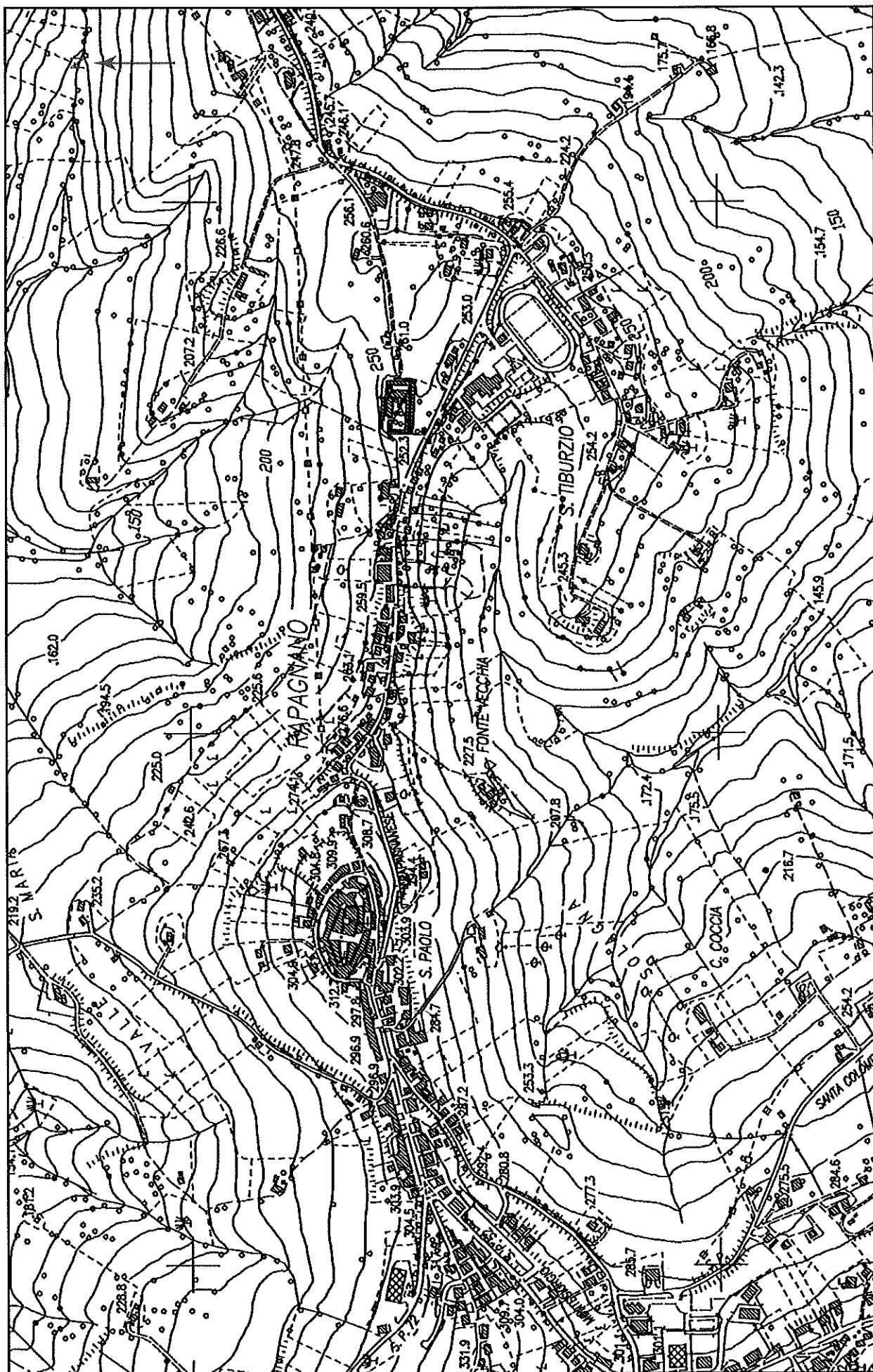
Per eventuali chiarimenti in sede esecutiva si rimane cortesemente a disposizione.

*Si tenga infine presente che la tipologia, l'ampiezza dell'indagine e le relative considerazioni, sono strettamente subordinate alla tipologia dell'incarico ricevuto.*

**Montottone, li 03/07/2014**



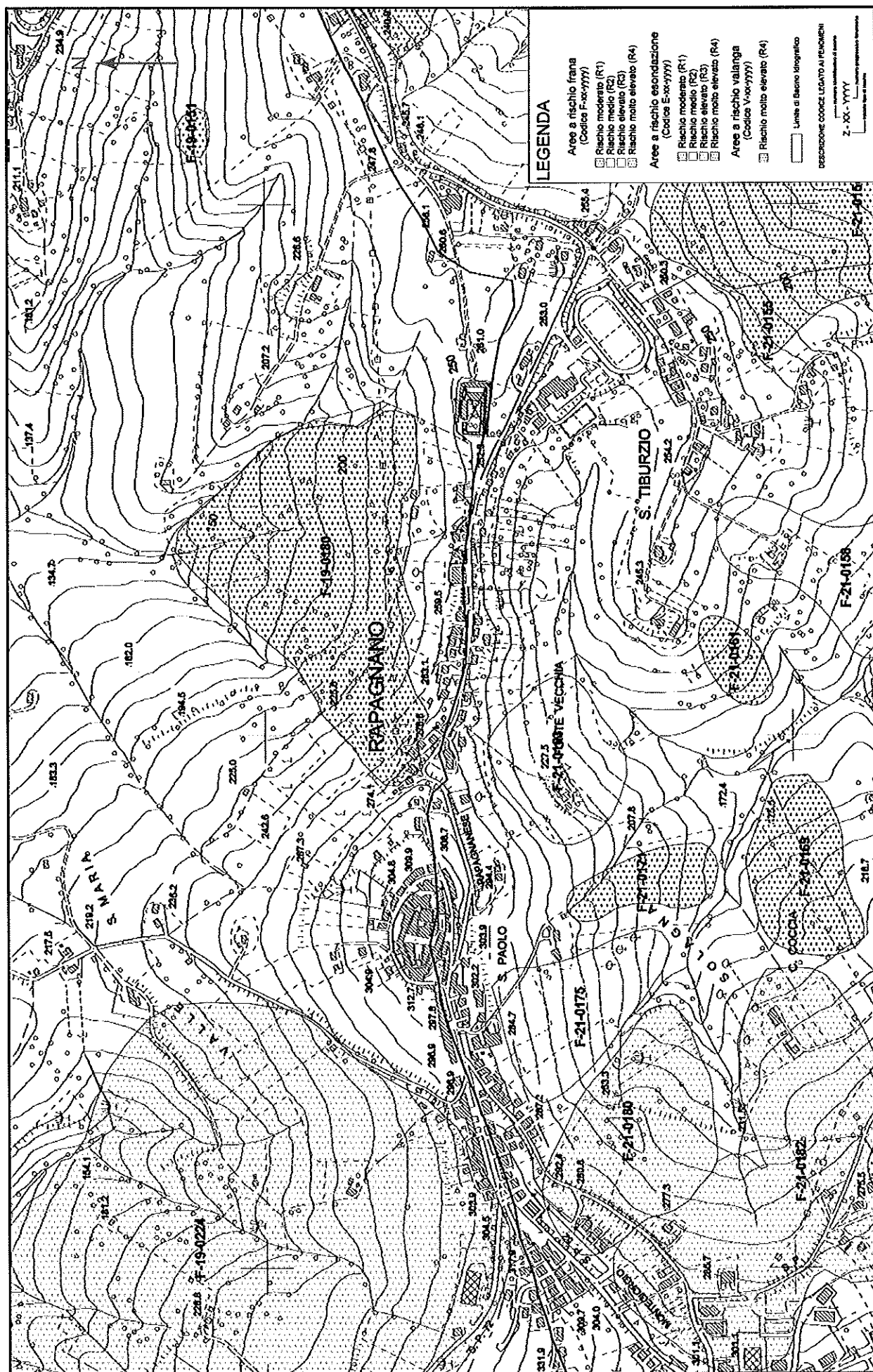
Tavola 1 - Carta Topografica 1:10.000 (stralcio tavola C.T.R. 314040)



○ Area in esame

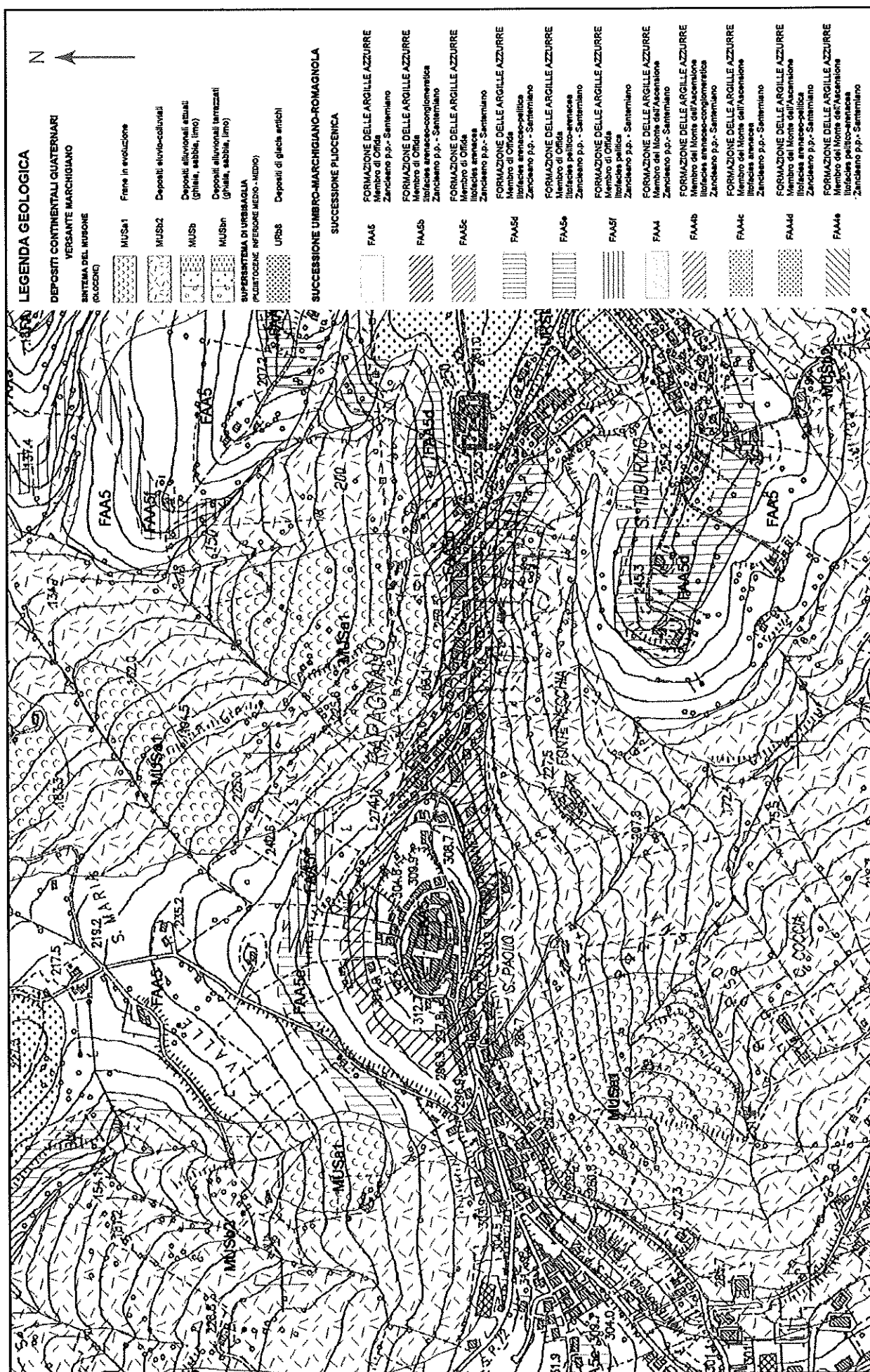


Tavola 2 - Piano Assetto Idrogeologico 1:10.000 (stralcio tavola RI59a)

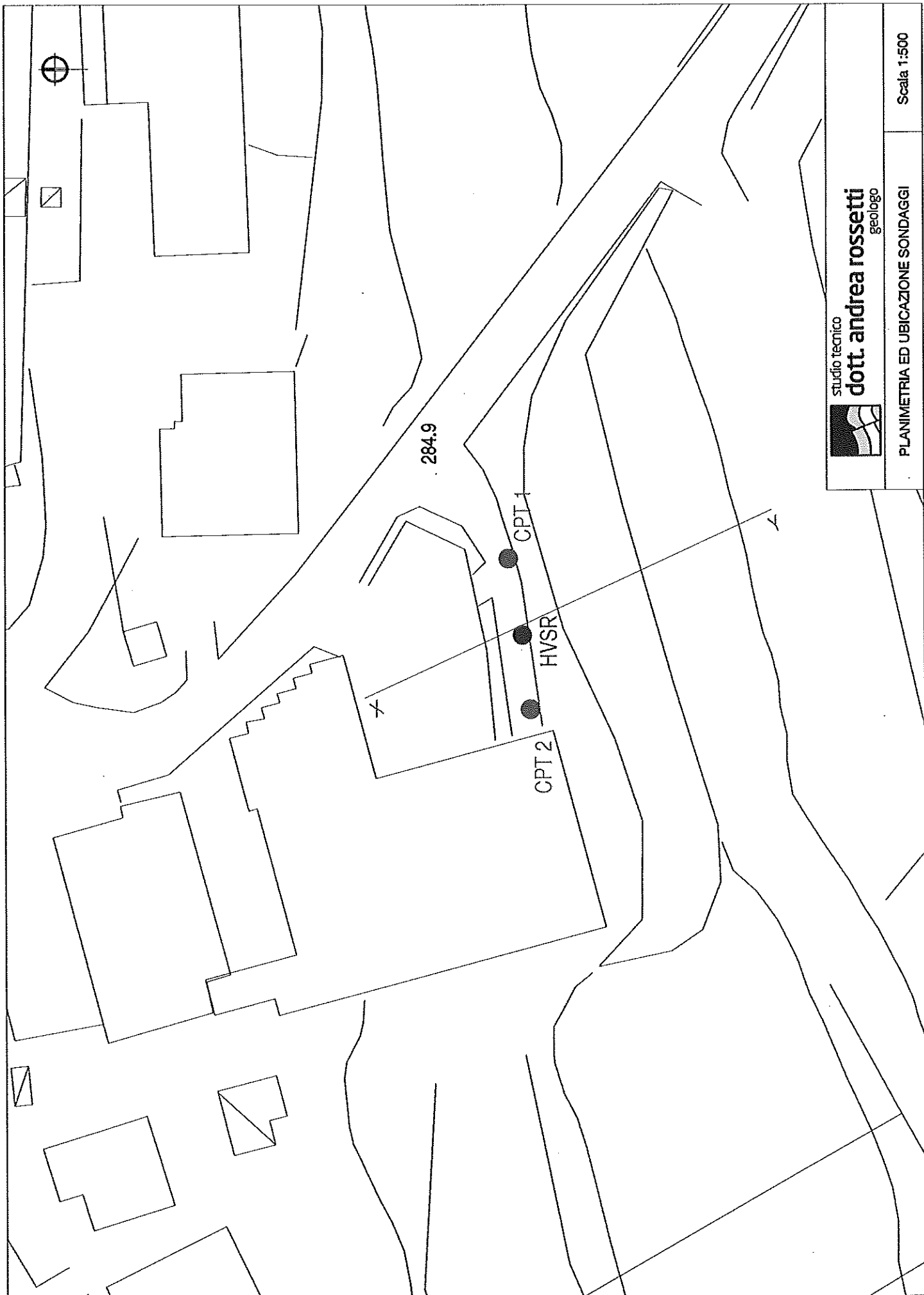


○ Area in esame

Tavola 3 - Carta geologica regionale 1:10.000 (stralcio tavola 314040)



○ Area in esame

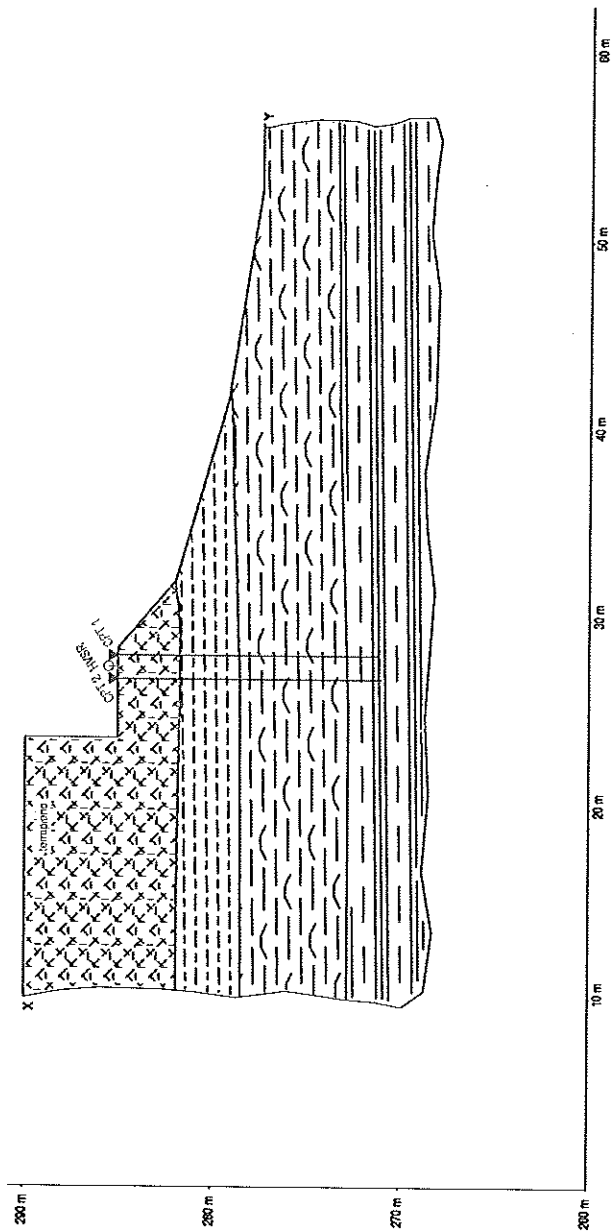


studio tecnico  
**dott. andrea rossetti**  
geologo



PLANIMETRIA ED UBICAZIONE SONDAGGI

Scala 1:500



Riparto antropico



Argilla limosa



Limo sabbioso



Argilla marnosa con intercalazioni sabbiose e argilla limosa debolmente marnosa con intercalazioni sabbiose





GeCO di Curatolo A. e Gaggiotti M. s.n.c.  
Via Selva, 132 - 60037 Monte S.Vito (AN)  
P. IVA / C.F. 02541280422

Tel./Fax +39 071 9989975  
curatolo.angelo@gecosnc.com - cell. 328.02.82.743  
gaggiotti.marco@gecosnc.com - cell. 328.20.40.857



**INDAGINE GEOTECNICA MEDIANTE PROVE PENETROMETRICHE  
AD INTEGRAZIONE DELLA RELAZIONE GEOLOGICA  
ESEGUITA PRESSO LA SCUOLA "DON BOSCO" IN VIALE EUROPA  
PRESSO IL COMUNE DI RAPAGNANO (FM)**

---

**Oggetto:** Prove penetrometriche

**Committente:** Comune di Rapagnano

**Commessa:** 179-14

**Data acquisizione:** 19/06/2014

---

Monte San Vito, lì 01 Luglio 2014

Il Responsabile  
(dott. geol. Angelo Curatolo)

---

La presente relazione è ad uso esclusivo della pratica in oggetto. La pubblicazione integrale o di una sua parte è vietata senza il consenso dell'Autore.

### Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63-200 Kn

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica (mm)	35,7
Angolo di apertura punta (°)	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

### Legenda parametri geotecnici CPT:

<b>CPT:</b>	Cone Penetration Test
<b>Stratigrafia:</b>	A.G.I. (1977) consigliato per CPT
<b>Nr:</b>	Progressiva numero strati
<b>Prof:</b>	Profondità strato (metri)
<b>Tipo:</b>	I: Incoerente                      C: Coesivo
<b>Cu :</b>	Coesione non drenata ( $\text{kg/cm}^2$ ) – Baligh ed altri 1980 $N_k=20$
<b>Eu:</b>	Modulo di deformazione non drenato ( $\text{kg/cm}^2$ ) – Ladd (77) $N_k=300$
<b>Mo :</b>	Modulo Edometrico ( $\text{kg/cm}^2$ ) – Coesivi – Bulsmann Sanglerat
<b>OCR:</b>	Grado di sovra consolidazione – Stress-History
<b>G:</b>	Modulo di deformazione al taglio ( $\text{kg/cm}^2$ ) – Imai & Tomauchi
<b>Puv :</b>	Peso unità di volume ( $\text{t/m}^3$ ) – Meyerhof
<b>PuvS :</b>	Peso unità di volume saturo ( $\text{t/m}^3$ ) – Meyerhof
<b>Dr:</b>	Densità relativa (%) Schmertmann
<b><math>\Phi</math> :</b>	Angolo di resistenza al taglio (°) – De Beer
<b>Ey</b>	Modulo di Young ( $\text{kg/cm}^2$ ) – Incoerenti – Robertson e Campanella
<b>K:</b>	Permeabilità ( $\text{cm/s}$ ) –

**PROVA CPT1 – Scuola Don Bosco Viale Europa– Comune di Rapagnano (FM)**

Prova eseguita in data 19/06/2014

Profondità prova CPT -13,80 m

Note: Falda rilevata alla prof. di - 7,4m dal p.c.



**TABELLA VALORI DI RESISTENZA**

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura Laterale (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>c</sub> /f <sub>s</sub> Begemann	f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> 100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	48	64	48.1	2.1	22.9	4.4
0.6	51	83	51.1	2.3	22.2	4.5
0.8	24	59	24.1	1.1	21.9	4.6
1	21	38	21.1	0.7	30.1	3.3
1.2	10	21	10.3	0.7	14.7	6.8
1.4	15	25	15.3	1.1	13.9	7.2
1.6	19	35	19.3	0.9	21.4	4.7
1.8	12	25	12.3	1.4	8.8	11.4
2	17	38	17.3	1.4	12.4	8.1
2.2	40	61	40.4	0.8	50.5	2.0
2.4	10	22	10.4	0.4	26.0	3.8
2.6	15	21	15.4	0.8	19.3	5.2
2.8	12	24	12.4	0.9	13.8	7.3
3	14	28	14.4	0.9	16.0	6.3
3.2	12	25	12.6	0.9	14.0	7.1
3.4	14	28	14.6	0.8	18.3	5.5
3.6	13	25	13.6	0.8	17.0	5.9
3.8	20	32	20.6	1.3	15.8	6.3
4	15	35	15.6	0.7	22.3	4.5
4.2	21	31	21.7	0.9	24.1	4.1
4.4	16	29	16.7	1.1	15.2	6.6
4.6	12	28	12.7	0.7	18.1	5.5
4.8	16	27	16.7	0.7	23.9	4.2
5	24	35	24.7	0.8	30.9	3.2
5.2	19	31	19.8	1.0	19.8	5.1
5.4	23	38	23.8	0.6	39.7	2.5
5.6	28	37	28.8	0.9	32.0	3.1
5.8	23	37	23.8	0.9	26.4	3.8
6	24	37	24.8	0.9	27.6	3.6
6.2	18	31	19.0	1.3	14.6	6.8
6.4	39	58	40.0	1.4	28.6	3.5
6.6	29	50	30.0	1.4	21.4	4.7
6.8	39	60	40.0	2.2	18.2	5.5
7	42	75	43.0	2.5	17.2	5.8
7.2	35	72	36.1	1.1	32.8	3.0
7.4	48	65	49.1	1.7	28.9	3.5
7.6	54	80	55.1	2.1	26.2	3.8
7.8	35	66	36.1	2.2	16.4	6.1
8	43	76	44.1	1.1	40.1	2.5
8.2	52	69	53.2	1.7	31.3	3.2
8.4	30	55	31.2	1.3	24.0	4.2
8.6	45	65	46.2	1.1	42.0	2.4
8.8	38	55	39.2	0.5	78.4	1.3
9	29	37	30.2	1.3	23.2	4.3
9.2	32	52	33.4	1.1	30.4	3.3
9.4	30	46	31.4	0.6	52.3	1.9
9.6	22	31	23.4	1.1	21.3	4.7
9.8	33	49	34.4	0.9	38.2	2.6
10	21	35	22.4	0.7	32.0	3.1
10.2	15	25	16.5	0.5	33.0	3.0
10.4	27	34	28.5	1.1	25.9	3.9
10.6	16	33	17.5	0.7	25.0	4.0
10.8	25	35	26.5	1.0	26.5	3.8
11	19	34	20.5	1.3	15.8	6.3
11.2	21	41	22.7	1.9	11.9	8.4
11.4	56	85	57.7	2.4	24.0	4.2
11.6	77	113	78.7	3.5	22.5	4.4
11.8	65	117	66.7	2.4	27.8	3.6
12	56	92	57.7	3.3	17.5	5.7
12.2	78	128	79.8	3.4	23.5	4.3
12.4	88	139	89.8	2.9	31.0	3.2
12.6	88	131	89.8	2.2	40.8	2.4
12.8	88	121	89.8	1.6	56.1	1.8
13	88	112	89.8	2.2	40.8	2.4
13.2	119	152	120.9	3.6	33.6	3.0
13.4	146	200	147.9	4.5	32.9	3.0
13.6	171	238	172.9	5.3	32.6	3.1
13.8	155	235	156.9	-	-	-

# PROVA CPT1 – Scuola Don Bosco Viale Europa– Comune di Rapagnano (FM)

Prova eseguita in data 19/06/2014

Profondità prova CPT -13,80 m

Note: Falda rilevata alla prof. di - 7.4m dal p.c.



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	%	(°)	Kg/cm <sup>2</sup>	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	C	2.40	72.10	240.00	298.50	>9	2.10	2.20	-	-	-	-
3	0.6	C	2.60	76.60	255.00	309.70	>9	2.10	2.20	-	-	-	-
4	0.8	C	1.20	72.30	121.00	195.70	5.39	2.00	2.10	-	-	-	-
5	1.0	I-C	1.00	63.30	106.00	180.40	3.41	2.00	2.10	78.2	29.6	42.2	-
6	1.2	C	0.50	30.90	52.00	116.40	1.31	1.90	1.90	-	-	-	-
7	1.4	C	0.80	45.90	77.00	148.30	1.61	1.90	2.00	-	-	-	-
8	1.6	C	1.00	57.90	96.00	170.90	1.73	2.00	2.00	-	-	-	-
9	1.8	C	0.60	36.90	62.00	129.70	0.96	1.90	2.00	-	-	-	-
10	2.0	C	0.80	51.90	86.00	159.80	1.19	1.90	2.00	-	-	-	-
11	2.2	I-C	2.00	121.20	202.00	268.30	2.49	2.10	2.20	69.3	28.2	80.8	-
12	2.4	C	0.50	31.20	52.00	117.10	0.58	1.90	1.90	-	-	-	-
13	2.6	C	0.70	46.20	77.00	148.80	0.79	1.90	2.00	-	-	-	-
14	2.8	C	0.60	37.20	62.00	130.40	0.58	1.90	2.00	-	-	-	-
15	3.0	C	0.70	43.20	72.00	142.90	0.63	1.90	2.00	-	-	-	-
16	3.2	C	0.60	37.80	63.00	131.70	0.51	1.90	2.00	-	-	-	-
17	3.4	C	0.70	43.80	73.00	144.10	0.56	1.90	2.00	-	-	-	-
18	3.6	C	0.60	40.80	68.00	138.00	<0.5	1.90	2.00	-	-	-	-
19	3.8	C	1.00	61.80	103.00	177.80	0.70	2.00	2.10	-	-	-	-
20	4.0	C	0.70	46.80	78.00	150.00	0.50	1.90	2.00	-	-	-	-
21	4.2	C	1.00	65.10	109.00	183.50	0.66	2.00	2.10	-	-	-	-
22	4.4	C	0.80	50.10	84.00	156.40	<0.5	1.90	2.00	-	-	-	-
23	4.6	C	0.60	38.10	63.00	132.30	<0.5	1.90	2.00	-	-	-	-
24	4.8	C	0.80	50.10	84.00	156.40	<0.5	1.90	2.00	-	-	-	-
25	5.0	I-C	1.20	74.10	124.00	198.70	0.63	2.00	2.10	29.7	21.6	49.4	-
26	5.2	I-C	0.90	59.40	99.00	173.50	<0.5	2.00	2.00	22.2	20.3	39.6	-
27	5.4	I-C	1.10	71.40	119.00	194.20	0.56	2.00	2.10	26.3	21	47.6	-
28	5.6	I-C	1.40	86.40	144.00	218.20	0.65	2.00	2.10	30.6	21.7	57.6	-
29	5.8	C	1.10	71.40	119.00	194.20	0.51	2.00	2.10	-	-	-	-
30	6.0	C	1.20	74.40	124.00	199.10	0.52	2.00	2.10	-	-	-	-
31	6.2	C	0.90	57.00	95.00	169.20	<0.5	2.00	2.00	-	-	-	-
32	6.4	C	1.90	120.00	200.00	266.70	0.78	2.10	2.20	-	-	-	-
33	6.6	C	1.40	90.00	150.00	223.70	0.56	2.00	2.10	-	-	-	-
34	6.8	C	1.90	120.00	200.00	266.70	0.73	2.10	2.20	-	-	-	-
35	7.0	C	2.10	129.00	215.00	278.70	0.76	2.10	2.20	-	-	-	-
36	7.2	I-C	1.70	108.30	180.00	250.50	0.62	2.10	2.10	29.2	21.5	72.2	-
37	7.4	C	2.40	73.60	245.00	302.30	0.81	2.10	2.20	-	-	-	-
38	7.6	C	2.70	82.60	275.00	324.30	0.89	2.10	2.20	-	-	-	-
39	7.8	C	1.70	108.30	180.00	250.50	0.58	2.10	2.10	-	-	-	-
40	8.0	I-C	2.10	132.30	220.00	283.10	0.69	2.10	2.20	31.6	22.1	88.2	-
41	8.2	I-C	2.60	79.80	266.00	317.50	0.82	2.10	2.20	36.2	22.9	106.4	-
42	8.4	I-C	1.50	93.60	156.00	229.10	<0.5	2.00	2.10	20.2	20.3	62.4	-
43	8.6	I-C	2.20	69.30	231.00	291.20	0.70	2.10	2.20	30.7	22.1	92.4	-
44	8.8	I-C	1.90	117.60	196.00	263.40	0.58	2.10	2.20	25.3	21.2	78.4	-
45	9.0	I-C	1.40	90.60	151.00	224.60	<0.5	2.00	2.10	17.1	19.9	60.4	-
46	9.2	I-C	1.60	100.20	167.00	238.90	<0.5	2.10	2.10	19.3	20.3	66.8	-
47	9.4	I-C	1.50	94.20	157.00	230.00	<0.5	2.00	2.10	16.9	20	62.8	-
48	9.6	I-C	1.10	70.20	117.00	192.20	<0.5	2.00	2.10	7.9	18.5	46.8	-
49	9.8	I-C	1.60	103.20	172.00	243.20	<0.5	2.10	2.10	18.3	20.3	68.8	-
50	10.0	I-C	1.00	67.20	112.00	187.10	<0.5	2.00	2.10	5.4	18.2	44.8	-
51	10.2	I-C	0.70	49.50	82.00	155.30	<0.5	1.90	2.00	5	16.7	33	-
52	10.4	C	1.30	85.50	142.00	216.80	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
53	10.6	C	0.80	52.50	88.00	160.90	<0.5	1.90	2.00	-	-	-	-
54	10.8	C	1.20	79.50	132.00	207.40	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
55	11.0	C	0.90	61.50	102.00	177.30	<0.5	2.00	2.00	-	-	-	-
56	11.2	C	1.00	68.10	114.00	188.70	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
57	11.4	C	2.80	86.60	289.00	333.60	0.73	2.10	2.20	-	-	-	-
58	11.6	C	3.80	118.00	393.00	403.30	0.99	2.20	2.30	-	-	-	-
59	11.8	C	3.20	100.00	333.00	364.50	0.67	2.20	2.20	-	-	-	-
60	12.0	C	2.80	86.60	289.00	333.60	0.57	2.10	2.20	-	-	-	-
61	12.2	C	3.90	119.70	399.00	406.70	0.78	2.20	2.30	-	-	-	-
62	12.4	I-C	4.40	134.70	449.00	437.10	0.86	2.20	2.30	38.7	23.1	179.6	-
63	12.6	I-C	4.40	134.70	449.00	437.10	0.84	2.20	2.30	38.2	23	179.6	-
64	12.8	I-C	4.40	134.70	449.00	437.10	0.83	2.20	2.30	37.7	22.9	179.6	-
65	13.0	I-C	4.40	134.70	449.00	437.10	0.81	2.20	2.30	37.2	22.8	179.6	-
66	13.2	I-C	5.90	181.40	605.00	524.20	1.08	2.30	2.40	45.2	24.2	241.8	-
67	13.4	I-C	7.30	221.80	739.00	592.90	1.29	2.30	2.40	50.5	25	295.8	-
68	13.6	I-C	8.5	259.3	864	652.3	1.49	2.3	2.4	54.5	25.7	345.8	-
69	13.8	I-C	7.7	235.3	784	614.7	1.33	2.3	2.4	51.2	25.2	313.8	-

## SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	%	(°)	Kg/cm <sup>2</sup>	cm/s
1	2.2	C	1.29	62.90	129.70	197.77	-	1.99	2.07	-	-	-	-
2	6.2	C	0.86	54.32	90.60	162.83	-	1.95	2.03	-	-	-	-
3	11.2	I-C	1.61	89.86	170.00	238.80	-	2.04	2.12	20.24	20.31	67.95	-
4	13	I-C	3.79	116.63	388.78	398.90	-	2.18	2.27	37.95	22.95	179.60	-
5	13.8	I-C	7.35	224.45	748.00	596.03	-	2.30	2.40	50.35	25.03	299.30	-



**PROVA CPT1 – Scuola Don Bosco Viale Europa– Comune di Rapagnano (FM)**

Prova eseguita in data 19/06/2014

Profondità prova CPT -13,80 m

Note: Falda rilevata alla prof. di - 7.4m dal p.c.



**TABELLA VALORI DI RESISTENZA**

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura Laterale (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	48	64	48.1	2.1	22.9	4.4
0.6	51	83	51.1	2.3	22.2	4.5
0.8	24	59	24.1	1.1	21.9	4.6
1	21	38	21.1	0.7	30.1	3.3
1.2	10	21	10.3	0.7	14.7	6.8
1.4	15	25	15.3	1.1	13.9	7.2
1.6	19	35	19.3	0.9	21.4	4.7
1.8	12	25	12.3	1.4	8.8	11.4
2	17	38	17.3	1.4	12.4	8.1
2.2	40	61	40.4	0.8	50.5	2.0
2.4	10	22	10.4	0.4	26.0	3.8
2.6	15	21	15.4	0.8	19.3	5.2
2.8	12	24	12.4	0.9	13.8	7.3
3	14	28	14.4	0.9	16.0	6.3
3.2	12	25	12.6	0.9	14.0	7.1
3.4	14	28	14.6	0.8	18.3	5.5
3.6	13	25	13.6	0.8	17.0	5.9
3.8	20	32	20.6	1.3	15.8	6.3
4	15	35	15.6	0.7	22.3	4.5
4.2	21	31	21.7	0.9	24.1	4.1
4.4	16	29	16.7	1.1	15.2	6.6
4.6	12	28	12.7	0.7	18.1	5.5
4.8	16	27	16.7	0.7	23.9	4.2
5	24	35	24.7	0.8	30.9	3.2
5.2	19	31	19.8	1.0	19.8	5.1
5.4	23	38	23.8	0.6	39.7	2.5
5.6	28	37	28.8	0.9	32.0	3.1
5.8	23	37	23.8	0.9	26.4	3.8
6	24	37	24.8	0.9	27.6	3.6
6.2	18	31	19.0	1.3	14.6	6.8
6.4	39	58	40.0	1.4	28.6	3.5
6.6	29	50	30.0	1.4	21.4	4.7
6.8	39	60	40.0	2.2	18.2	5.5
7	42	75	43.0	2.5	17.2	5.8
7.2	35	72	36.1	1.1	32.8	3.0
7.4	48	65	49.1	1.7	28.9	3.5
7.6	54	80	55.1	2.1	26.2	3.8
7.8	35	66	36.1	2.2	16.4	6.1
8	43	76	44.1	1.1	40.1	2.5
8.2	52	69	53.2	1.7	31.3	3.2
8.4	30	55	31.2	1.3	24.0	4.2
8.6	45	65	46.2	1.1	42.0	2.4
8.8	38	55	39.2	0.5	78.4	1.3
9	29	37	30.2	1.3	23.2	4.3
9.2	32	52	33.4	1.1	30.4	3.3
9.4	30	46	31.4	0.6	52.3	1.9
9.6	22	31	23.4	1.1	21.3	4.7
9.8	33	49	34.4	0.9	38.2	2.6
10	21	35	22.4	0.7	32.0	3.1
10.2	15	25	16.5	0.5	33.0	3.0
10.4	27	34	28.5	1.1	25.9	3.9
10.6	16	33	17.5	0.7	25.0	4.0
10.8	25	35	26.5	1.0	26.5	3.8
11	19	34	20.5	1.3	15.8	6.3
11.2	21	41	22.7	1.9	11.9	8.4
11.4	56	85	57.7	2.4	24.0	4.2
11.6	77	113	78.7	3.5	22.5	4.4
11.8	65	117	66.7	2.4	27.8	3.6
12	56	92	57.7	3.3	17.5	5.7
12.2	78	128	79.8	3.4	23.5	4.3
12.4	88	139	89.8	2.9	31.0	3.2
12.6	88	131	89.8	2.2	40.8	2.4
12.8	88	121	89.8	1.6	56.1	1.8
13	88	112	89.8	2.2	40.8	2.4
13.2	119	152	120.9	3.6	33.6	3.0
13.4	146	200	147.9	4.5	32.9	3.0
13.6	171	238	172.9	5.3	32.6	3.1
13.8	155	235	156.9	-	-	-

# PROVA CPT1 – Scuola Don Bosco Viale Europa– Comune di Rapagnano (FM)

Prova eseguita in data 19/06/2014

Profondità prova CPT -13,80 m

Note: Falda rilevata alla prof. di - 7.4m dal p.c.



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr.	Strato	Prof.	Tipo	Cu Kg/cm <sup>2</sup>	Mo Kg/cm <sup>2</sup>	Eu Kg/cm <sup>2</sup>	G Kg/cm <sup>2</sup>	OCR	Puv t/m <sup>3</sup>	PuvS t/m <sup>3</sup>	Dr %	Φ (°)	Ey Kg/cm <sup>2</sup>	K cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	C	-	2.40	72.10	240.00	298.50	>9	2.10	2.20	-	-	-	-
3	0.6	C	-	2.60	76.60	255.00	309.70	>9	2.10	2.20	-	-	-	-
4	0.8	C	-	1.20	72.30	121.00	195.70	5.39	2.00	2.10	-	-	-	-
5	1.0	I-C	-	1.00	63.30	106.00	180.40	3.41	2.00	2.10	78.2	29.6	42.2	-
6	1.2	C	-	0.50	30.90	52.00	116.40	1.31	1.90	1.90	-	-	-	-
7	1.4	C	-	0.80	45.90	77.00	148.30	1.61	1.90	2.00	-	-	-	-
8	1.6	C	-	1.00	57.90	96.00	170.90	1.73	2.00	2.00	-	-	-	-
9	1.8	C	-	0.60	36.90	62.00	129.70	0.96	1.90	2.00	-	-	-	-
10	2.0	C	-	0.80	51.90	86.00	159.80	1.19	1.90	2.00	-	-	-	-
11	2.2	I-C	-	2.00	121.20	202.00	268.30	2.49	2.10	2.20	69.3	28.2	80.8	-
12	2.4	C	-	0.50	31.20	52.00	117.10	0.58	1.90	1.90	-	-	-	-
13	2.6	C	-	0.70	46.20	77.00	148.80	0.79	1.90	2.00	-	-	-	-
14	2.8	C	-	0.60	37.20	62.00	130.40	0.58	1.90	2.00	-	-	-	-
15	3.0	C	-	0.70	43.20	72.00	142.90	0.63	1.90	2.00	-	-	-	-
16	3.2	C	-	0.60	37.80	63.00	131.70	0.51	1.90	2.00	-	-	-	-
17	3.4	C	-	0.70	43.80	73.00	144.10	0.56	1.90	2.00	-	-	-	-
18	3.6	C	-	0.60	40.80	68.00	138.00	<0.5	1.90	2.00	-	-	-	-
19	3.8	C	-	1.00	61.80	103.00	177.80	0.70	2.00	2.10	-	-	-	-
20	4.0	C	-	0.70	46.80	78.00	150.00	0.50	1.90	2.00	-	-	-	-
21	4.2	C	-	1.00	65.10	109.00	183.50	0.66	2.00	2.10	-	-	-	-
22	4.4	C	-	0.80	50.10	84.00	156.40	<0.5	1.90	2.00	-	-	-	-
23	4.6	C	-	0.60	38.10	63.00	132.30	<0.5	1.90	2.00	-	-	-	-
24	4.8	C	-	0.80	50.10	84.00	156.40	<0.5	1.90	2.00	-	-	-	-
25	5.0	I-C	-	1.20	74.10	124.00	198.70	0.63	2.00	2.10	29.7	21.6	49.4	-
26	5.2	I-C	-	0.90	59.40	99.00	173.50	<0.5	2.00	2.00	22.2	20.3	39.6	-
27	5.4	I-C	-	1.10	71.40	119.00	194.20	0.56	2.00	2.10	26.3	21	47.6	-
28	5.6	I-C	-	1.40	86.40	144.00	218.20	0.65	2.00	2.10	30.6	21.7	57.6	-
29	5.8	C	-	1.10	71.40	119.00	194.20	0.51	2.00	2.10	-	-	-	-
30	6.0	C	-	1.20	74.40	124.00	199.10	0.52	2.00	2.10	-	-	-	-
31	6.2	C	-	0.90	57.00	95.00	169.20	<0.5	2.00	2.00	-	-	-	-
32	6.4	C	-	1.90	120.00	200.00	266.70	0.78	2.10	2.20	-	-	-	-
33	6.6	C	-	1.40	90.00	150.00	223.70	0.56	2.00	2.10	-	-	-	-
34	6.8	C	-	1.90	120.00	200.00	266.70	0.73	2.10	2.20	-	-	-	-
35	7.0	C	-	2.10	129.00	215.00	278.70	0.76	2.10	2.20	-	-	-	-
36	7.2	I-C	-	1.70	108.30	180.00	250.50	0.62	2.10	2.10	29.2	21.5	72.2	-
37	7.4	C	-	2.40	73.60	245.00	302.30	0.81	2.10	2.20	-	-	-	-
38	7.6	C	-	2.70	82.60	275.00	324.30	0.89	2.10	2.20	-	-	-	-
39	7.8	C	-	1.70	108.30	180.00	250.50	0.58	2.10	2.10	-	-	-	-
40	8.0	I-C	-	2.10	132.30	220.00	283.10	0.69	2.10	2.20	31.6	22.1	88.2	-
41	8.2	I-C	-	2.60	79.80	266.00	317.50	0.82	2.10	2.20	36.2	22.9	106.4	-
42	8.4	I-C	-	1.50	93.60	156.00	229.10	<0.5	2.00	2.10	20.2	20.3	62.4	-
43	8.6	I-C	-	2.20	69.30	231.00	291.20	0.70	2.10	2.20	30.7	22.1	92.4	-
44	8.8	I-C	-	1.90	117.60	196.00	263.40	0.58	2.10	2.20	25.3	21.2	78.4	-
45	9.0	I-C	-	1.40	90.60	151.00	224.60	<0.5	2.00	2.10	17.1	19.9	60.4	-
46	9.2	I-C	-	1.60	100.20	167.00	238.90	<0.5	2.10	2.10	19.3	20.3	66.8	-
47	9.4	I-C	-	1.50	94.20	157.00	230.00	<0.5	2.00	2.10	16.9	20	62.8	-
48	9.6	I-C	-	1.10	70.20	117.00	192.20	<0.5	2.00	2.10	7.9	18.5	46.8	-
49	9.8	I-C	-	1.60	103.20	172.00	243.20	<0.5	2.10	2.10	18.3	20.3	68.8	-
50	10.0	I-C	-	1.00	67.20	112.00	187.10	<0.5	2.00	2.10	5.4	18.2	44.8	-
51	10.2	I-C	-	0.70	49.50	82.00	155.30	<0.5	1.90	2.00	5	16.7	33	-
52	10.4	C	-	1.30	85.50	142.00	216.80	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
53	10.6	C	-	0.80	52.50	88.00	160.90	<0.5	1.90	2.00	-	-	-	-
54	10.8	C	-	1.20	79.50	132.00	207.40	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
55	11.0	C	-	0.90	61.50	102.00	177.30	<0.5	2.00	2.00	-	-	-	-
56	11.2	C	-	1.00	68.10	114.00	188.70	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
57	11.4	C	-	2.80	86.60	289.00	333.60	0.73	2.10	2.20	-	-	-	-
58	11.6	C	-	3.80	118.00	393.00	403.30	0.99	2.20	2.30	-	-	-	-
59	11.8	C	-	3.20	100.00	333.00	364.50	0.67	2.20	2.20	-	-	-	-
60	12.0	C	-	2.80	86.60	289.00	333.60	0.57	2.10	2.20	-	-	-	-
61	12.2	C	-	3.90	119.70	399.00	406.70	0.78	2.20	2.30	-	-	-	-
62	12.4	I-C	-	4.40	134.70	449.00	437.10	0.86	2.20	2.30	38.7	23.1	179.6	-
63	12.6	I-C	-	4.40	134.70	449.00	437.10	0.84	2.20	2.30	38.2	23	179.6	-
64	12.8	I-C	-	4.40	134.70	449.00	437.10	0.83	2.20	2.30	37.7	22.9	179.6	-
65	13.0	I-C	-	4.40	134.70	449.00	437.10	0.81	2.20	2.30	37.2	22.8	179.6	-
66	13.2	I-C	-	5.90	181.40	605.00	524.20	1.08	2.30	2.40	45.2	24.2	241.8	-
67	13.4	I-C	-	7.30	221.80	739.00	592.90	1.29	2.30	2.40	50.5	25	295.8	-
68	13.6	I-C	-	8.5	259.3	864	652.3	1.49	2.3	2.4	54.5	25.7	345.8	-
69	13.8	I-C	-	7.7	235.3	784	614.7	1.33	2.3	2.4	51.2	25.2	313.8	-

## SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr.	Strato	Prof.	Tipo	Cu Kg/cm <sup>2</sup>	Mo Kg/cm <sup>2</sup>	Eu Kg/cm <sup>2</sup>	G Kg/cm <sup>2</sup>	OCR	Puv t/m <sup>3</sup>	PuvS t/m <sup>3</sup>	Dr %	Φ (°)	Ey Kg/cm <sup>2</sup>	K cm/s
1	2.2	C	-	1.29	62.90	129.70	197.77	-	1.99	2.07	-	-	-	-
2	6.2	C	-	0.86	54.32	90.60	162.83	-	1.95	2.03	-	-	-	-
3	11.2	I-C	-	1.61	89.86	170.00	238.80	-	2.04	2.12	20.24	20.31	67.95	-
4	13	I-C	-	3.79	116.63	388.78	398.90	-	2.18	2.27	37.95	22.95	179.60	-
5	13.8	I-C	-	7.35	224.45	748.00	596.03	-	2.30	2.40	50.35	25.03	299.30	-



**PROVA CPT2 – Scuola Don Bosco Viale Europa– Comune di Rapagnano (FM)**

Prova eseguita in data 19/06/2014

Profondità prova CPT -14,00 m

Note: Falda non rilevata



**TABELLA VALORI DI RESISTENZA**

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura Laterale (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qc×100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	64	96	64.1	3.7	17.3	5.8
0.6	90	146	90.1	2.9	31.1	3.2
0.8	61	105	61.1	1.5	40.7	2.5
1	79	101	79.1	2.0	39.6	2.5
1.2	29	59	29.3	0.3	97.7	1.0
1.4	69	74	69.3	1.8	38.5	2.6
1.6	38	65	38.3	2.0	19.2	5.2
1.8	50	80	50.3	0.9	55.9	1.8
2	56	69	56.3	1.7	33.1	3.0
2.2	113	139	113.4	1.6	70.9	1.4
2.4	86	110	86.4	8.1	10.7	9.4
2.6	40	162	40.4	1.6	25.3	4.0
2.8	90	114	90.4	3.2	28.3	3.5
3	46	94	46.4	0.9	51.6	1.9
3.2	35	49	35.6	1.1	32.4	3.1
3.4	22	39	22.6	1.3	17.4	5.8
3.6	21	40	21.6	1.5	14.4	6.9
3.8	21	43	21.6	1.3	16.6	6.0
4	20	40	20.6	1.3	15.8	6.3
4.2	21	41	21.7	1.2	18.1	5.5
4.4	18	36	18.7	1.8	10.4	9.6
4.6	25	52	25.7	1.7	15.1	6.6
4.8	27	53	27.7	1.7	16.3	6.1
5	21	47	21.7	1.5	14.5	6.9
5.2	18	40	18.8	0.9	20.9	4.8
5.4	21	34	21.8	1.3	16.8	6.0
5.6	23	43	23.8	1.3	18.3	5.5
5.8	23	43	23.8	1.5	15.9	6.3
6	27	49	27.8	1.6	17.4	5.8
6.2	26	50	27.0	1.2	22.5	4.4
6.4	25	43	26.0	1.5	17.3	5.8
6.6	25	47	26.0	1.4	18.6	5.4
6.8	25	46	26.0	1.3	20.0	5.0
7	24	43	25.0	1.1	22.7	4.4
7.2	30	47	31.1	1.3	23.9	4.2
7.4	28	47	29.1	1.3	22.4	4.5
7.6	25	44	26.1	1.6	16.3	6.1
7.8	29	53	30.1	1.1	27.4	3.7
8	23	39	24.1	0.5	48.2	2.1
8.2	28	35	29.2	1.2	24.3	4.1
8.4	31	49	32.2	1.1	29.3	3.4
8.6	37	54	38.2	1.5	25.5	3.9
8.8	47	69	48.2	1.5	32.1	3.1
9	38	61	39.2	1.3	30.2	3.3
9.2	54	74	55.4	1.9	29.2	3.4
9.4	47	75	48.4	2.1	23.0	4.3
9.6	45	77	46.4	1.9	24.4	4.1
9.8	62	90	63.4	2.3	27.6	3.6
10	68	102	69.4	2.5	27.8	3.6
10.2	59	96	60.5	2.2	27.5	3.6
10.4	57	90	58.5	2.3	25.4	3.9
10.6	62	97	63.5	2.1	30.2	3.3
10.8	59	90	60.5	2.7	22.4	4.5
11	36	77	37.5	2.6	14.4	6.9
11.2	39	78	40.7	1.7	23.9	4.2
11.4	29	55	30.7	2.1	14.6	6.8
11.6	32	63	33.7	1.2	28.1	3.6
11.8	18	36	19.7	0.7	28.1	3.6
12	29	40	30.7	1.1	27.9	3.6
12.2	40	57	41.8	1.5	27.9	3.6
12.4	37	59	38.8	1.8	21.6	4.6
12.6	35	62	36.8	1.7	21.6	4.6
12.8	28	54	29.8	1.3	22.9	4.4
13	36	56	37.8	1.6	23.6	4.2
13.2	33	57	34.9	2.4	14.5	6.9
13.4	106	142	107.9	3.7	29.2	3.4
13.6	138	194	139.9	3.3	42.4	2.4
13.8	162	211	163.9	4.4	37.3	2.7
14	158	224	159.9	-	-	-

# PROVA CPT2 – Scuola Don Bosco Viale Europa– Comune di Rapagnano (FM)

Prova eseguita in data 19/06/2014

Profondità prova CPT -14,00 m

Note: Falda non rilevata



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

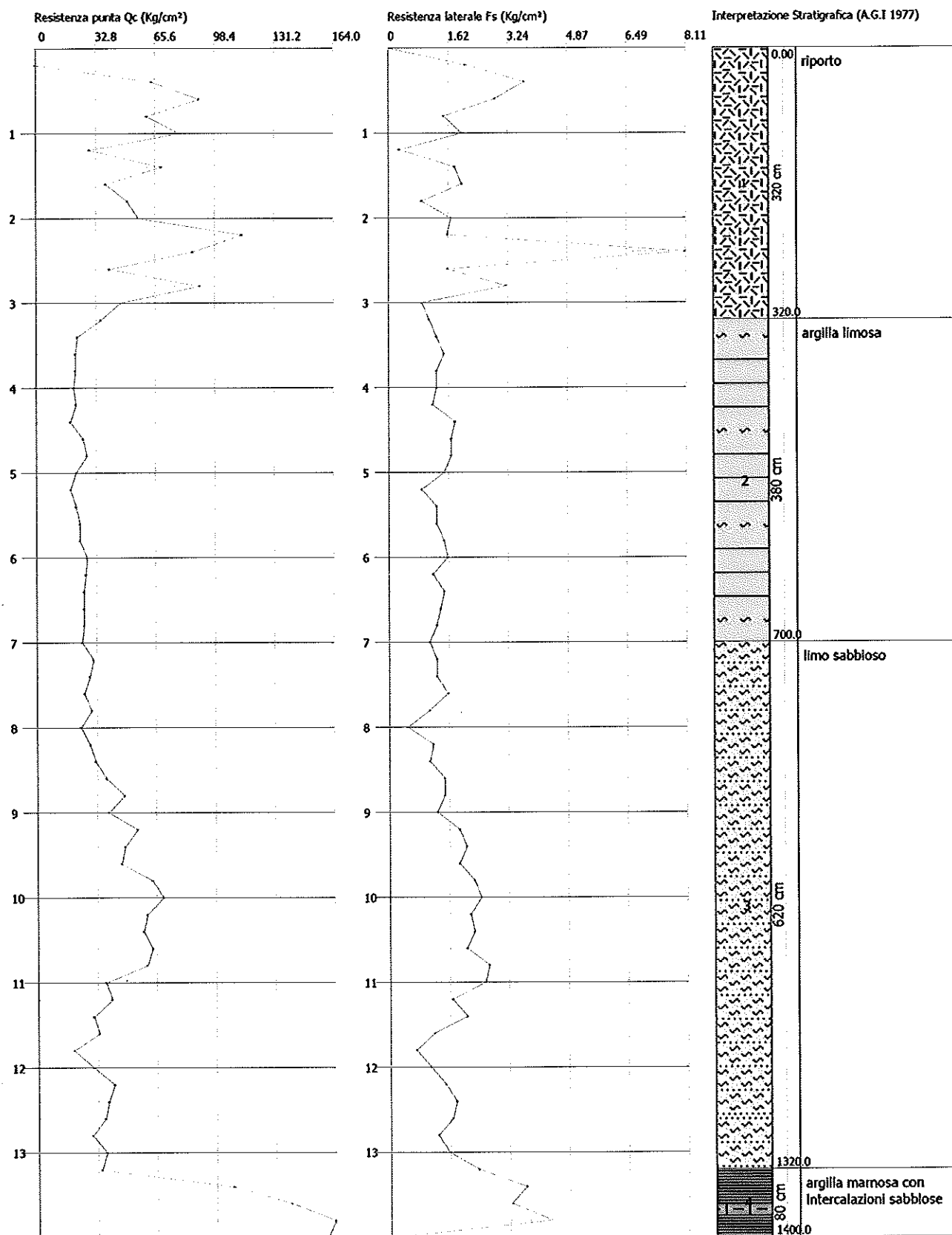
Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	%	(°)	Kg/cm <sup>2</sup>	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	I-C	3.20	96.10	320.00	355.80	>9	2.20	2.20	100	40.3	180.2	-
3	0.6	I-C	4.50	135.10	450.00	438.00	>9	2.20	2.30	100	36	122.2	-
4	0.8	I-C	3.00	91.60	305.00	345.50	>9	2.20	2.20	100	35.6	158.2	-
5	1.0	I-C	3.90	118.60	395.00	404.50	>9	2.20	2.30	78.8	29.7	58.6	-
6	1.2	I-C	1.50	87.90	146.00	220.50	3.48	2.00	2.10	97.9	32.9	138.6	-
7	1.4	I-C	3.50	104.00	347.00	373.10	6.77	2.20	2.30	76.2	29.3	76.6	-
8	1.6	I-C	1.90	114.90	191.00	259.70	3.17	2.10	2.20	80	29.9	100.6	-
9	1.8	I-C	2.50	75.40	251.00	306.80	3.62	2.10	2.20	79.7	29.9	112.6	-
10	2.0	I-C	2.80	84.40	281.00	328.60	3.59	2.10	2.20	96.5	32.7	226.8	-
11	2.2	C	5.60	170.10	567.00	504.10	6.45	2.30	2.30	-	-	-	-
12	2.4	C	4.30	129.60	432.00	426.90	4.43	2.20	2.30	-	-	-	-
13	2.6	C	2.00	121.20	202.00	268.30	1.89	2.10	2.20	-	-	-	-
14	2.8	C	4.50	135.60	452.00	438.90	3.89	2.20	2.30	-	-	-	-
15	3.0	I-C	2.30	69.60	232.00	292.00	1.85	2.10	2.20	60.7	26.7	92.8	-
16	3.2	I-C	1.70	106.80	178.00	248.40	1.32	2.10	2.10	51.2	25.1	71.2	-
17	3.4	C	1.10	67.80	113.00	188.20	0.79	2.00	2.10	-	-	-	-
18	3.6	C	1.00	64.80	108.00	183.00	0.71	2.00	2.10	-	-	-	-
19	3.8	C	1.00	64.80	108.00	183.00	0.67	2.00	2.10	-	-	-	-
20	4.0	C	1.00	61.80	103.00	177.80	0.61	2.00	2.10	-	-	-	-
21	4.2	C	1.00	65.10	109.00	183.50	0.61	2.00	2.10	-	-	-	-
22	4.4	C	0.90	56.10	94.00	167.60	0.50	2.00	2.00	-	-	-	-
23	4.6	C	1.20	77.10	129.00	203.50	0.66	2.00	2.10	-	-	-	-
24	4.8	C	1.30	83.10	139.00	213.10	0.68	2.00	2.10	-	-	-	-
25	5.0	C	1.00	65.10	109.00	183.50	0.51	2.00	2.10	-	-	-	-
26	5.2	C	0.90	56.40	94.00	168.10	<0.5	2.00	2.00	-	-	-	-
27	5.4	C	1.00	65.40	109.00	184.10	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
28	5.6	C	1.10	71.40	119.00	194.20	0.50	2.00	2.10	-	-	-	-
29	5.8	C	1.10	71.40	119.00	194.20	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
30	6.0	C	1.30	83.40	139.00	213.50	0.55	2.00	2.10	-	-	-	-
31	6.2	C	1.30	81.00	135.00	209.80	0.51	2.00	2.10	-	-	-	-
32	6.4	C	1.20	78.00	130.00	205.00	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
33	6.6	C	1.20	78.00	130.00	205.00	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
34	6.8	C	1.20	78.00	130.00	205.00	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
35	7.0	C	1.20	75.00	125.00	200.10	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
36	7.2	C	1.50	93.30	156.00	228.70	0.51	2.00	2.10	-	-	-	-
37	7.4	C	1.40	87.30	146.00	219.60	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
38	7.6	C	1.20	78.30	131.00	205.50	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
39	7.8	C	1.40	90.30	151.00	224.20	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
40	8.0	I-C	1.10	72.30	121.00	195.70	<0.5	2.00	2.10	13.3	18.9	48.2	-
41	8.2	C	1.40	87.60	146.00	220.00	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
42	8.4	C	1.50	96.60	161.00	233.60	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
43	8.6	C	1.80	114.60	191.00	259.30	0.52	2.10	2.20	-	-	-	-
44	8.8	I-C	2.30	72.30	241.00	298.90	0.64	2.10	2.20	30.3	21.7	96.4	-
45	9.0	I-C	1.90	117.60	196.00	263.40	0.51	2.10	2.20	23.7	20.6	78.4	-
46	9.2	C	2.70	83.10	277.00	325.40	0.70	2.10	2.20	-	-	-	-
47	9.4	C	2.30	72.60	242.00	299.60	0.60	2.10	2.20	-	-	-	-
48	9.6	C	2.20	69.60	232.00	292.00	0.56	2.10	2.20	-	-	-	-
49	9.8	C	3.10	95.10	317.00	353.40	0.75	2.20	2.20	-	-	-	-
50	10.0	C	3.40	104.10	347.00	373.40	0.81	2.20	2.30	-	-	-	-
51	10.2	C	2.90	90.80	302.00	343.40	0.69	2.20	2.20	-	-	-	-
52	10.4	C	2.80	87.80	292.00	336.40	0.65	2.10	2.20	-	-	-	-
53	10.6	I-C	3.10	95.30	318.00	353.70	0.69	2.20	2.20	32.5	22.1	127	-
54	10.8	C	2.90	90.80	302.00	343.40	0.65	2.20	2.20	-	-	-	-
55	11.0	C	1.80	112.50	188.00	256.40	<0.5	2.10	2.10	-	-	-	-
56	11.2	C	1.90	122.10	204.00	269.50	<0.5	2.10	2.20	-	-	-	-
57	11.4	C	1.40	92.10	154.00	226.90	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
58	11.6	C	1.60	101.10	169.00	240.20	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
59	11.8	C	0.90	59.10	99.00	173.00	<0.5	1.90	2.00	-	-	-	-
60	12.0	C	1.40	92.10	154.00	226.90	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
61	12.2	C	2.00	125.40	209.00	274.00	<0.5	2.10	2.20	-	-	-	-
62	12.4	C	1.80	116.40	194.00	261.80	<0.5	2.10	2.20	-	-	-	-
63	12.6	C	1.70	110.40	184.00	253.40	<0.5	2.10	2.10	-	-	-	-
64	12.8	C	1.40	89.40	149.00	222.80	<0.5	2.00	2.10	-	-	-	-
65	13.0	C	1.80	113.40	189.00	257.60	<0.5	2.10	2.10	-	-	-	-
66	13.2	C	1.60	104.70	175.00	245.40	<0.5	2.10	2.10	-	-	-	-
67	13.4	C	5.30	161.90	540.00	489.00	0.92	2.30	2.30	-	-	-	-
68	13.6	I-C	6.9	209.8	699	573.1	1.18	2.3	2.4	47.8	24.6	279.8	-
69	13.8	I-C	8.1	245.8	819	631.3	1.36	2.3	2.4	51.9	25.3	327.8	-
70	14	I-C	7.9	239.8	799	621.9	1.3	2.3	2.4	50.7	25.1	319.8	-

## SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	%	(°)	Kg/cm <sup>2</sup>	cm/s
1	3.2	I-C	3.15	109.39	316.60	347.41	-	2.15	2.23	83.73	31.65	121.67	-
2	7	C	1.11	70.72	118.00	192.75	-	2.00	2.09	-	-	-	-
3	13.2	I-C	1.94	94.78	204.42	267.02	-	2.07	2.15	24.95	20.83	87.50	-
4	14	I-C	7.05	214.33	714.25	578.83	-	2.30	2.38	50.13	25.00	309.13	-

Committente: Comune di Rapagnano  
Cantiere: Rapagnano - FM  
Località: Scuola Don Bosco Viale Europa

Data: 01/07/2014  
Pag. 1 Scala 1:66





GeCO di Curatolo A. e Gaggiotti M. s.n.c.  
Via Selva, 132 - 60037 Monte S.Vito (AN)  
P. IVA / C.F. 02541280422

Tel./Fax +39 071 9989975  
curatolo.angelo@gecosnc.com - cell. 328.02.82.743  
gaggiotti.marco@gecosnc.com - cell. 328.20.40.857



**INDAGINE SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA  
MEDIANTE TECNICA DEI RAPPORTI SPETTRALI O HVSR  
ESEGUITA PRESSO LA SCUOLA "DON BOSCO"  
VIALE EUROPA NEL COMUNE DI RAPAGNANO (FM).**

---

**Oggetto:** Indagine sismica passiva a stazione singola HVSR.

**Committente:** Comune di Rapagnano (FM)

**Commessa:** 179-14

---

Monte San Vito, lì 01 Luglio 2014

---

La presente relazione è ad uso esclusivo della pratica in oggetto. La pubblicazione integrale o di una sua parte è vietata senza il consenso dell'Autore.

## **I N D I C E**

1	PREMESSA .....	3
2	STRUMENTAZIONE IMPIEGATA .....	3
3	PROCEDURE DI ANALISI DATI PER STAZIONI SINGOLE H/V.....	3
3.1	Stazione singola Geo1 - Dati di Input .....	4
3.2	Rapporto spettrale H/V .....	5
3.3	Modello stratigrafico .....	6
4	CONCLUSIONI .....	7



## **1 PREMESSA**

Su incarico del Geologo Andrea Rossetti e per conto del Comune di Rapagnano, è stata eseguita in data 19 Giugno 2014, una indagine geofisica mediante la tecnica dei rapporti spettrali o HVSR, presso la Scuola "Don Bosco" in Viale Europa nel Comune di Rapagnano (FM).

Con tale metodo viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s30}$ ) come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 Gennaio 2008. L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di *Nakamura* e sul rapporto spettrale H/V.

## **2 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA**

Le misure di microtremore ambientale sono state eseguite per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Per tale scopo viene utilizzato un sismografo 24 bit GEOBOX prodotto dalla ditta Sara Instruments Srl (frequenza di risonanza 0.45 Hz).

Lo strumento (GeoBox – Sara Instrument) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati secondo le direzioni NS, EW e verticalmente, ad alta definizione, alimentato a batterie, senza cavi esterni.

## **3 PROCEDURE DI ANALISI DATI PER STAZIONI SINGOLE H/V**

Sui terreni di sedime è stata condotta, un'indagine geofisica attraverso l'acquisizione di n.1 registrazione a stazione singola, denominata HVSR 1.

Dalla registrazione del rumore sismico ambientale in campo libero si ricava la curva H/V, secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), avendo utilizzato i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari a 10% della frequenza centrale;
- rimozione dei transetti sulla serie temporale degli H/V.

La curva H/V viene riprodotta creando una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di *Rayleigh* e di *Love* nel modo fondamentale e superiori in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali.

Tale operazione è possibile esclusivamente in presenza di un vincolo che può essere la profondità, nota tramite prove dirette (Sondaggi eseguiti in situ), di un riflettore sismico il cui *marker* sia riconoscibile nelle curve H/V (Castellaro e Mulargia, 2008) o la velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) del primo strato nota da altre indagini.

### 3.1 Stazione singola Geo1 - Dati di input

#### Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	300,00 Hz
Numero campioni:	360000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.
Numero totale finestre selezionate:	38
Numero finestre incluse nel calcolo:	38
Dimensione temporale finestre:	27,307 s
Tipo di lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10,00 %

#### Grafici tracce con finestre selezionate:

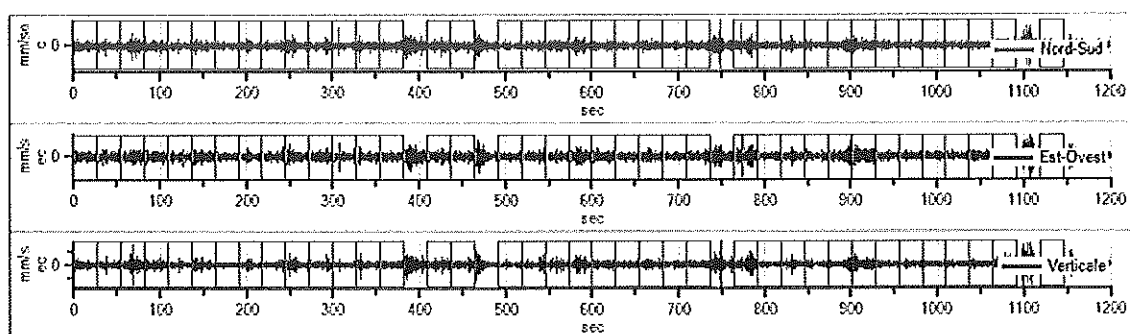


Fig.1: Traccia e finestre selezionate in direzione N-S, E-W e Verticale.

#### Grafici degli spettri

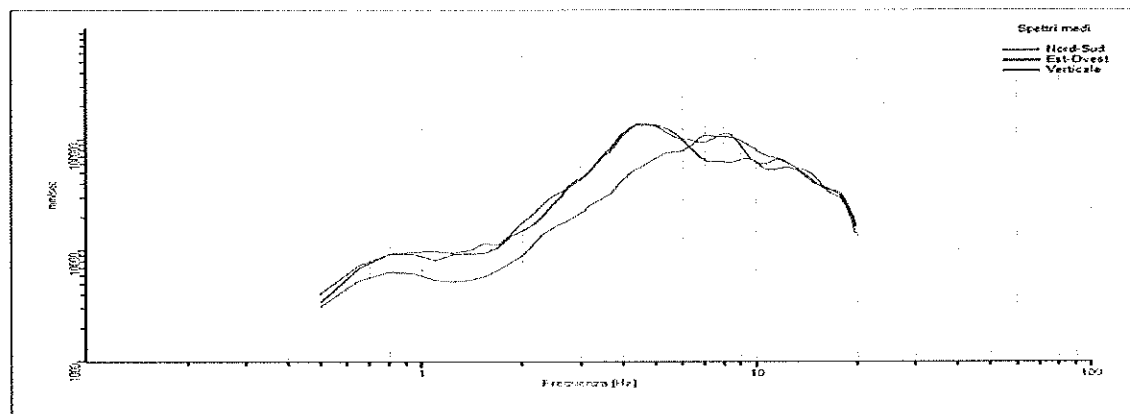


Fig.2: Spettri medi nelle tre direzioni.

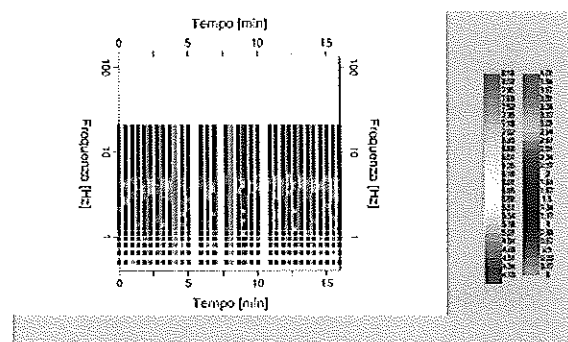


Fig.3: Mappa della stazionarietà degli spettri.

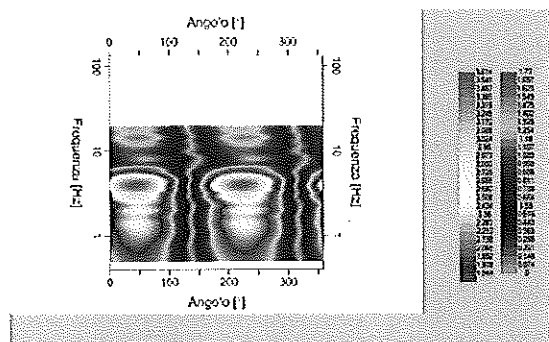


Fig.4: Mappa della direzionalità degli spettri.

### 3.2 Rapporto spettrale H/V

#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	20,00 Hz
Frequenza minima:	0,50 Hz
Passo frequenze:	0,15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10,00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

#### Verifiche SESAME:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 3,95 Hz  $\pm 0,22$  Hz

Affidabilità curva H/V - VERIFICATA	
$f_0 > 10/l_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0,5 f_0 < f < 2 f_0$ se $f_0 > 0,5H$	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0,5 f_0 < f < 2 f_0$ se $f_0 < 0,5H$	

Tab.1: Sesame - Affidabilità della curva H/V.

Affidabilità picco - VERIFICATA	
Exist $f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	NO
Exist $f^*$ in $[f_0, 4 f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	OK
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

Tab.2: Sesame - Affidabilità del picco.

#### Grafico rapporto spettrale H/V

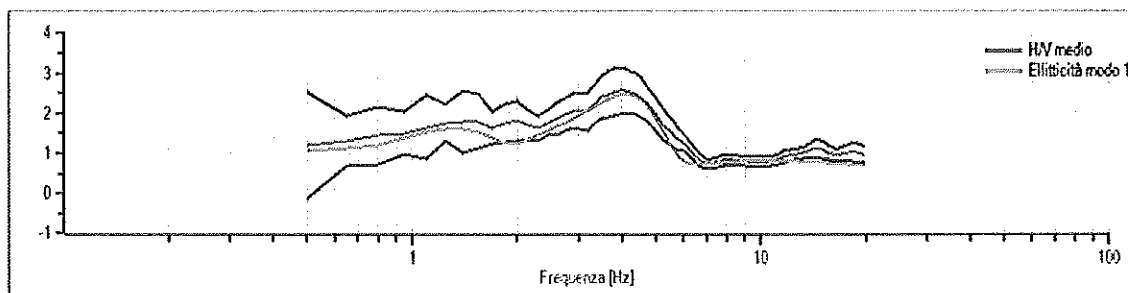
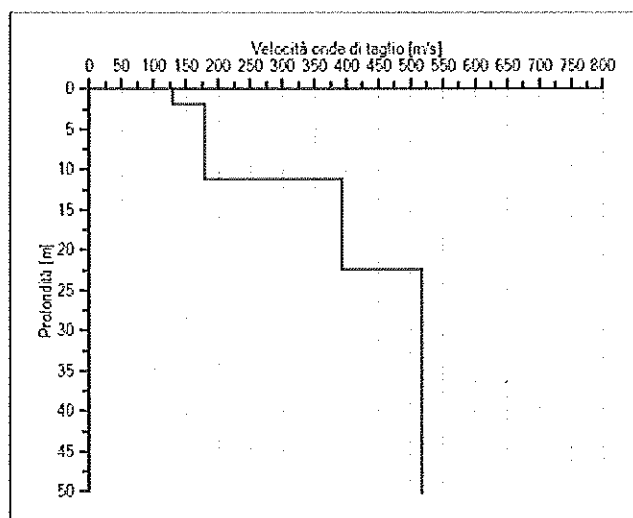


Fig.5: Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia.

### 3.3 Modello stratigrafico

#### Dati della stratigrafia:



**Fig. 6:** Modello di velocità delle onde di taglio per il sito in oggetto.

Sismostrato (N°)	Profondità (m)	Spessore (m)	Velocità Media Onde S (m/s)
1	1.86	1.86	129
2	11.16	9.3	180
3	22.43	11.27	393
4	30.00	7.57	517

**Tab.3:** Modello di sottosuolo per il sito in oggetto.

E' stato quindi possibile stimare la  $V_{s30}$ , tramite la formula:

$$V_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

$v_s$  = valore di velocità delle onde di taglio (m/s)

$H$  = profondità (m) alla quale si desidera stimare  $v_s$  (30 metri in caso di  $V_{s30}$ )

$h_i$  = spessore dello strato  $i$  - esimo (m)

la velocità delle onde  $V_s$  a 30,0 m dal piano di fondazione, nel caso di fondazioni dirette, come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14/01/2008, calcolata con gli strati suddetti è pari a:

$HV1$	$V_{s30} (HVSr)$	=	274 m/s
-------	------------------	---	---------

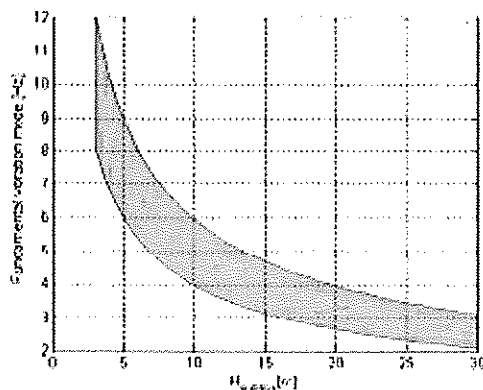
#### 4 CONCLUSIONI

Nel caso specifico, il calcolo della velocità delle onde "VS<sub>30</sub>" è indicativo.

Non conoscendo la profondità esatta del piano di posa delle fondazioni, esso è stato calcolato dal piano campagna, pertanto alla luce dei risultati della sismica effettuata e tenendo conto anche delle risultanze delle prove geotecniche eseguite, facendo riferimento alla normativa vigente (DM 14/01/08) e successive integrazioni il suolo di fondazione in oggetto può essere assimilato ad una categoria di suolo di tipo "C".

Ovviamente sarà cura del progettista, al fine di evitare pericolosi fenomeni di doppia risonanza in caso di sisma, progettare una struttura con frequenze fondamentali di oscillazione lontane (superiori per un fattore di moltiplicazione di almeno 1.4, o meglio, minori) da quelle tipiche del terreno nel sito specifico di edificazione.

E' da tenere presente che le frequenze dei modi di vibrare delle strutture dipendono principalmente dalla loro altezza. Per edifici standard in c.a. relazioni tipiche sono date in Figura 7 relativamente al primo modo di vibrare.



**Fig. 7 - Relazione tra altezza e frequenze di vibrazione in edifici in c.a.**

Monte San Vito, li 01 Luglio 2014

Il Responsabile  
(dott. geol. Angelo Curatolo)

*[Firma]*