

Comune di  
**MISANO ADRIATICO**

Provincia di RIMINI

**PIANO PARTICOLAREGGIATO  
D'INIZIATIVA PRIVATA**

**IN 2ª VARIANTE PARZIALE COMPARTO C2.6 – MISANO MARE  
ED IN VARIANTE AL PRG VIGENTE**

Foglio 10, particelle 1099, 1100, 1101, 1102 e 1103

Tav. **A** **INDAGINE GEOLOGICA**

**IL TECNICO**

PROGETTISTA: Ing. MAGNANI ENRICO  
Via Repubblica, 96 – MISANO ADRIATICO

COLLABORATORE: Geom. MAGNANI GIORGIO  
Via Don Minzoni, 1 – MISANO ADRIATICO

**LA PROPRIETA'**

COSTRUZIONI EDILI S.R.L. IN LIQUIDAZIONE  
Strada degli Oimi, 16/4 – PESARO

Data: MARZO 2017



**GEOLOGI ASSOCIATI**

***Dr. Demetrio Bastianelli – Dr. Flavio Carlini***

47843 Misano Adriatico – Via Repubblica, 75 - Tel/fax 0541 – 610614

P. IVA 04042090409

**COMUNE DI MISANO ADRIATICO**

Provincia di Rimini

**PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA  
IN 2<sup>a</sup> VARIANTE PARZIALE, COMPARTO C2-6 MISANO  
MARE ED IN VARIANTE AL PRG VIGENTE.**

**Committente:**

**COSTRUZIONI EDILI Srl IN LIQUIDAZIONE  
Strada degli Olmi, 16/4 - PESARO**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

I PROFESSIONISTI:



**I<sup>a</sup> STESURA  
Marzo 2017**

**INTEGRAZIONI**

**RIFERIMENTO  
03/17**

|               |
|---------------|
| <b>INDICE</b> |
|---------------|

- 1 PREMESSA
- 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO
- 3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO
- 4 ANALISI DEI RISCHI GEOMORFOLOGICI ED IDRAULICI
- 5 IDROGEOLOGIA
- 6 INDAGINI GEOGNOSTICHE E STRATIGRAFIA
- 7 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA
  - 7.1 Ambito di pericolosità sismica
  - 7.2 Magnitudo di riferimento
  - 7.3 Valutazione della risposta sismica locale
- 8 ANALISI DI III LIVELLO DI APPROFONDIMENTO - VALUTAZIONE DELLA POSSIBILITA' DI OCCORRENZA DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE
  - 8.1 Verifica della liquefazione – Calcolo del coefficiente di sicurezza
  - 8.2 Indice di liquefazione
- 9 CONCLUSIONI ED EDIFICABILITA' DELL'AREA

|                 |
|-----------------|
| <b>ALLEGATI</b> |
|-----------------|

**Diagrammi e tabulati delle prove penetrometriche statiche (CPT)**

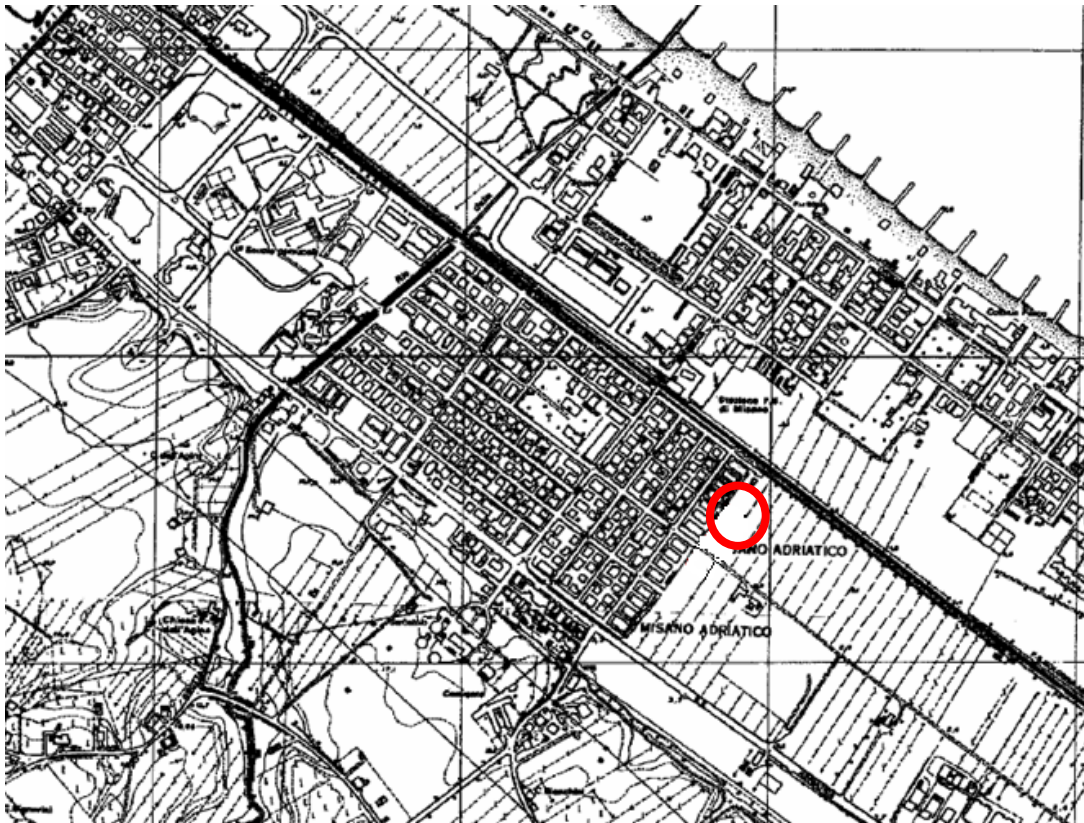
**Grafici e tabulati dell' analisi HVSR**

**Tabulati e grafici riepilogativi delle verifiche alla liquefazione**

## 1 PREMESSA

Si è redatta la presente relazione geologica relativa al **“Piano Particolareggiato di Iniziativa Privata in 2ª Variante Parziale, Comparto C2-6 Misano Mare ed in variante al PRG vigente”**, in Comune di Misano Adriatico (RN).

L'area di interesse è topograficamente rappresentata nella Carta Tecnica Regionale sezione n° 268014 “Misano Adriatico” in scala 1:10.000 (vedi ubicazione sottostante) e più precisamente la zona in studio, ricade nella fascia litoranea compresa tra la S.S. 16 e la linea ferrovia BO-AN; in prossimità di quest'ultima. La quota è di +2.5 m circa s.l.m..



Lo studio è stato sviluppato nelle seguenti fasi:

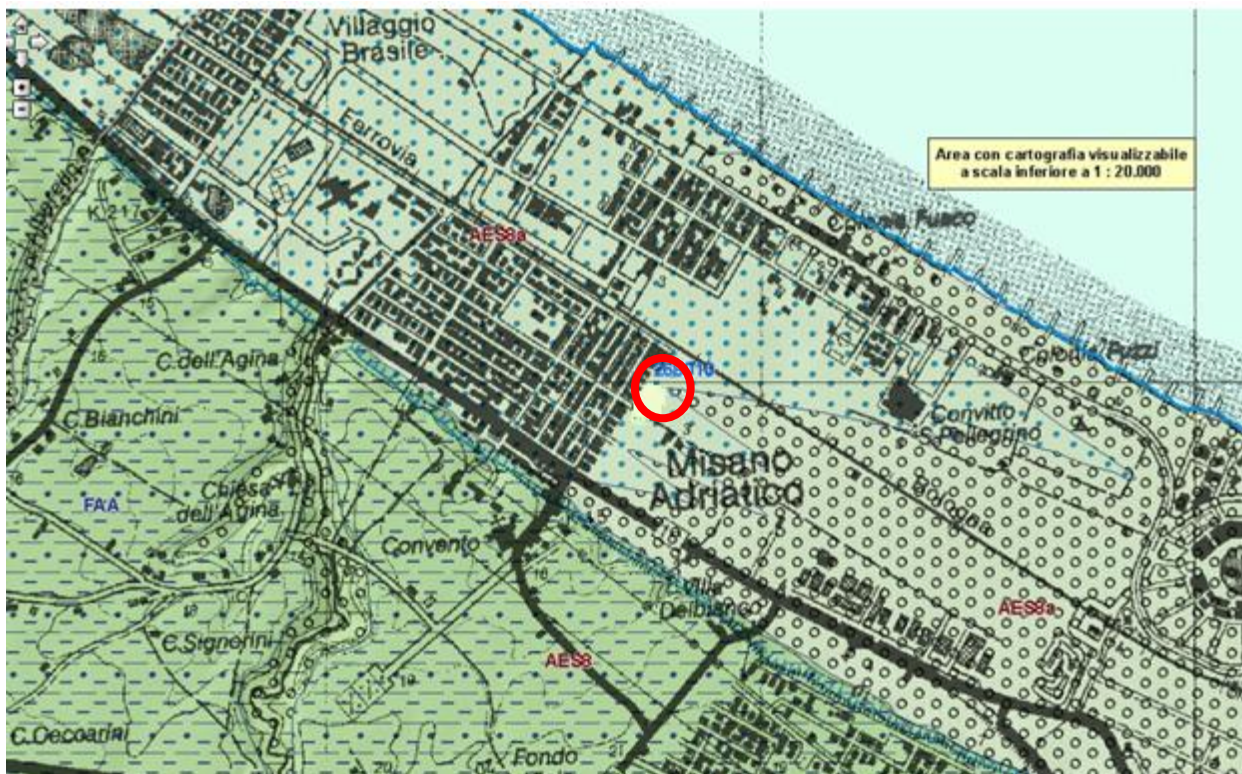
- rilievo geomorfologico dell'area interessata ed analisi della cartografia tematica esistente;
- determinazione della stratigrafia del sottosuolo per mezzo di n° 2 prove penetrometriche statiche CPT svolte sui lotti in esame, per lo studio dell'area nel 2008; le prove hanno raggiunto la profondità di -15.6 e -17.0 m p.c.;
- indagine sismica HVSR;
- analisi di III livello di approfondimento: valutazione della possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione, dato che il sito è interessato dalla presenza di sabbie immerse in falda;

Lo studio è condotto in ottemperanza alla normativa regionale vigente, approvata con delibera di Giunta regionale n. 2193 del 21 dicembre 2015, ovvero all'art. 16 della L.R. N.20 DEL 24/3/2000. Aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "INDIRIZZI PER GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA IN EMILIA-ROMAGNA PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA", DI CUI ALLA DELIBERAZIONE DELL'ASSEMBLEA LEGISLATIVA 2 MAGGIO 2007, N. 112.

Lo studio ha lo scopo di fornire un parere in merito alla compatibilità delle previsioni urbanistiche con le condizioni geomorfologiche del territorio e di valutare la fattibilità degli interventi previsti nel rispetto dei criteri di sicurezza geologica e sismica, nonché delle esigenze di tutela delle componenti geologico-ambientali del sito.

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per l'analisi geologica di dettaglio ci si riferisce alla cartografia geologica e dei suoli a scala 1:10.000 del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (sezione n. 268010 "Misano Adriatico") che si riporta in stralcio.



### Depositi quaternari continentali



a3 - Deposito di versante s.l.



b1 - Deposito alluvionale in evoluzione



h2 - Colmata di sbarramento artificiale

### Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano



AES8 - Subsistema di Ravenna



AES8a - Unità di Modena



AES7 - Subsistema di Villa Verucchio



FAA - Argille Azzurre



FCOa - Formazione a Colombacci - litofacies arenacea

L'area ricade nella zona di affioramento della Formazione **AES8a** di seguito descritta (come da legenda della C.G.R.):

### AES8a - Unità di Modena

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro al tetto. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive.

*Olocene*

I depositi descritti sono stati formati, dal punto di vista sedimentario, durante i cicli di trasgressione e regressione marina ed in particolare nel caso in esame, durante la fase deposizionale olocenica. L'Unità di Modena si estende fino alla paleofalesia costiera ubicata a monte della S.S. 16 Adriatica, dove affiorano invece le alluvioni del Subsistema di Ravenna AES8:

### AES8 - Subsistema di Ravenna

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Corrisponde nelle aree intravallive ai depositi terrazzati più bassi. Rientrano in questa unità anche le alluvioni attualmente in evoluzione in alveo e quelle del primo terrazzo, talora fissate da arbusti. Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'orizzonte decarbonatato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7.

*Pleistocene sup. - Olocene*

Il substrato geologico è rappresentato dalla formazione argilloso-marnosa del Pliocene medio-sup. che costituisce la struttura dell'anfiteatro collinare di Misano Monte – Scacciano. Dall'analisi della Banca Dati Geognostici della Regione Emilia Romagna, i sondaggi profondi presenti nei pressi dell'area in studio evidenziano un substrato a profondità comprese tra 35/40 metri dal p.c..

La carta geologica regionale evidenzia in prossimità dell'area un sovrascorrimento profondo post-tortoniano dedotto, avente direzione appenninica.

## 3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Per delineare le caratteristiche geologico-morfologiche del sito, oltre alla C.G.R., si sono utilizzati gli elementi reperibili nella cartografia locale (*Carta geomorfologica della conoide del T. Conca a scala 1:10.000 – Geol. M. Zaghini 1995 eseguito per conto dell'Amm. Prov.le di Rimini*), che si riporta in stralcio in figura.



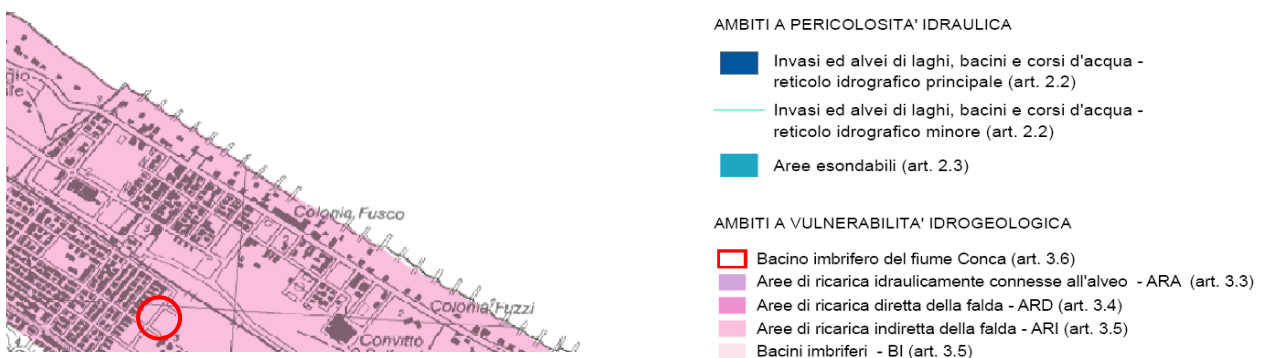
Trattasi di un'area subpianeggiante, tipica delle zone sabbiose costiere, con leggere pendenze verso mare. Questo è il territorio emerso dopo la regressione marina verificatasi a partire da 6.000 anni fa a seguito delle fluttuazioni eustatiche-climatiche. Verso Sud-Ovest, a circa 350 m, è posizionata l'antica falesia costiera, in gergo denominata “Greppa”, formatasi durante la massima fase di ingressione marina che con un salto morfologico di circa 10.0 m. delimita i terreni di sedimentazione marina depositatesi nell'ultima trasgressione Flandriana, a valle (IV ordine di terrazzo), dai depositi limo-argillosi di natura continentale a monte (III ordine di terrazzo). Le pratiche agricole e l'intensa urbanizzazione che si è sviluppata in questa fascia a partire dagli anni '60, hanno occultato (ed a luoghi cancellato), gli aspetti tipici delle zone litoranee e di transizione fluvio-marina (cordoni dunali, tomboli costieri, depressioni retrodunali), tuttavia ancora individuabili con l'analisi del micro rilievo.

#### 4 ANALISI DEI RISCHI GEOMORFOLOGICI ED IDRAULICI

L'elemento idrologico più vicino è il Rio dell'Agina ubicato circa 650 metri più a NO ed incanalato artificialmente con manufatto in c.a. per tutto il tratto urbano, dalla S. S. 16 Adriatica fino alla foce. Il corso d'acqua principale è però il Torrente Conca posto 1700 metri a SE.

Per l'analisi dei rischi geomorfologici ed idraulici della zona, si fa riferimento alle seguenti cartografie:

##### 1. Carta Rischi Ambientali del P.T.C.P. della Provincia di Rimini - Tav. D2/1 (Variante 2012).



- In tale carta il sito non ricade in particolari ambiti di rischio geomorfologico o idraulico.

##### 2. P.A.I. Autorità Interregionale di Bacino Marecchia – Conca Variante 2016 – Allegato 3 Elaborato 6.1 – Esondabilità attuale e rischio attuale del Torrente Conca.

- L'area ricade al di fuori della perimetrazione delle aree inondabili con tempi di ritorno fino a 50 e 200 e 500 anni.

##### 3. P.A.I. Autorità Interregionale di Bacino Marecchia – Conca Variante 2016 – Tavola 5.3 Mappa della pericolosità per il reticolo secondario di pianura (P.G.R.A.).



- L'area ricade nell'ambito delle "alluvioni frequenti" (P3). **In tali ambiti non è prevista la realizzazione di vani interrati accessibili.** Si rimanda dunque a:

#### **AUTORITA' DI BACINO INTERREGIONALE MARECCHIA – CONCA**

Prot. 573 del 19 ottobre 2016

ALLEGATO

**Documento elaborato dal Comitato Tecnico nella seduta del 17 ottobre 2016.**

**Chiarimenti e precisazioni in merito all'applicazione del comma 2 dell'art. 21 delle Norme di Piano del Progetto di Variante 2016 del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), adottato dal Comitato Istituzionale con Deliberazione n. 1 del 27 aprile 2016**

ed a:

Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni con particolare riguardo alla pianificazione di emergenza, territoriale ed urbanistica, ai sensi dell'art. 58 dell'Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 dell'Elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del "Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta)", adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po, con deliberazione n. 5 del 17/12/2015.

ed in particolare, al par. 5.2 - **disposizioni specifiche, punto a "misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture"** a1, a2 e a3.

Si richiama inoltre la "Delibera di Giunta Comunale n. 133 del 17/11/2016" che richiama quanto sopra riportato ed in particolare:

**in fase di assunzione della progettazione, dovrà essere acquisita una dichiarazione di tecnici competenti in materia che attesti l'assunzione di soluzioni idonee per la protezione dei vani interrati e/o seminterrati dal rischio alluvione frequente (P3) le quali rispecchino i criteri, esemplificativi e non esaustivi, indicati nella citata deliberazione di Giunta Regionale n.5/2015**

*Dall'analisi svolta, si ricava che l'area non ricade in particolari ambiti di pericolosità geomorfologica, ma risulta per quanto sopra, un rischio elevato di alluvionamento relativo al reticolo secondario di pianura (RSP - P3), per cui occorrerà adottare, qualora si debbano realizzare i piani interrati, gli accorgimenti di riduzione del rischio indicati dalle disposizioni sopracitate.*

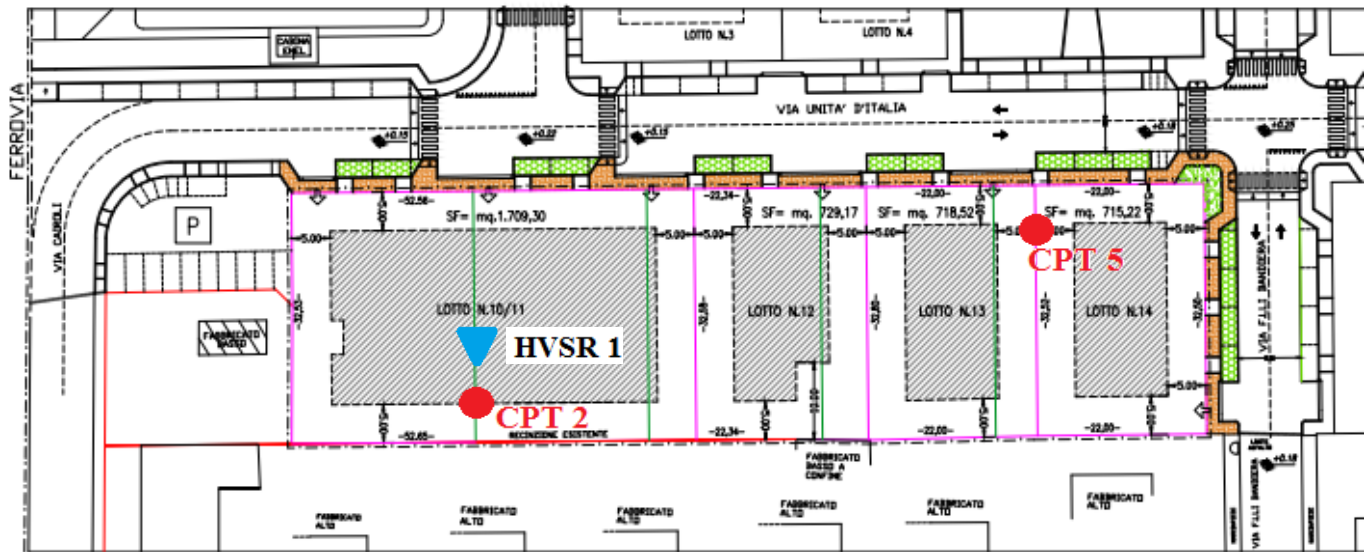
## **5 IDROGEOLOGIA**

Per quanto riguarda i caratteri idrogeologici dell'area, la **falda freatica** permea i depositi sabbiosi superficiali di ambiente litoraneo ed è in stretto rapporto con il livello medio marino; pertanto **la piezometrica si rileva a quote prossime al piano campagna**. Nel periodo di svolgimento delle indagini geognostiche (aprile 2008) nell'area si sono rilevati, all'interno dei fori penetrometrici, i livelli piezometrici a -1.5 e -3.0 m dal p.c..

## **6 INDAGINI GEOGNOSTICHE E STRATIGRAFIA**

La stratigrafia del sottosuolo nell'area interessata dalla variante, è ricavata da n° 2 prove penetrometriche statiche **CPT** svolte per lo studio dell'area nel 2008; le prove sono state spinte fino a -15.6 e -17.0 m p.c.. Nell'area è stata inoltre eseguita un'indagine di sismica passiva con microtremori **HVSR**, di cui si parlerà al Cap. 7.

Nella seguente figura si riporta la planimetria di progetto dell'area in esame con l'ubicazione delle indagini geognostiche e sismica.



Dall'analisi geologica e geognostica effettuata e sulla base del rapporto Rp/Rl (così come proposto da Schmertmann ed altri Autori), è possibile differenziare il terreno nei litotipi principali che vengono di seguito descritti:

| LIV.     | PROVA          | PROF.<br>mt. p.c.    | LITOLOGIA                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------|----------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b> | CPT 2<br>CPT 5 | 0.0-1.0<br>0.0-1.0   | Suolo agrario prevalentemente sabbioso.<br>Livello di alterazione superficiale.                                                                                                                                                                    |
| <b>B</b> | CPT 2<br>CPT 5 | 1.0-3.6<br>1.0-3.6   | Sabbie e sabbie limose molto addensate,<br>talora con ghiaia fine sparsa.                                                                                                                                                                          |
| <b>C</b> | CPT 2<br>CPT 5 | 3.6-7.0<br>3.6-6.4   | Sabbie e sabbie limose mediamente addensate<br>con intercalazioni di livelli argilloso-limosi.<br><i>Nota: i minimi rilevati tra -6.0 e -7.0 m. p.c. sono<br/>riconducibili a strati di argille organiche o molli<br/>di spessore di 40/60 cm.</i> |
| <b>D</b> | CPT 2<br>CPT 5 | 7.0-17.0<br>6.4-15.6 | Argille ed argille limoso-sabbiose<br>da mediamente consistenti a consistenti, talora con<br>alternanze di livelli costituiti da<br>sabbia limosa.                                                                                                 |

La correlazione stratigrafica tra le due prove è la seguente:



Al Cap. 8 verrà dunque svolto il calcolo del potenziale di liquefazione delle sabbie.

## 7.2 Magnitudo di riferimento

La magnitudo massima storica stimata sulla base del catalogo aggiornato DBMI15\* è la seguente:

| ▶ CPTI15-DBMI15 homepage                             |          |        |            |    |             |          |          |
|------------------------------------------------------|----------|--------|------------|----|-------------|----------|----------|
| <b>1916 agosto 16 07:06:14.00</b><br><b>Riminese</b> |          |        |            |    |             |          |          |
| EqID 19160816_0706_000                               |          |        |            |    |             |          |          |
|                                                      | Rif      | Lat    | Lon        | Io | Mw          | ErMw     | Profond. |
| ★ CPTI15                                             | CFTI4med | 44.019 | 12.737 MM  | 8  | 5.82 ± 0.08 | Wmim     |          |
| ▣ Macro                                              | CFTI4med | 44.019 | 12.737 bx4 | 8  | 5.71 ± 0.10 | bxn      |          |
| Instr                                                | -        |        |            |    | 6.14 ± 0.17 | Pry_msmb |          |

MDP set di CFTI4med  
NMDP 257 Imax 8 MCS

\* Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.  
doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>

## 7.3 Valutazione della risposta sismica locale

E' stata eseguita un' indagine di sismica con metodologia di sismica passiva a stazione singola H/V. L'ubicazione dell'indagine è riportata in planimetria a pag. 8. Il rapporto dell'indagine è riportato in allegato. Si è rilevato:

$$V_{s30} (1.5 - 31.5) = 265 \text{ m/s}$$

- L'analisi HVSR non ha rilevato un elevato contrasto di impedenza. Il picco H/V a 1,50 Hz risulta inferiore a 2 per cui non significativo a livello sismico.

Con riferimento all'

ART. 16 DELLA L.R. N.20 DEL 24/3/2000. APPROVAZIONE AGGIORNAMENTO DELL'ATTO DI COORDINAMENTO TECNICO DENOMINATO "INDIRIZZI PER GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA IN EMILIA-ROMAGNA PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA", DI CUI ALLA DELIBERAZIONE DELL'ASSEMBLEA LEGISLATIVA 2 MAGGIO 2007, N. 112.

Cod.documento GPG/2015/2381

si riporta di seguito la **tabella** dell'**Allegato A2** più specificatamente **A2.1.2 PIANURA PADANA E COSTA ADRIATICA** per il **calcolo dei coefficienti di amplificazione sismica** per l'area in esame.

L'area, dalle risultanze dello studio geologico effettuato, rientra nel seguente caso:

PIANURA 1: settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un contrasto di impedenza significativo, tale da essere considerato coincidente con il tetto del substrato rigido, a profondità  $\leq 100$  m da p.c.;

| $V_{s30}(m/s) \rightarrow$ | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |                                 |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------|
| F.A. PGA                   | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.6 | 1.6 | 1.5 |                                 |
| F.A. SI1                   | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 1.5 | SI1 : $0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$ |
| F.A. SI2                   | 3.0 | 2.9 | 2.7 | 2.5 | 2.3 | 2.1 | SI2 : $0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$ |
| F.A. SI3                   | 3.4 | 3.2 | 2.8 | 2.5 | 2.2 | 2.0 | SI3 : $0.5s \leq T_0 \leq 1.5s$ |

Per quanto riguarda l'effetto topografico (A.2.2), essendo il sito completamente pianeggiante, questo effetto risulta trascurabile.

Il comune di Misano Adriatico viene dato con accelerazione massima di picco al suolo  $a_{refg} = 0,184g$  (10% di probabilità di superamento in 50 anni). Applicando il fattore di amplificazione del Peak Ground Acceleration (PGA) della tabella sopra riportata si ottiene un'accelerazione massima attesa al sito  $a_{max} = 0.184 * 1.7 = 0,312 g$ .

## 8 ANALISI DI III LIVELLO DI APPROFONDIMENTO – VALUTAZIONE DELLA POSSIBILITA' DI OCCORRENZA DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Ricadendo l'area nell'ambito di "aree suscettibili di liquefazione", occorre svolgere il III livello di approfondimento, ai sensi dell'Allegato A dell'Atto d'indirizzo e coordinamento tecnico e dell'art. 16, c. 1, della LR 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" approvato con Delibera Giunta regionale n. 2193 del 21 dicembre 2015.

Nel caso di sollecitazioni intense, come si verifica durante un evento sismico, all'interno di un deposito incoerente saturo, i gradienti di pressione che si generano possono essere tali da produrre elevati flussi idrici all'interno dello scheletro. Se il fenomeno si manifesta in depositi incoerenti a granulometria relativamente fine (per es. sabbie fini), la larghezza limitata dei vuoti dello scheletro tenderà ad ostacolare il flusso idrico, con il conseguente sviluppo di elevate pressioni neutre.

### 8.1 Verifica della liquefazione - Calcolo del coefficiente di sicurezza

Per verificare la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione vengono impiegate le procedure che, nell'Ingegneria Geotecnica Sismica, vengono denominati "metodi semplificati". Tutti i metodi semplificati permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza  $F_s$ , dato dal rapporto fra la resistenza al taglio mobilitabile nello strato (CRR) e lo sforzo di taglio indotto dal sisma (CSR):

$$F_s = \frac{(CRR)}{(CSR)}$$

- Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione se il coefficiente di sicurezza sarà minore di 1. In questo lavoro viene considerato **non liquefacibile** un deposito in cui sia  $F_s \geq 1.2$  (vedi DGR 2193/2015 Allegato A).

La resistenza al taglio mobilitata nel terreno (CRR) è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato e principalmente del suo stato di addensamento. Per il calcolo si utilizza il metodo di **Boulanger e Idriss** (2004).

La procedura di calcolo si basa sulla seguente equazione:

$$CRR = \exp \left[ \frac{qc_{1n}}{540} + \sqrt{\frac{qc_{1n}}{67}} - \left( \frac{qc_{1n}}{80} \right)^3 + \left( \frac{qc_{1n}}{114} \right)^4 - 3 \right]$$

Il parametro  $qc_{1n}$  deve essere stimato in maniera iterativa. Si procede secondo il seguente schema:

- Si stima inizialmente  $qc_{1n}$ , ponendo  $qc_{1n} = \frac{qc}{98.1}$ ;

- Si calcola il fattore correttivo  $C_Q$  con la seguente espressione:  $C_Q = \left( \frac{98.1}{\sigma'} \right)^\alpha$  dove  $\sigma'$  (kPa) = pressione litostatica verticale efficace e  $\alpha = 1.338 - 0.294 \times qc_{1n}^{0.264}$
- Si ricalcola  $qc_{1n}$  con la relazione  $qc_{1n} = C_Q \frac{qc}{98.1}$
- Si ripetono i passi 2 e 3 fino a quando la differenza fra valori di  $C_Q$  calcolati in due cicli successivi non è inferiore a un certo valore (per es. 0.001).

Se il valore di  $C_Q$  è maggiore di 1.7, si pone  $C_Q=1.7$ .

La grandezza  $qc_{1nes}$  si ottiene da  $qc_{1n}$ , introducendo una correzione  $K_c$  per la percentuale di fine presente correlata all'indice di tipo  $I_c$ , secondo il seguente schema:

|                                      |                                                                  |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| $I_c \leq 1.64$                      | $K_c = 1.0$                                                      |
| $1.64 < I_c \leq 2.60$               | $K_c = -17.88 + 33.75I_c - 21.63I_c^2 + 5.581I_c^3 - 0.403I_c^4$ |
| $1.64 < I_c \leq 2.36$ e<br>FF < 0.5 | $K_c = 1.0$                                                      |

$$qc_{1nes} = K_c \times qc_{1n}$$

Lo **sforzo di taglio indotto dal sisma (CSR)** dipende dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica – v. par. 7.1 – e magnitudo di progetto – v. par. 7.2) e viene ricavato attraverso la relazione:

$$T = 0.65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma_{v0}'} r_d \frac{1}{MSF};$$

dove:

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $a_{max}$      | = accelerazione sismica massima;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| $g$            | = accelerazione di gravità = 980.7 cm/s <sup>2</sup> ;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| $\sigma_{v0}$  | = pressione verticale totale alla profondità $z$ dal p.c.;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| $\sigma_{v0}'$ | = pressione verticale efficace alla profondità $z$ dal p.c.;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| $r_d$          | = coefficiente funzione della profondità dal p.c., valutabile secondo le correlazioni empiriche proposte da <b>Boulanger &amp; Idriss</b> (2004):<br>$rd = \exp(\alpha + \beta)$<br>$\alpha = -1.012 - 1.126 \operatorname{sen} \left( \frac{h_{media}}{11.73} + 5.133 \right)$<br>$\beta = M_w \left[ 0.106 + 0.118 \operatorname{sen} \left( \frac{h_{media}}{11.28} \right) + 5.142 \right]$ |
| MSF            | = coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma, ricavabile con la relazione $MSF = \left( \frac{M}{7.5} \right)^{-3.3}$ se $M \leq 7.5$ o con la formula $MSF = \frac{10^{2.24}}{M^{2.56}}$ se $M > 7.5$ .                                                                                                                                                                        |

In allegato vengono riportati i tabulati di calcolo riferiti alle due prove penetrometriche statiche a punta meccanica. La falda è stata considerata a -1.5 m dell'attuale p.c..

- **Dall'analisi delle schede riportate in allegato si rileva che l'area complessivamente presenta rischio di liquefazione nel livello stratigrafico compreso tra -3.0 e -7.0 m p.c. (Livello C) ed anche in livelli sabbioso-limosi intercalati nelle argille tra -8.0 e -12.0 m p.c..**

## 8.2 Indice di liquefazione

Una stima del rischio di liquefazione complessivo lungo una verticale di calcolo viene fornita dal parametro **indice di liquefazione (IL)** (Iwazaki). Tale indice viene definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \sum_{i=1}^n FW(z) \Delta z$$

dove:

n = numero degli intervalli di calcolo di Fs lungo la verticale;

F vale (Sonmez 2003) 0 per  $F_s \geq 1.2$

$2 \cdot 10^6 \cdot \exp(-18.427 \cdot F_s)$  per  $1.2 > F_s \geq 0.95$

$1 - F_s$  per  $F_s \leq 0.95$ ;

$\Delta z$  = spessore dell'intervallo di calcolo;

$W(z) = 10 - 0.5z$ , con  $z$  = profondità di calcolo (massimo 20 m).

In base al valore di **IL** ottenuto è possibile fornire un'indicazione del rischio di liquefazione attraverso le seguenti classi di pericolosità (Sonmez, 2003):

| IL               | Rischio di liquefazione |
|------------------|-------------------------|
| IL=0             | Non liquefacibile       |
| $0 < IL \leq 2$  | Potenziale basso        |
| $2 < IL \leq 5$  | Potenziale moderato     |
| $5 < IL \leq 15$ | Potenziale alto         |
| $15 < IL$        | Potenziale molto alto   |

Dai calcoli risultano i seguenti indici di liquefazione:

- CPT 2: IL = 3.6 - **Potenziale moderato (rischio basso)**
- CPT 5: IL = 7.7 - **Potenziale alto (rischio alto)**
- *Complessivamente dunque si può ritenere che l'area in studio presenta un rischio medio di liquefazione delle sabbie. In fase progettuale andranno comunque riverificate le condizioni di liquefacibilità in considerazione del D.M. 14/01/2008 relativamente alle strutture in progetto (presenza o meno di piani interrati; tipologia delle fondazioni; ecc.).*

## 9 CONCLUSIONI ED EDIFICABILITA' DELL'AREA

Dall'analisi svolta al Cap. 4, si ricava che l'area non ricade in particolari ambiti di pericolosità geomorfologica, ma risulta un rischio elevato di alluvionamento relativo al reticolo secondario di pianura (RSP - P3), per cui occorrerà adottare, qualora si debbano realizzare i piani interrati, gli accorgimenti di riduzione del rischio indicati dalle disposizioni citate al medesimo capitolo.

Negli edifici in progetto occorrerà, in fase progettuale, tenere conto della presenza della falda prossima al p.c. (v. Cap. 5) in termini di sottospinta idrica e qualora fosse presente il piano interrato occorrerà prevederne l'impermeabilizzazione. In quest'ultimo caso, in fase operativa, occorrerà prevedere l'abbattimento della freatica a mezzo well points e garantire la stabilità dei fronti di scavo.

La stratigrafia del sottosuolo nell'area interessata dalla variante, ricavata da n° 2 prove penetrometriche statiche **CPT**, è illustrata e descritta al Cap. 6. La caratterizzazione sismica dell'area è svolta al Cap. 7.

Ricadendo l'area nell'ambito di “*aree suscettibili di liquefazione*”, al Cap. 8 è stato svolto il III livello di approfondimento ai sensi dell'Allegato A dell'Atto d'indirizzo e coordinamento tecnico e dell'art. 16, c. 1, della LR 20/2000 per “*Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica*” approvato con Delibera Giunta regionale n. 2193 del 21 dicembre 2015.

Dall'analisi svolta, complessivamente l'area in studio presenta un rischio medio di liquefazione delle sabbie. In fase progettuale andranno riverificate le condizioni di liquefacibilità in considerazione del D.M. 14/01/2008 relativamente alle strutture in progetto (presenza o meno di piani interrati; tipologia delle fondazioni; ecc.) ed eventualmente applicare accorgimenti per la riduzione del rischio.

*GEOLOGI ASSOCIATI – Marzo 2017*

|                 |
|-----------------|
| <b>ALLEGATI</b> |
|-----------------|

**Diagrammi e tabulati delle prove penetrometriche statiche (CPT)**

**Grafici e tabulati dell' analisi HVSR**

**Tabulati e grafici riepilogativi delle verifiche alla liquefazione**

## PROVA PENETROMETRICA STATICA N° 2

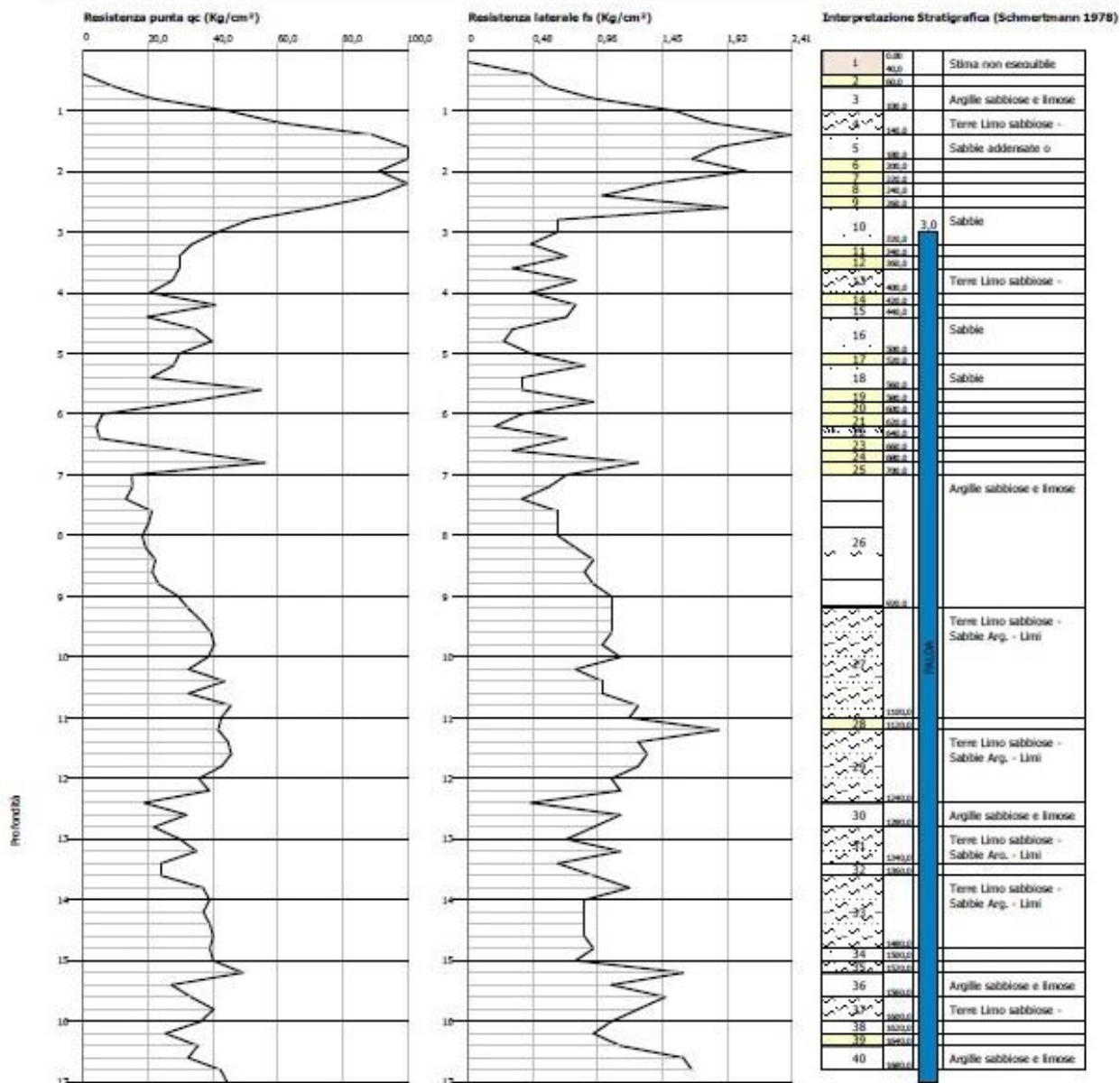
GEOEMME DUE s.a.s.  
Servizi geologici e geotecnici  
RIMINI

Probe CPT - Cone Penetration Nr.2 (RIF. 08147)  
Strumento utilizzato... PAGANI TG 73 (200 kN)  
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : GEOCOOP RIMINI  
Cantiere :  
Località : MISANO

Data :21/04/2008

Scala 1:100



**PROVA ... Nr.2 (RIF. 08147)**

Strumento utilizzato... PAGANI TG 73 (200 kN)  
 Prova eseguita in data 21/04/2008  
 Profondità prova 17,00 mt

Falda Nr. 1: Quota iniziale=3,00 Quota finale=17,00 mt

| Profondità<br>(m) | Lettura punta<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Lettura laterale<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | qc<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | fs<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | qc/fs<br>Begemann | fs/qcx100<br>(Schmertmann) |
|-------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------|
| 0,20              | 0,0                                    | 0,0                                       | 0,0                         | 0,0                         |                   |                            |
| 0,40              | 0,0                                    | 0,0                                       | 0,0                         | 0,4667                      | 0,0               |                            |
| 0,60              | 9,0                                    | 16,0                                      | 9,138                       | 0,6                         | 15,23             | 6,57                       |
| 0,80              | 21,0                                   | 30,0                                      | 21,138                      | 0,9333                      | 22,65             | 4,42                       |
| 1,00              | 44,0                                   | 58,0                                      | 44,138                      | 1,5333                      | 28,79             | 3,47                       |
| 1,20              | 60,0                                   | 83,0                                      | 60,276                      | 1,8                         | 33,49             | 2,99                       |
| 1,40              | 89,0                                   | 116,0                                     | 89,276                      | 2,4                         | 37,2              | 2,69                       |
| 1,60              | 111,0                                  | 147,0                                     | 111,276                     | 1,8667                      | 59,61             | 1,68                       |
| 1,80              | 124,0                                  | 152,0                                     | 124,276                     | 1,6667                      | 74,56             | 1,34                       |
| 2,00              | 91,0                                   | 116,0                                     | 91,276                      | 2,0667                      | 44,17             | 2,26                       |
| 2,20              | 119,0                                  | 150,0                                     | 119,414                     | 1,4                         | 85,3              | 1,17                       |
| 2,40              | 90,0                                   | 111,0                                     | 90,414                      | 1,0                         | 90,41             | 1,11                       |
| 2,60              | 72,0                                   | 87,0                                      | 72,414                      | 1,9333                      | 37,46             | 2,67                       |
| 2,80              | 51,0                                   | 80,0                                      | 51,414                      | 0,6667                      | 77,12             | 1,3                        |
| 3,00              | 41,0                                   | 51,0                                      | 41,414                      | 0,6667                      | 62,12             | 1,61                       |
| 3,20              | 33,0                                   | 43,0                                      | 33,552                      | 0,4667                      | 71,89             | 1,39                       |
| 3,40              | 29,0                                   | 36,0                                      | 29,552                      | 0,7333                      | 40,3              | 2,48                       |
| 3,60              | 29,0                                   | 40,0                                      | 29,552                      | 0,3333                      | 88,66             | 1,13                       |
| 3,80              | 27,0                                   | 32,0                                      | 27,552                      | 0,8                         | 34,44             | 2,9                        |
| 4,00              | 20,0                                   | 32,0                                      | 20,552                      | 0,4667                      | 44,04             | 2,27                       |
| 4,20              | 40,0                                   | 47,0                                      | 40,69                       | 0,8                         | 50,86             | 1,97                       |
| 4,40              | 19,0                                   | 31,0                                      | 19,69                       | 0,7333                      | 26,85             | 3,72                       |
| 4,60              | 34,0                                   | 45,0                                      | 34,69                       | 0,3333                      | 104,08            | 0,96                       |
| 4,80              | 39,0                                   | 44,0                                      | 39,69                       | 0,2667                      | 148,82            | 0,67                       |
| 5,00              | 29,0                                   | 33,0                                      | 29,69                       | 0,4667                      | 63,62             | 1,57                       |
| 5,20              | 27,0                                   | 34,0                                      | 27,828                      | 0,8667                      | 32,11             | 3,11                       |
| 5,40              | 20,0                                   | 33,0                                      | 20,828                      | 0,4                         | 52,07             | 1,92                       |
| 5,60              | 54,0                                   | 60,0                                      | 54,828                      | 0,4                         | 137,07            | 0,73                       |
| 5,80              | 31,0                                   | 37,0                                      | 31,828                      | 0,9333                      | 34,1              | 2,93                       |
| 6,00              | 5,0                                    | 19,0                                      | 5,828                       | 0,4                         | 14,57             | 6,86                       |
| 6,20              | 3,0                                    | 9,0                                       | 3,966                       | 0,2                         | 19,83             | 5,04                       |
| 6,40              | 4,0                                    | 7,0                                       | 4,966                       | 0,7333                      | 6,77              | 14,77                      |
| 6,60              | 29,0                                   | 40,0                                      | 29,966                      | 0,3333                      | 89,91             | 1,11                       |
| 6,80              | 55,0                                   | 60,0                                      | 55,966                      | 1,2667                      | 44,18             | 2,26                       |
| 7,00              | 14,0                                   | 33,0                                      | 14,966                      | 0,7333                      | 20,41             | 4,9                        |
| 7,20              | 14,0                                   | 25,0                                      | 15,104                      | 0,6                         | 25,17             | 3,97                       |
| 7,40              | 12,0                                   | 21,0                                      | 13,104                      | 0,4                         | 32,76             | 3,05                       |
| 7,60              | 20,0                                   | 26,0                                      | 21,104                      | 0,6667                      | 31,65             | 3,16                       |
| 7,80              | 19,0                                   | 29,0                                      | 20,104                      | 0,6667                      | 30,15             | 3,32                       |
| 8,00              | 17,0                                   | 27,0                                      | 18,104                      | 0,6667                      | 27,15             | 3,68                       |
| 8,20              | 18,0                                   | 28,0                                      | 19,242                      | 0,8                         | 24,05             | 4,16                       |
| 8,40              | 21,0                                   | 33,0                                      | 22,242                      | 0,9333                      | 23,83             | 4,2                        |
| 8,60              | 20,0                                   | 34,0                                      | 21,242                      | 0,8667                      | 24,51             | 4,08                       |
| 8,80              | 22,0                                   | 35,0                                      | 23,242                      | 0,9333                      | 24,9              | 4,02                       |
| 9,00              | 28,0                                   | 42,0                                      | 29,242                      | 1,0667                      | 27,41             | 3,65                       |
| 9,20              | 31,0                                   | 47,0                                      | 32,38                       | 1,0667                      | 30,36             | 3,29                       |
| 9,40              | 35,0                                   | 51,0                                      | 36,38                       | 1,0667                      | 34,11             | 2,93                       |
| 9,60              | 38,0                                   | 54,0                                      | 39,38                       | 1,0667                      | 36,92             | 2,71                       |

|       |      |      |        |        |       |      |
|-------|------|------|--------|--------|-------|------|
| 9,80  | 39,0 | 55,0 | 40,38  | 1,0    | 40,38 | 2,48 |
| 10,00 | 37,0 | 52,0 | 38,38  | 1,1333 | 33,87 | 2,95 |
| 10,20 | 31,0 | 48,0 | 32,518 | 0,8    | 40,65 | 2,46 |
| 10,40 | 42,0 | 54,0 | 43,518 | 1,0    | 43,52 | 2,3  |
| 10,60 | 31,0 | 46,0 | 32,518 | 1,0    | 32,52 | 3,08 |
| 10,80 | 44,0 | 59,0 | 45,518 | 1,2667 | 35,93 | 2,78 |
| 11,00 | 41,0 | 60,0 | 42,518 | 1,2    | 35,43 | 2,82 |
| 11,20 | 40,0 | 58,0 | 41,656 | 1,8667 | 22,32 | 4,48 |
| 11,40 | 43,0 | 71,0 | 44,656 | 1,2667 | 35,25 | 2,84 |
| 11,60 | 44,0 | 63,0 | 45,656 | 1,3333 | 34,24 | 2,92 |
| 11,80 | 41,0 | 61,0 | 42,656 | 1,2667 | 33,67 | 2,97 |
| 12,00 | 34,0 | 53,0 | 35,656 | 1,0667 | 33,43 | 2,99 |
| 12,20 | 37,0 | 53,0 | 38,794 | 1,1333 | 34,23 | 2,92 |
| 12,40 | 17,0 | 34,0 | 18,794 | 0,4667 | 40,27 | 2,48 |
| 12,60 | 30,0 | 37,0 | 31,794 | 1,1333 | 28,05 | 3,56 |
| 12,80 | 20,0 | 37,0 | 21,794 | 0,9333 | 23,35 | 4,28 |
| 13,00 | 28,0 | 42,0 | 29,794 | 0,7333 | 40,63 | 2,46 |
| 13,20 | 33,0 | 44,0 | 34,932 | 1,1333 | 30,82 | 3,24 |
| 13,40 | 22,0 | 39,0 | 23,932 | 0,6667 | 35,9  | 2,79 |
| 13,60 | 22,0 | 32,0 | 23,932 | 0,9333 | 25,64 | 3,9  |
| 13,80 | 35,0 | 49,0 | 36,932 | 1,2    | 30,78 | 3,25 |
| 14,00 | 37,0 | 55,0 | 38,932 | 0,8667 | 44,92 | 2,23 |
| 14,20 | 35,0 | 48,0 | 37,07  | 0,8667 | 42,77 | 2,34 |
| 14,40 | 37,0 | 50,0 | 39,07  | 0,8667 | 45,08 | 2,22 |
| 14,60 | 38,0 | 51,0 | 40,07  | 0,8667 | 46,23 | 2,16 |
| 14,80 | 37,0 | 50,0 | 39,07  | 0,9333 | 41,86 | 2,39 |
| 15,00 | 38,0 | 52,0 | 40,07  | 0,8    | 50,09 | 2,0  |
| 15,20 | 47,0 | 59,0 | 49,208 | 1,6    | 30,76 | 3,25 |
| 15,40 | 25,0 | 49,0 | 27,208 | 1,0667 | 25,51 | 3,92 |
| 15,60 | 31,0 | 47,0 | 33,208 | 1,4667 | 22,64 | 4,42 |
| 15,80 | 38,0 | 60,0 | 40,208 | 1,2667 | 31,74 | 3,15 |
| 16,00 | 34,0 | 53,0 | 36,208 | 1,0667 | 33,94 | 2,95 |
| 16,20 | 23,0 | 39,0 | 25,346 | 0,9333 | 27,16 | 3,68 |
| 16,40 | 33,0 | 47,0 | 35,346 | 1,1333 | 31,19 | 3,21 |
| 16,60 | 30,0 | 47,0 | 32,346 | 1,6    | 20,22 | 4,95 |
| 16,80 | 40,0 | 64,0 | 42,346 | 1,6667 | 25,41 | 3,94 |
| 17,00 | 42,0 | 67,0 | 44,346 | 0,0    |       | 0,0  |

## PROVA PENETROMETRICA STATICA N° 5

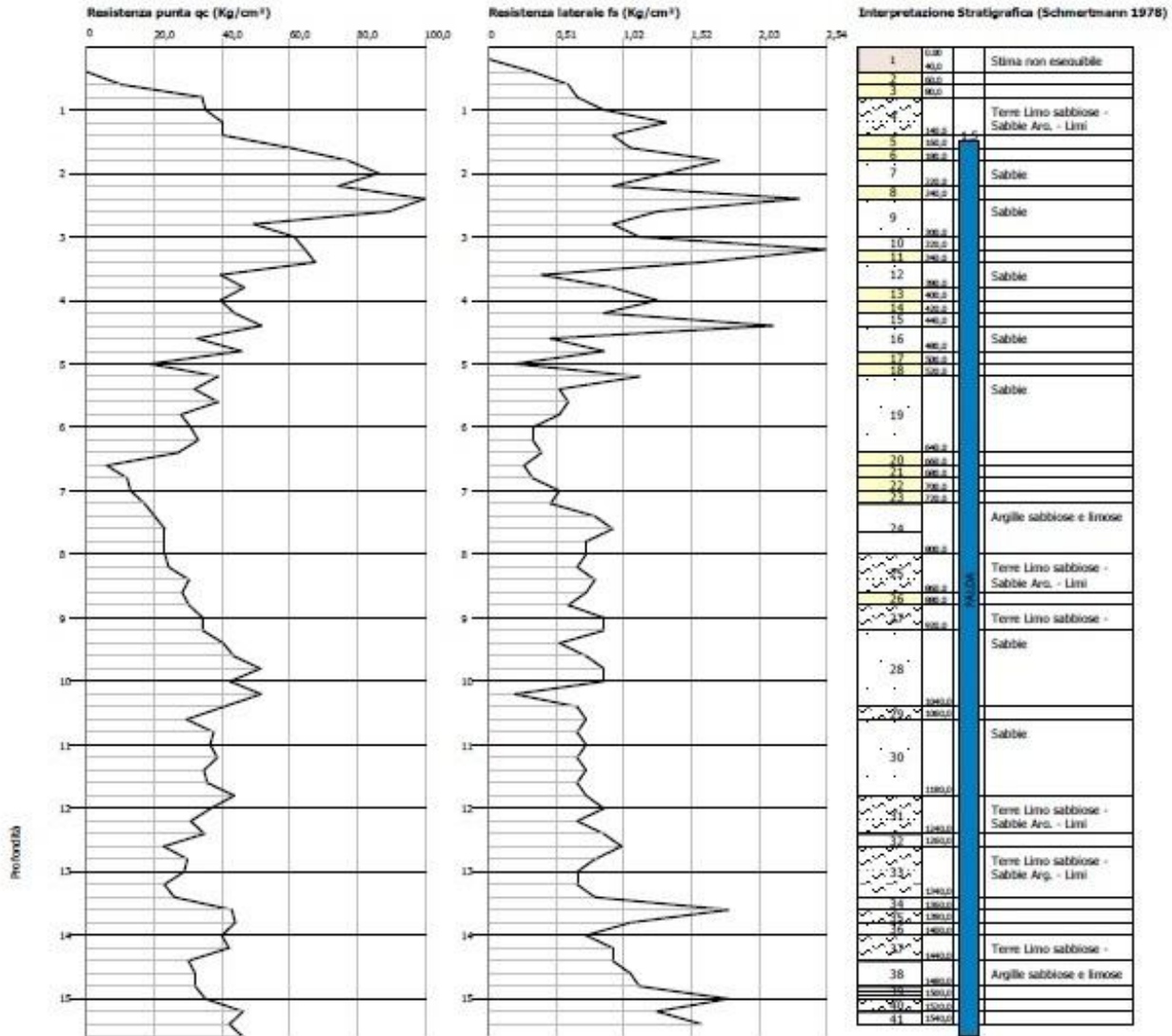
GEOMME DUE s.a.s.  
Servizi geologici e geotecnici  
RIMINI

Probe CPT - Cone Penetration Nr.5 (RIF. 08147)  
Strumento utilizzato... PAGANI TG 73 (200 kN)  
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : GEOCOOP RIMINI  
Cantiere :  
Località : MISANO

Data :21/04/2008

Scala 1:100



**PROVA ... Nr.5 (RIF. 08147)**

Strumento utilizzato... PAGANI TG 73 (200 kN)  
 Prova eseguita in data 21/04/2008  
 Profondità prova 15,60 mt  
 Falda Nr. 1: Quota iniziale=1,50 Quota finale=15,60 mt

| Profondità<br>(m) | Lettura punta<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Lettura laterale<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | qc<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | fs<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | qc/fs<br>Begemann | fs/qcx100<br>(Schmertmann) |
|-------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------|
| 0,20              | 0,0                                    | 0,0                                       | 0,0                         | 0,0                         |                   |                            |
| 0,40              | 0,0                                    | 0,0                                       | 0,0                         | 0,3333                      | 0,0               |                            |
| 0,60              | 10,0                                   | 15,0                                      | 10,138                      | 0,6                         | 16,9              | 5,92                       |
| 0,80              | 34,0                                   | 43,0                                      | 34,138                      | 0,6667                      | 51,2              | 1,95                       |
| 1,00              | 35,0                                   | 45,0                                      | 35,138                      | 0,8667                      | 40,54             | 2,47                       |
| 1,20              | 40,0                                   | 53,0                                      | 40,276                      | 1,3333                      | 30,21             | 3,31                       |
| 1,40              | 40,0                                   | 60,0                                      | 40,276                      | 0,9333                      | 43,15             | 2,32                       |
| 1,60              | 60,0                                   | 74,0                                      | 60,276                      | 1,0667                      | 56,51             | 1,77                       |
| 1,80              | 77,0                                   | 93,0                                      | 77,276                      | 1,7333                      | 44,58             | 2,24                       |
| 2,00              | 86,0                                   | 112,0                                     | 86,276                      | 1,3333                      | 64,71             | 1,55                       |
| 2,20              | 74,0                                   | 94,0                                      | 74,414                      | 0,9333                      | 79,73             | 1,25                       |
| 2,40              | 110,0                                  | 124,0                                     | 110,414                     | 2,3333                      | 47,32             | 2,11                       |
| 2,60              | 89,0                                   | 124,0                                     | 89,414                      | 1,2667                      | 70,59             | 1,42                       |
| 2,80              | 49,0                                   | 68,0                                      | 49,414                      | 0,9333                      | 52,95             | 1,89                       |
| 3,00              | 61,0                                   | 75,0                                      | 61,414                      | 1,1333                      | 54,19             | 1,85                       |
| 3,20              | 64,0                                   | 81,0                                      | 64,552                      | 2,5333                      | 25,48             | 3,92                       |
| 3,40              | 67,0                                   | 105,0                                     | 67,552                      | 1,6                         | 42,22             | 2,37                       |
| 3,60              | 39,0                                   | 63,0                                      | 39,552                      | 0,4                         | 98,88             | 1,01                       |
| 3,80              | 46,0                                   | 52,0                                      | 46,552                      | 0,9333                      | 49,88             | 2,0                        |
| 4,00              | 39,0                                   | 53,0                                      | 39,552                      | 1,2667                      | 31,22             | 3,2                        |
| 4,20              | 43,0                                   | 62,0                                      | 43,69                       | 0,8667                      | 50,41             | 1,98                       |
| 4,40              | 51,0                                   | 64,0                                      | 51,69                       | 2,1333                      | 24,23             | 4,13                       |
| 4,60              | 32,0                                   | 64,0                                      | 32,69                       | 0,4667                      | 70,04             | 1,43                       |
| 4,80              | 45,0                                   | 52,0                                      | 45,69                       | 0,8667                      | 52,72             | 1,9                        |
| 5,00              | 18,0                                   | 31,0                                      | 18,69                       | 0,2                         | 93,45             | 1,07                       |
| 5,20              | 38,0                                   | 41,0                                      | 38,828                      | 1,1333                      | 34,26             | 2,92                       |
| 5,40              | 31,0                                   | 48,0                                      | 31,828                      | 0,5333                      | 59,68             | 1,68                       |
| 5,60              | 38,0                                   | 46,0                                      | 38,828                      | 0,6                         | 64,71             | 1,55                       |
| 5,80              | 27,0                                   | 36,0                                      | 27,828                      | 0,5333                      | 52,18             | 1,92                       |
| 6,00              | 30,0                                   | 38,0                                      | 30,828                      | 0,3333                      | 92,49             | 1,08                       |
| 6,20              | 32,0                                   | 37,0                                      | 32,966                      | 0,3333                      | 98,91             | 1,01                       |
| 6,40              | 26,0                                   | 31,0                                      | 26,966                      | 0,4                         | 67,42             | 1,48                       |
| 6,60              | 5,0                                    | 11,0                                      | 5,966                       | 0,2667                      | 22,37             | 4,47                       |
| 6,80              | 11,0                                   | 15,0                                      | 11,966                      | 0,3333                      | 35,9              | 2,79                       |
| 7,00              | 12,0                                   | 17,0                                      | 12,966                      | 0,5333                      | 24,31             | 4,11                       |
| 7,20              | 16,0                                   | 24,0                                      | 17,104                      | 0,4667                      | 36,65             | 2,73                       |
| 7,40              | 19,0                                   | 26,0                                      | 20,104                      | 0,8                         | 25,13             | 3,98                       |
| 7,60              | 22,0                                   | 34,0                                      | 23,104                      | 0,9333                      | 24,76             | 4,04                       |
| 7,80              | 22,0                                   | 36,0                                      | 23,104                      | 0,7333                      | 31,51             | 3,17                       |
| 8,00              | 22,0                                   | 33,0                                      | 23,104                      | 0,7333                      | 31,51             | 3,17                       |
| 8,20              | 23,0                                   | 34,0                                      | 24,242                      | 0,6667                      | 36,36             | 2,75                       |
| 8,40              | 29,0                                   | 39,0                                      | 30,242                      | 0,8                         | 37,8              | 2,65                       |
| 8,60              | 27,0                                   | 39,0                                      | 28,242                      | 0,7333                      | 38,51             | 2,6                        |
| 8,80              | 29,0                                   | 40,0                                      | 30,242                      | 0,6                         | 50,4              | 1,98                       |
| 9,00              | 33,0                                   | 42,0                                      | 34,242                      | 0,8667                      | 39,51             | 2,53                       |
| 9,20              | 33,0                                   | 46,0                                      | 34,38                       | 0,8667                      | 39,67             | 2,52                       |
| 9,40              | 39,0                                   | 52,0                                      | 40,38                       | 0,5333                      | 75,72             | 1,32                       |
| 9,60              | 42,0                                   | 50,0                                      | 43,38                       | 0,7333                      | 59,16             | 1,69                       |

|       |      |      |        |        |        |      |
|-------|------|------|--------|--------|--------|------|
| 9,80  | 50,0 | 61,0 | 51,38  | 0,8667 | 59,28  | 1,69 |
| 10,00 | 41,0 | 54,0 | 42,38  | 0,8667 | 48,9   | 2,05 |
| 10,20 | 50,0 | 63,0 | 51,518 | 0,2    | 257,59 | 0,39 |
| 10,40 | 39,0 | 42,0 | 40,518 | 0,6667 | 60,77  | 1,65 |
| 10,60 | 28,0 | 38,0 | 29,518 | 0,7333 | 40,25  | 2,48 |
| 10,80 | 36,0 | 47,0 | 37,518 | 0,6667 | 56,27  | 1,78 |
| 11,00 | 35,0 | 45,0 | 36,518 | 0,7333 | 49,8   | 2,01 |
| 11,20 | 37,0 | 48,0 | 38,656 | 0,6667 | 57,98  | 1,72 |
| 11,40 | 33,0 | 43,0 | 34,656 | 0,7333 | 47,26  | 2,12 |
| 11,60 | 34,0 | 45,0 | 35,656 | 0,6667 | 53,48  | 1,87 |
| 11,80 | 42,0 | 52,0 | 43,656 | 0,7333 | 59,53  | 1,68 |
| 12,00 | 35,0 | 46,0 | 36,656 | 0,8667 | 42,29  | 2,36 |
| 12,20 | 29,0 | 42,0 | 30,794 | 0,6667 | 46,19  | 2,17 |
| 12,40 | 33,0 | 43,0 | 34,794 | 0,8667 | 40,15  | 2,49 |
| 12,60 | 21,0 | 34,0 | 22,794 | 1,0    | 22,79  | 4,39 |
| 12,80 | 28,0 | 43,0 | 29,794 | 0,8    | 37,24  | 2,69 |
| 13,00 | 27,0 | 39,0 | 28,794 | 0,6667 | 43,19  | 2,32 |
| 13,20 | 21,0 | 31,0 | 22,932 | 0,6667 | 34,4   | 2,91 |
| 13,40 | 24,0 | 34,0 | 25,932 | 0,8    | 32,42  | 3,08 |
| 13,60 | 41,0 | 53,0 | 42,932 | 1,8    | 23,85  | 4,19 |
| 13,80 | 42,0 | 69,0 | 43,932 | 1,0667 | 41,18  | 2,43 |
| 14,00 | 38,0 | 54,0 | 39,932 | 0,7333 | 54,46  | 1,84 |
| 14,20 | 40,0 | 51,0 | 42,07  | 0,9333 | 45,08  | 2,22 |
| 14,40 | 28,0 | 42,0 | 30,07  | 0,9333 | 32,22  | 3,1  |
| 14,60 | 30,0 | 44,0 | 32,07  | 1,0667 | 30,06  | 3,33 |
| 14,80 | 30,0 | 46,0 | 32,07  | 1,1333 | 28,3   | 3,53 |
| 15,00 | 33,0 | 50,0 | 35,07  | 1,8    | 19,48  | 5,13 |
| 15,20 | 44,0 | 71,0 | 46,208 | 1,2667 | 36,48  | 2,74 |
| 15,40 | 40,0 | 59,0 | 42,208 | 1,6    | 26,38  | 3,79 |
| 15,60 | 44,0 | 68,0 | 46,208 | 0,0    |        | 0,0  |

## MISURA HVSR

Instrument: TEN-0035/01-08

Start recording: 06/11/12 10:54:06 End recording: 06/11/12 11:14:07

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 93% trace (manual window selection)

Sampling rate: 256 Hz

Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

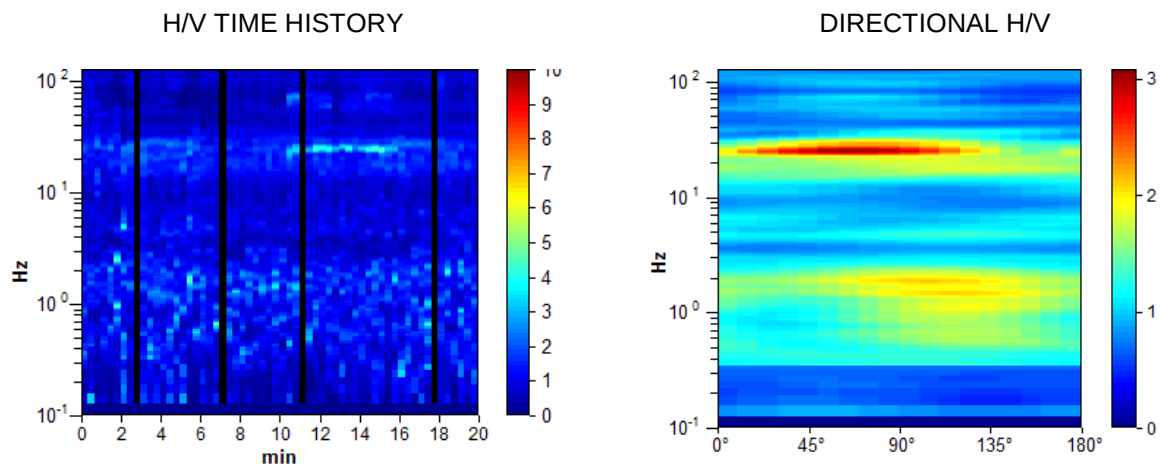


Fig. 1 – Sequenza temporale e direzionale di H/V

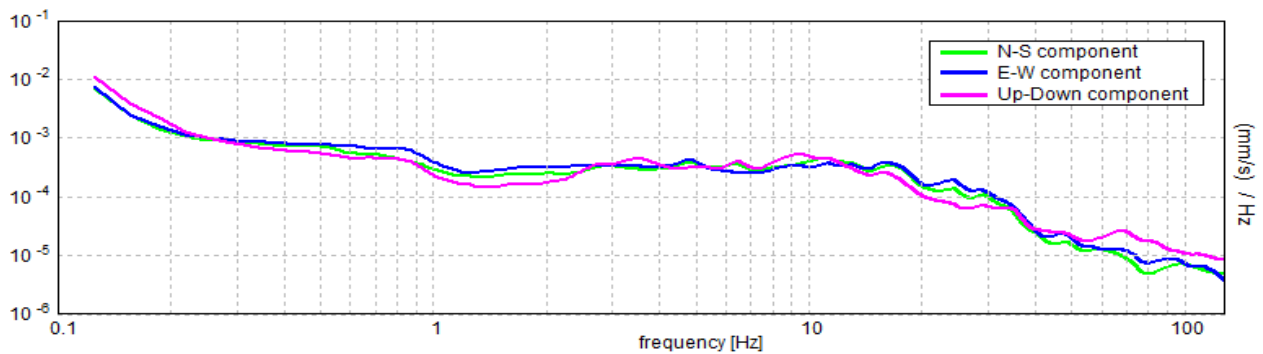


Fig. 2 – Spettri delle singole componenti

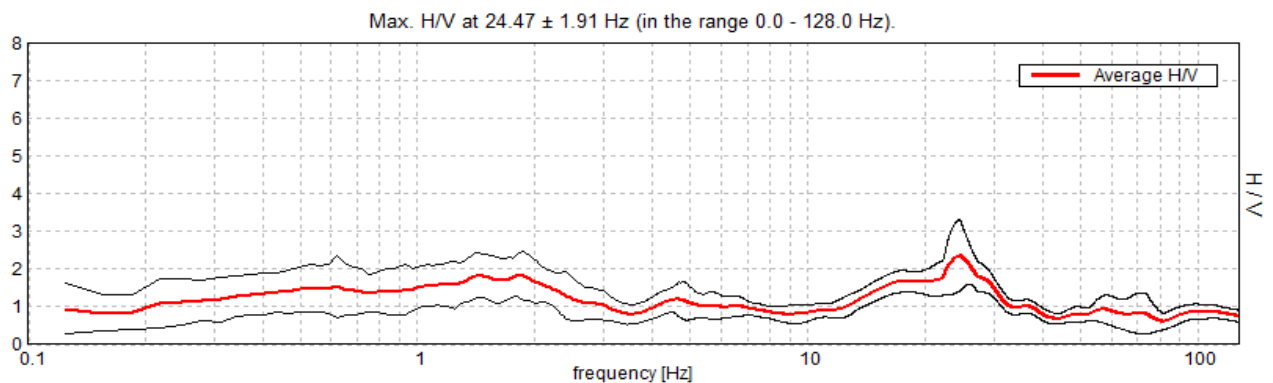


Fig. 3 – Curva H/V registrata nel sito

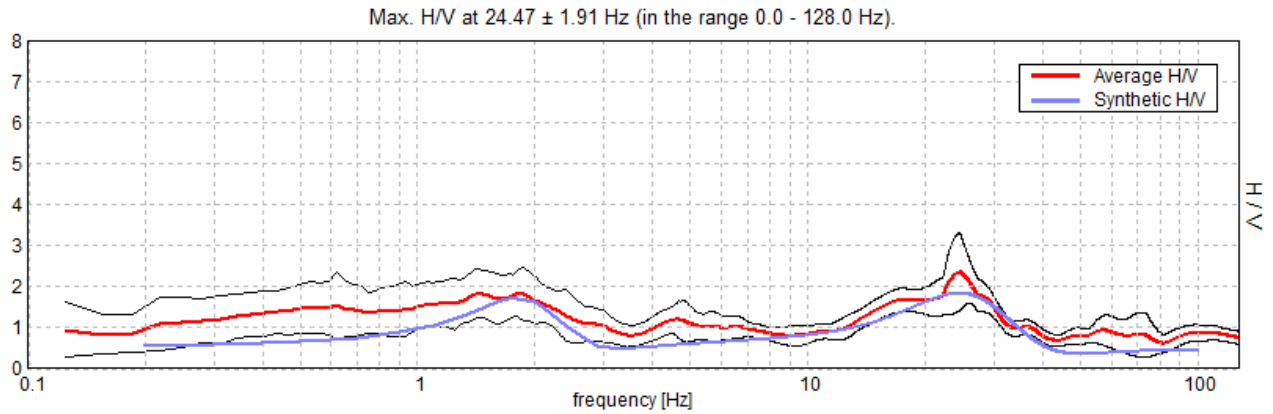


Fig. 4 – Curva teorica (blu) selezionata come rappresentativa del sito in esame

| Profondità di base dello strato<br>[m] | Spessore strato<br>[m] | Vs<br>[m/s] |
|----------------------------------------|------------------------|-------------|
| 1.20                                   | 1.20                   | 140         |
| 2.20                                   | 1.00                   | 230         |
| 22.20                                  | 20.00                  | 260         |
| 37.20                                  | 15.00                  | 280         |
| inf.                                   | inf.                   | 500         |

Tabella 1

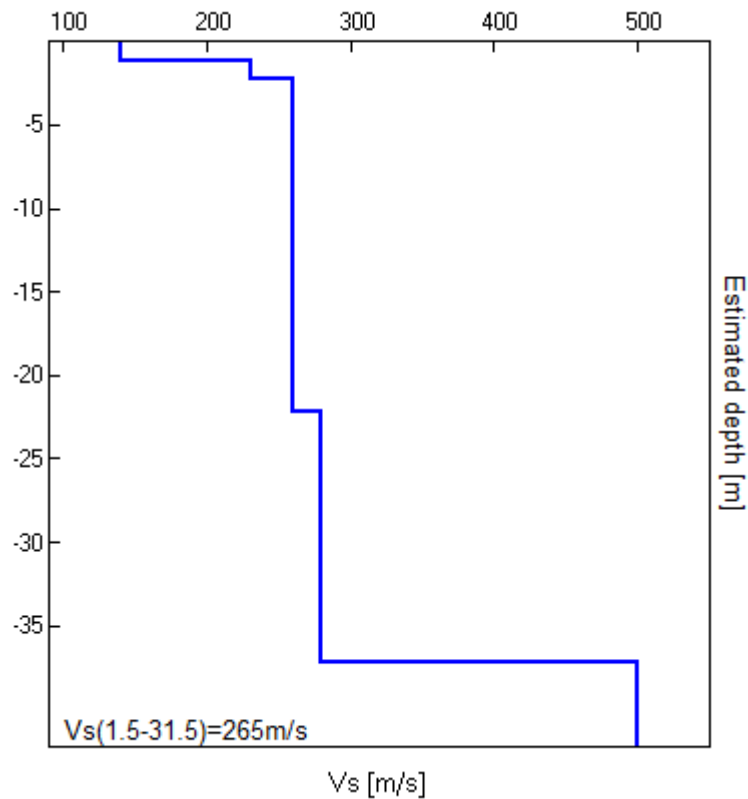


Fig. 5 – Modello del sottosuolo in termini di Vs per il sito in esame

$$V_{s30} (1.5 - 31.5) = 265 \text{ m/s}$$

Si riportano di seguito i **tabulati del METODO SESAME 2005** (Site EffectS assessment using **AM**bie**n**t **E**xitatio**n**s); trattasi di un progetto di ricerca internazionale sull'utilizzo di strumentazioni sismiche idonee alla registrazione del rumore ambientale che costituisce il presupposto fondamentale per una corretta applicazione del metodo Nakamura. In tale tabulato i primi tre parametri debbono essere tutti verificati in quanto rappresentano la correttezza della misura, mentre gli ulteriori sei non debbono essere necessariamente tutti verificati in quanto evidenziano picchi non significativi dal punto di vista sismico. Un bedrock roccioso, per esempio, potrebbe dare tutti NO in quanto non presenterebbe picchi significativi.

**Max. H/V at 24.47 ± 1.91 Hz (in the range 0.0 - 128.0 Hz).**

**Criteria for a reliable HVSR curve**

[All 3 should be fulfilled]

|                                                                                                                                        |                              |    |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----|--|
| $f_0 > 10 / L_w$                                                                                                                       | 24.47 > 0.50                 | OK |  |
| $n_c(f_0) > 200$                                                                                                                       | 27405.0 > 200                | OK |  |
| $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$<br>$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$ | Exceeded 0 out of 1176 times | OK |  |

**Criteria for a clear HVSR peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

|                                                             |                    |    |  |
|-------------------------------------------------------------|--------------------|----|--|
| Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$   | 13.5 Hz            | OK |  |
| Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$    | 31.656 Hz          | OK |  |
| $A_0 > 2$                                                   | 2.37 > 2           | OK |  |
| $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $ 0.03853  < 0.05$ | OK |  |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                               | $0.9429 < 1.22344$ | OK |  |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                               | $0.4726 < 1.58$    | OK |  |

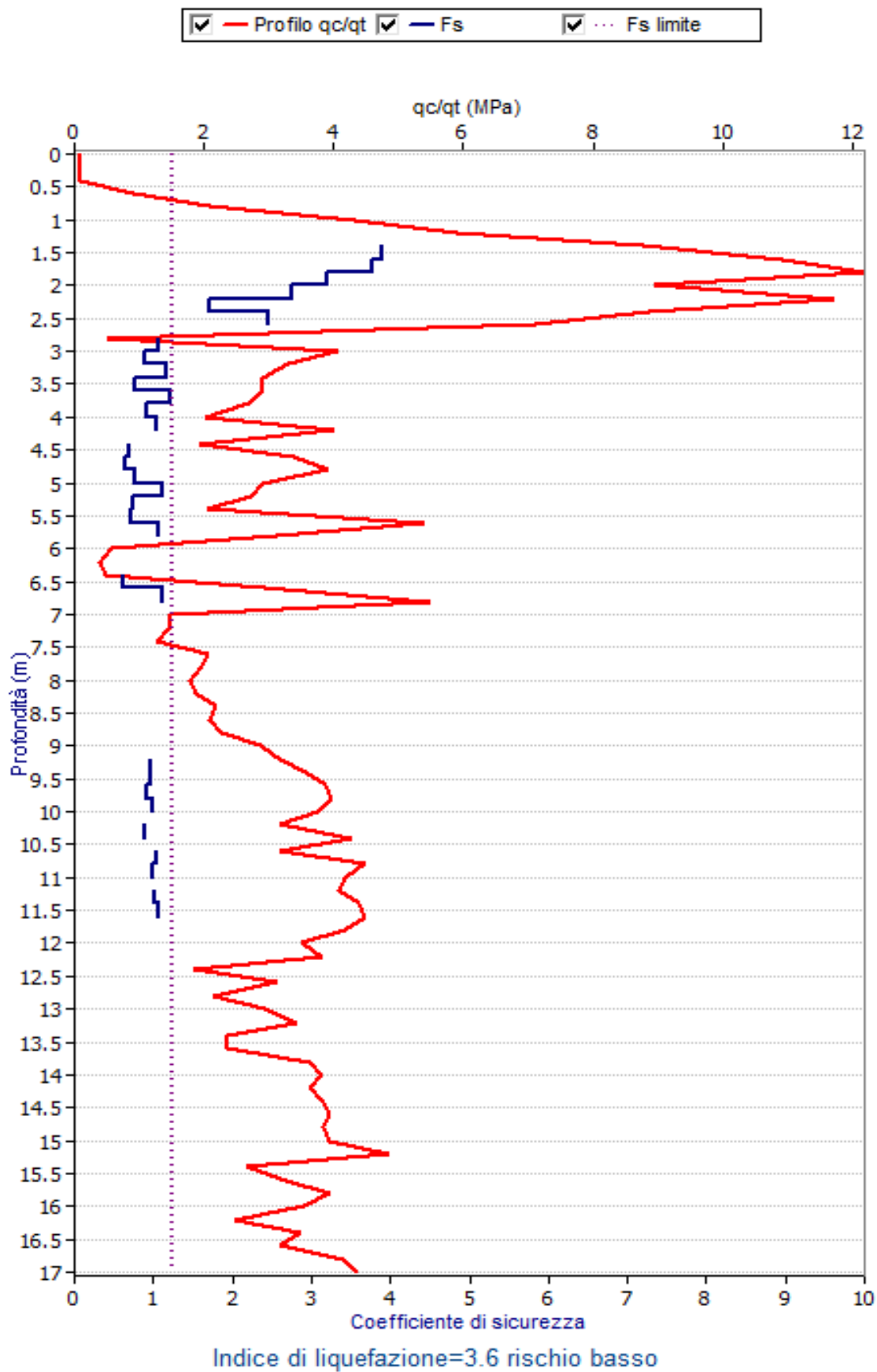
|                        |                                                                                                                                       |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $L_w$                  | window length                                                                                                                         |
| $n_w$                  | number of windows used in the analysis                                                                                                |
| $n_c = L_w n_w f_0$    | number of significant cycles                                                                                                          |
| $f$                    | current frequency                                                                                                                     |
| $f_0$                  | H/V peak frequency                                                                                                                    |
| $\sigma_f$             | standard deviation of H/V peak frequency                                                                                              |
| $\varepsilon(f_0)$     | threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                                             |
| $A_0$                  | H/V peak amplitude at frequency $f_0$                                                                                                 |
| $A_{H/V}(f)$           | H/V curve amplitude at frequency $f$                                                                                                  |
| $f^-$                  | frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$                                                                  |
| $f^+$                  | frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$                                                                   |
| $\sigma_A(f)$          | standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided |
| $\sigma_{\log H/V}(f)$ | standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve                                                                                         |
| $\theta(f_0)$          | threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$                                                               |

Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$

| Freq.range [Hz]                                | < 0.2      | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0  | 1.0 – 2.0  | > 2.0      |
|------------------------------------------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz]                        | $0.25 f_0$ | $0.2 f_0$ | $0.15 f_0$ | $0.10 f_0$ | $0.05 f_0$ |
| $\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$              | 3.0        | 2.5       | 2.0        | 1.78       | 1.58       |
| Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$ | 0.48       | 0.40      | 0.30       | 0.25       | 0.20       |

## VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE - PROVA PENETROMETRICA STATICA N° 2

| N  | da (m) | a (m) | qc(ct)(MPa) | fs(kPa) | Gamma(kN/mc) | CSR   | CRR   | Fs    | Ic   |
|----|--------|-------|-------------|---------|--------------|-------|-------|-------|------|
| 1  | 0.00   | 0.20  | 0.098       | 98.067  | 19.00        | 0.104 |       |       |      |
| 2  | 0.20   | 0.40  | 0.098       | 45.768  | 19.00        | 0.104 |       |       |      |
| 3  | 0.40   | 0.60  | 0.896       | 58.840  | 19.00        | 0.104 |       |       |      |
| 4  | 0.60   | 0.80  | 2.073       | 91.525  | 19.00        | 0.104 |       |       |      |
| 5  | 0.80   | 1.00  | 4.328       | 150.365 | 19.00        | 0.104 |       |       |      |
| 6  | 1.00   | 1.20  | 5.911       | 176.520 | 19.00        | 0.103 |       |       |      |
| 7  | 1.20   | 1.40  | 8.755       | 235.360 | 19.00        | 0.103 |       |       |      |
| 8  | 1.40   | 1.60  | 10.912      | 183.061 | 19.00        | 0.106 | 0.414 | 3.908 | 1.85 |
| 9  | 1.60   | 1.80  | 12.187      | 163.447 | 19.00        | 0.113 | 0.427 | 3.777 | 1.75 |
| 10 | 1.80   | 2.00  | 8.951       | 202.674 | 19.00        | 0.118 | 0.379 | 3.213 | 2.02 |
| 11 | 2.00   | 2.20  | 11.711      | 137.293 | 19.00        | 0.123 | 0.339 | 2.756 | 1.74 |
| 12 | 2.20   | 2.40  | 8.867       | 98.067  | 19.00        | 0.127 | 0.218 | 1.718 | 1.81 |
| 13 | 2.40   | 2.60  | 7.101       | 189.592 | 19.00        | 0.131 | 0.323 | 2.469 | 2.17 |
| 14 | 2.60   | 2.80  | 0.504       | 65.381  | 19.00        | 0.134 |       |       |      |
| 15 | 2.80   | 3.00  | 4.061       | 65.381  | 19.00        | 0.137 | 0.147 | 1.072 | 2.2  |
| 16 | 3.00   | 3.20  | 3.290       | 45.768  | 19.00        | 0.14  | 0.126 | 0.902 | 2.24 |
| 17 | 3.20   | 3.40  | 2.898       | 71.912  | 19.00        | 0.143 | 0.165 | 1.154 | 2.45 |
| 18 | 3.40   | 3.60  | 2.898       | 32.686  | 19.00        | 0.145 | 0.11  | 0.76  | 2.24 |
| 19 | 3.60   | 3.80  | 2.702       | 78.453  | 19.00        | 0.147 | 0.177 | 1.204 | 2.53 |
| 20 | 3.80   | 4.00  | 2.015       | 45.768  | 19.00        | 0.149 | 0.137 | 0.918 | 2.57 |
| 21 | 4.00   | 4.20  | 3.990       | 78.453  | 19.00        | 0.151 | 0.156 | 1.032 | 2.3  |
| 22 | 4.20   | 4.40  | 1.931       | 71.912  | 19.00        | 0.153 |       |       |      |
| 23 | 4.40   | 4.60  | 3.402       | 32.686  | 19.00        | 0.155 | 0.106 | 0.685 | 2.18 |
| 24 | 4.60   | 4.80  | 3.892       | 26.154  | 19.00        | 0.156 | 0.101 | 0.647 | 2.05 |
| 25 | 4.80   | 5.00  | 2.912       | 45.768  | 19.00        | 0.157 | 0.121 | 0.772 | 2.37 |
| 26 | 5.00   | 5.20  | 2.729       | 84.994  | 19.00        | 0.159 | 0.176 | 1.107 | 2.59 |
| 27 | 5.20   | 5.40  | 2.043       | 39.227  | 19.00        | 0.16  | 0.119 | 0.747 | 2.56 |
| 28 | 5.40   | 5.60  | 5.377       | 39.227  | 19.00        | 0.161 | 0.117 | 0.728 | 1.97 |
| 29 | 5.60   | 5.80  | 3.121       | 91.525  | 19.00        | 0.162 | 0.174 | 1.074 | 2.54 |
| 30 | 5.80   | 6.00  | 0.572       | 39.227  | 19.00        | 0.163 |       |       | 1.95 |
| 31 | 6.00   | 6.20  | 0.389       | 19.613  | 19.00        | 0.164 |       |       | 2.03 |
| 32 | 6.20   | 6.40  | 0.487       | 71.912  | 19.00        | 0.164 |       |       | 2.21 |
| 33 | 6.40   | 6.60  | 2.939       | 32.686  | 19.00        | 0.165 | 0.101 | 0.612 | 2.32 |
| 34 | 6.60   | 6.80  | 5.488       | 124.221 | 19.00        | 0.166 | 0.185 | 1.115 | 2.3  |
| 35 | 6.80   | 7.00  | 1.468       | 71.912  | 19.00        | 0.166 |       |       |      |
| 36 | 7.00   | 7.20  | 1.481       | 58.840  | 19.00        | 0.167 |       |       |      |
| 37 | 7.20   | 7.40  | 1.285       | 39.227  | 19.00        | 0.167 |       |       |      |
| 38 | 7.40   | 7.60  | 2.070       | 65.381  | 19.00        | 0.167 |       |       |      |
| 39 | 7.60   | 7.80  | 1.972       | 65.381  | 19.00        | 0.168 |       |       |      |
| 40 | 7.80   | 8.00  | 1.775       | 65.381  | 19.00        | 0.168 |       |       |      |
| 41 | 8.00   | 8.20  | 1.887       | 78.453  | 19.00        | 0.168 |       |       |      |
| 42 | 8.20   | 8.40  | 2.181       | 91.525  | 19.00        | 0.168 |       |       |      |
| 43 | 8.40   | 8.60  | 2.083       | 84.994  | 19.00        | 0.168 |       |       |      |
| 44 | 8.60   | 8.80  | 2.279       | 91.525  | 19.00        | 0.169 |       |       |      |
| 45 | 8.80   | 9.00  | 2.868       | 104.608 | 19.00        | 0.169 |       |       |      |
| 46 | 9.00   | 9.20  | 3.175       | 104.608 | 19.00        | 0.168 |       |       |      |
| 47 | 9.20   | 9.40  | 3.568       | 104.608 | 19.00        | 0.168 | 0.164 | 0.977 | 2.57 |
| 48 | 9.40   | 9.60  | 3.862       | 104.608 | 19.00        | 0.168 | 0.161 | 0.956 | 2.52 |
| 49 | 9.60   | 9.80  | 3.960       | 98.067  | 19.00        | 0.168 | 0.153 | 0.908 | 2.49 |
| 50 | 9.80   | 10.00 | 3.764       | 111.139 | 19.00        | 0.168 | 0.166 | 0.99  | 2.56 |
| 51 | 10.00  | 10.20 | 3.189       | 78.453  | 19.00        | 0.167 |       |       |      |
| 52 | 10.20  | 10.40 | 4.268       | 98.067  | 19.00        | 0.167 | 0.149 | 0.891 | 2.45 |
| 53 | 10.40  | 10.60 | 3.189       | 98.067  | 19.00        | 0.167 |       |       |      |
| 54 | 10.60  | 10.80 | 4.464       | 124.221 | 19.00        | 0.166 | 0.171 | 1.03  | 2.5  |
| 55 | 10.80  | 11.00 | 4.170       | 117.680 | 19.00        | 0.166 | 0.165 | 0.997 | 2.53 |
| 56 | 11.00  | 11.20 | 4.085       | 183.061 | 19.00        | 0.165 |       |       |      |
| 57 | 11.20  | 11.40 | 4.379       | 124.221 | 19.00        | 0.165 | 0.169 | 1.023 | 2.52 |
| 58 | 11.40  | 11.60 | 4.477       | 130.752 | 19.00        | 0.164 | 0.174 | 1.059 | 2.52 |
| 59 | 11.60  | 11.80 | 4.183       | 124.221 | 19.00        | 0.163 |       |       |      |
| 60 | 11.80  | 12.00 | 3.497       | 104.608 | 19.00        | 0.162 |       |       |      |
| 61 | 12.00  | 12.20 | 3.804       | 111.139 | 19.00        | 0.162 |       |       |      |
| 62 | 12.20  | 12.40 | 1.843       | 45.768  | 19.00        | 0.161 |       |       |      |
| 63 | 12.40  | 12.60 | 3.118       | 111.139 | 19.00        | 0.16  |       |       |      |
| 64 | 12.60  | 12.80 | 2.137       | 91.525  | 19.00        | 0.159 |       |       |      |
| 65 | 12.80  | 13.00 | 2.922       | 71.912  | 19.00        | 0.158 |       |       |      |
| 66 | 13.00  | 13.20 | 3.426       | 111.139 | 19.00        | 0.157 |       |       |      |
| 67 | 13.20  | 13.40 | 2.347       | 65.381  | 19.00        | 0.156 |       |       |      |
| 68 | 13.40  | 13.60 | 2.347       | 91.525  | 19.00        | 0.155 |       |       |      |
| 69 | 13.60  | 13.80 | 3.622       | 117.680 | 19.00        | 0.154 |       |       |      |
| 70 | 13.80  | 14.00 | 3.818       | 84.994  | 19.00        | 0.153 |       |       |      |
| 71 | 14.00  | 14.20 | 3.635       | 84.994  | 19.00        | 0.152 |       |       |      |
| 72 | 14.20  | 14.40 | 3.831       | 84.994  | 19.00        | 0.151 |       |       |      |
| 73 | 14.40  | 14.60 | 3.930       | 84.994  | 19.00        | 0.15  |       |       |      |
| 74 | 14.60  | 14.80 | 3.831       | 91.525  | 19.00        | 0.149 |       |       |      |
| 75 | 14.80  | 15.00 | 3.930       | 78.453  | 19.00        | 0.148 |       |       |      |
| 76 | 15.00  | 15.20 | 4.826       | 156.906 | 19.00        | 0.147 |       |       |      |
| 77 | 15.20  | 15.40 | 2.668       | 104.608 | 19.00        | 0.145 |       |       |      |
| 78 | 15.40  | 15.60 | 3.257       | 143.834 | 19.00        | 0.144 |       |       |      |
| 79 | 15.60  | 15.80 | 3.943       | 124.221 | 19.00        | 0.143 |       |       |      |
| 80 | 15.80  | 16.00 | 3.551       | 104.608 | 19.00        | 0.142 |       |       |      |
| 81 | 16.00  | 16.20 | 2.486       | 91.525  | 19.00        | 0.141 |       |       |      |
| 82 | 16.20  | 16.40 | 3.466       | 111.139 | 19.00        | 0.14  |       |       |      |
| 83 | 16.40  | 16.60 | 3.172       | 156.906 | 19.00        | 0.139 |       |       |      |
| 84 | 16.60  | 16.80 | 4.153       | 163.447 | 19.00        | 0.138 |       |       |      |
| 85 | 16.80  | 17.00 | 4.349       | 163.447 | 19.00        | 0.137 |       |       |      |



## VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE - PROVA PENETROMETRICA STATICA N° 5

| N  | da (m) | a (m) | qc(qt)(MPa) | fs(kPa) | Gamma(kN/mc) | CSR   | CRR   | Fs    | Ic   |
|----|--------|-------|-------------|---------|--------------|-------|-------|-------|------|
| 1  | 0.00   | 0.20  | 0.098       | 9.807   | 19.00        | 0.104 |       |       |      |
| 2  | 0.20   | 0.40  | 0.098       | 32.686  | 19.00        | 0.104 |       |       |      |
| 3  | 0.40   | 0.60  | 0.994       | 58.840  | 19.00        | 0.104 |       |       |      |
| 4  | 0.60   | 0.80  | 3.348       | 65.381  | 19.00        | 0.104 |       |       |      |
| 5  | 0.80   | 1.00  | 3.446       | 84.994  | 19.00        | 0.104 |       |       |      |
| 6  | 1.00   | 1.20  | 3.950       | 130.752 | 19.00        | 0.103 |       |       |      |
| 7  | 1.20   | 1.40  | 3.950       | 91.525  | 19.00        | 0.103 |       |       |      |
| 8  | 1.40   | 1.60  | 5.911       | 104.608 | 19.00        | 0.106 | 0.199 | 1.879 | 2.04 |
| 9  | 1.60   | 1.80  | 7.578       | 169.979 | 19.00        | 0.113 | 0.296 | 2.618 | 2.06 |
| 10 | 1.80   | 2.00  | 8.461       | 130.752 | 19.00        | 0.118 | 0.248 | 2.1   | 1.91 |
| 11 | 2.00   | 2.20  | 7.298       | 91.525  | 19.00        | 0.123 | 0.193 | 1.567 | 1.9  |
| 12 | 2.20   | 2.40  | 10.828      | 228.819 | 19.00        | 0.127 | 0.506 | 3.985 | 1.96 |
| 13 | 2.40   | 2.60  | 8.769       | 124.221 | 19.00        | 0.131 | 0.237 | 1.81  | 1.9  |
| 14 | 2.60   | 2.80  | 4.846       | 91.525  | 19.00        | 0.134 | 0.174 | 1.302 | 2.18 |
| 15 | 2.80   | 3.00  | 6.023       | 111.139 | 19.00        | 0.137 | 0.194 | 1.414 | 2.11 |
| 16 | 3.00   | 3.20  | 6.330       | 248.432 | 19.00        | 0.14  | 0.634 | 4.527 | 2.35 |
| 17 | 3.20   | 3.40  | 6.625       | 156.906 | 19.00        | 0.143 | 0.249 | 1.742 | 2.17 |
| 18 | 3.40   | 3.60  | 3.879       | 39.227  | 19.00        | 0.145 | 0.117 | 0.809 | 2.11 |
| 19 | 3.60   | 3.80  | 4.565       | 91.525  | 19.00        | 0.147 | 0.17  | 1.153 | 2.25 |
| 20 | 3.80   | 4.00  | 3.879       | 124.221 | 19.00        | 0.149 | 0.226 | 1.52  | 2.45 |
| 21 | 4.00   | 4.20  | 4.285       | 84.994  | 19.00        | 0.151 | 0.162 | 1.07  | 2.28 |
| 22 | 4.20   | 4.40  | 5.069       | 209.205 | 19.00        | 0.153 | 0.438 | 2.86  | 2.46 |
| 23 | 4.40   | 4.60  | 3.206       | 45.768  | 19.00        | 0.155 | 0.121 | 0.781 | 2.3  |
| 24 | 4.60   | 4.80  | 4.481       | 84.994  | 19.00        | 0.156 | 0.158 | 1.01  | 2.27 |
| 25 | 4.80   | 5.00  | 1.833       | 19.613  | 19.00        | 0.157 | 0.093 | 0.594 | 2.45 |
| 26 | 5.00   | 5.20  | 3.808       | 111.139 | 19.00        | 0.159 | 0.195 | 1.225 | 2.46 |
| 27 | 5.20   | 5.40  | 3.121       | 52.299  | 19.00        | 0.16  | 0.126 | 0.789 | 2.37 |
| 28 | 5.40   | 5.60  | 3.808       | 58.840  | 19.00        | 0.161 | 0.129 | 0.804 | 2.29 |
| 29 | 5.60   | 5.80  | 2.729       | 52.299  | 19.00        | 0.162 | 0.128 | 0.79  | 2.47 |
| 30 | 5.80   | 6.00  | 3.023       | 32.686  | 19.00        | 0.163 | 0.102 | 0.628 | 2.29 |
| 31 | 6.00   | 6.20  | 3.233       | 32.686  | 19.00        | 0.164 | 0.102 | 0.619 | 2.25 |
| 32 | 6.20   | 6.40  | 2.644       | 39.227  | 19.00        | 0.164 | 0.11  | 0.673 | 2.43 |
| 33 | 6.40   | 6.60  | 0.585       | 26.154  | 19.00        | 0.165 |       |       | 2.32 |
| 34 | 6.60   | 6.80  | 1.173       | 32.686  | 19.00        | 0.166 |       |       | 2.3  |
| 35 | 6.80   | 7.00  | 1.272       | 52.299  | 19.00        | 0.166 |       |       |      |
| 36 | 7.00   | 7.20  | 1.677       | 45.768  | 19.00        | 0.167 |       |       |      |
| 37 | 7.20   | 7.40  | 1.972       | 78.453  | 19.00        | 0.167 |       |       |      |
| 38 | 7.40   | 7.60  | 2.266       | 91.525  | 19.00        | 0.167 |       |       |      |
| 39 | 7.60   | 7.80  | 2.266       | 71.912  | 19.00        | 0.168 |       |       |      |
| 40 | 7.80   | 8.00  | 2.266       | 71.912  | 19.00        | 0.168 |       |       |      |
| 41 | 8.00   | 8.20  | 2.377       | 65.381  | 19.00        | 0.168 |       |       |      |
| 42 | 8.20   | 8.40  | 2.966       | 78.453  | 19.00        | 0.168 | 0.146 | 0.868 | 2.58 |
| 43 | 8.40   | 8.60  | 2.770       | 71.912  | 19.00        | 0.168 |       |       |      |
| 44 | 8.60   | 8.80  | 2.966       | 58.840  | 19.00        | 0.169 | 0.123 | 0.728 | 2.51 |
| 45 | 8.80   | 9.00  | 3.358       | 84.994  | 19.00        | 0.169 | 0.147 | 0.869 | 2.54 |
| 46 | 9.00   | 9.20  | 3.372       | 84.994  | 19.00        | 0.168 | 0.146 | 0.868 | 2.54 |
| 47 | 9.20   | 9.40  | 3.960       | 52.299  | 19.00        | 0.168 | 0.112 | 0.664 | 2.31 |
| 48 | 9.40   | 9.60  | 4.254       | 104.608 | 19.00        | 0.168 | 0.158 | 0.941 | 2.46 |
| 49 | 9.60   | 9.80  | 5.039       | 84.994  | 19.00        | 0.168 | 0.137 | 0.818 | 2.3  |
| 50 | 9.80   | 10.00 | 4.156       | 84.994  | 19.00        | 0.168 | 0.139 | 0.825 | 2.42 |
| 51 | 10.00  | 10.20 | 5.052       | 19.613  | 19.00        | 0.167 | 0.077 | 0.459 | 1.96 |
| 52 | 10.20  | 10.40 | 3.973       | 65.381  | 19.00        | 0.167 | 0.12  | 0.721 | 2.38 |
| 54 | 10.60  | 10.80 | 3.679       | 65.381  | 19.00        | 0.166 | 0.12  | 0.724 | 2.44 |
| 55 | 10.80  | 11.00 | 3.581       | 71.912  | 19.00        | 0.166 | 0.126 | 0.758 | 2.48 |
| 56 | 11.00  | 11.20 | 3.791       | 65.381  | 19.00        | 0.165 | 0.119 | 0.72  | 2.43 |
| 57 | 11.20  | 11.40 | 3.399       | 71.912  | 19.00        | 0.165 | 0.125 | 0.761 | 2.52 |
| 58 | 11.40  | 11.60 | 3.497       | 65.381  | 19.00        | 0.164 | 0.119 | 0.724 | 2.48 |
| 59 | 11.60  | 11.80 | 4.281       | 71.912  | 19.00        | 0.163 | 0.122 | 0.748 | 2.38 |
| 60 | 11.80  | 12.00 | 3.595       | 84.994  | 19.00        | 0.162 |       |       |      |
| 61 | 12.00  | 12.20 | 3.020       | 65.381  | 19.00        | 0.162 |       |       |      |
| 62 | 12.20  | 12.40 | 3.412       | 84.994  | 19.00        | 0.161 |       |       |      |
| 63 | 12.40  | 12.60 | 2.235       | 98.067  | 19.00        | 0.16  |       |       |      |
| 64 | 12.60  | 12.80 | 2.922       | 78.453  | 19.00        | 0.159 |       |       |      |
| 65 | 12.80  | 13.00 | 2.824       | 65.381  | 19.00        | 0.158 |       |       |      |
| 66 | 13.00  | 13.20 | 2.249       | 65.381  | 19.00        | 0.157 |       |       |      |
| 67 | 13.20  | 13.40 | 2.543       | 78.453  | 19.00        | 0.156 |       |       |      |
| 68 | 13.40  | 13.60 | 4.210       | 176.520 | 19.00        | 0.155 |       |       |      |
| 69 | 13.60  | 13.80 | 4.308       | 104.608 | 19.00        | 0.154 | 0.143 | 0.928 | 2.51 |
| 70 | 13.80  | 14.00 | 3.916       | 71.912  | 19.00        | 0.153 | 0.119 | 0.779 | 2.47 |
| 71 | 14.00  | 14.20 | 4.126       | 91.525  | 19.00        | 0.152 | 0.132 | 0.867 | 2.5  |
| 72 | 14.20  | 14.40 | 2.949       | 91.525  | 19.00        | 0.151 |       |       |      |
| 73 | 14.40  | 14.60 | 3.145       | 104.608 | 19.00        | 0.15  |       |       |      |
| 74 | 14.60  | 14.80 | 3.145       | 111.139 | 19.00        | 0.149 |       |       |      |
| 75 | 14.80  | 15.00 | 3.439       | 176.520 | 19.00        | 0.148 |       |       |      |
| 76 | 15.00  | 15.20 | 4.531       | 124.221 | 19.00        | 0.147 |       |       |      |
| 77 | 15.20  | 15.40 | 4.139       | 156.906 | 19.00        | 0.145 |       |       |      |
| 78 | 15.40  | 15.60 | 4.531       | 98.067  | 19.00        | 0.144 | 0.132 | 0.919 | 2.48 |

