

COMUNE

# MOSCIANO SANT'ANGELO

(TERAMO)

COMMITTENTE

**CTIP BLU S.R.L.**

OGGETTO

**IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA CON PRODUZIONE DI BIOMETANO, CON ANNESSO SISTEMA DI TRATTAMENTO DEL DIGESTATO LIQUIDO PER LO SCARICO IN ACQUE SUPERFICIALI E IMPIANTO DI COMPOSTAGGIO PER IL TRATTAMENTO DELLA FRAZIONE SOLIDA SEPARATA**



ELABORATO

## **RELAZIONE GEOLOGICA RELAZIONE SULLE INDAGINI MODELLAZIONE SISMICA**

TECNICI

**Dott. Geol. Christian Palestini**



**Dott. Geol. Alessio Ricciardi**



DATA

**Maggio 2017**



**GEOSOIL**

**Geologia - Geotecnica - Geofisica**

Piazza Caduti del Mare, 33/35 - 65126 Pescara

TELEFONO/FAX: 085.2120643

MOBILE: 349.4017738 - Dott. Geol. Christian Palestini

MOBILE: 347.1105362 - Dott. Geol. Alessio Ricciardi

WEB: [www.geosoil.it](http://www.geosoil.it)

E-MAIL: [info@geosoil.it](mailto:info@geosoil.it) - PEC: [info@pec.geosoil.it](mailto:info@pec.geosoil.it)

**GEOSOIL****Geologia - Geotecnica - Geofisica**

Piazza Caduti del Mare, 33/35 - 65126 Pescara

TELEFONO/FAX: 085.2120643

MOBILE: 349.4017738 - Dott. Geol. Christian Palestini

MOBILE: 347.1105362 - Dott. Geol. Alessio Ricciardi

WEB: [www.geosoil.it](http://www.geosoil.it)E-MAIL: [info@geosoil.it](mailto:info@geosoil.it) - PEC: [info@pec.geosoil.it](mailto:info@pec.geosoil.it)

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO</b>	<b>7</b>
3.1	MODELLO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE	7
3.2	STUDIO PIEZOMETRICO DI DETTAGLIO	9
<b>4</b>	<b>INDAGINI GEOTECNICHE</b>	<b>11</b>
4.1	PROVA PENETROMETRICA DINAMICA	11
4.2	FORMULE PER I PARAMETRI GEOTECNICI	12
4.2.1	<i>Terreni incoerenti</i>	12
4.2.2	<i>Terreni coesivi</i>	13
<b>5</b>	<b>INDAGINI SISMICHE</b>	<b>14</b>
5.1	MASW	14
5.1.1	<i>Cenni teorici</i>	14
5.1.2	<i>Acquisizione ed interpretazione dati</i>	15
5.2	MICROTREMORI	15
5.2.1	<i>Cenni teorici</i>	15
5.2.2	<i>Acquisizione ed interpretazione dati</i>	16
5.3	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO	17
5.4	CATEGORIE TOPOGRAFICHE	18
<b>6</b>	<b>MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>VERIFICA A LIQUEFAZIONE</b>	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>26</b>

## **TAVOLE**

TAV. 1	CARTA TOPOGRAFICA
TAV. 2	CARTA GEOLOGICA
TAV. 3	CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA - P.A.I.
TAV. 4	CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA - P.S.D.A.
TAV. 5	TRASPOSIZIONE PERICOLOSITÀ IDRAULICA - P.S.D.A.
TAV. 6	UBICAZIONE INDAGINI
TAV. 7	DIGITAL TERRAIN MODEL
TAV. 8	SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE
TAV. 9	CARTA PIEZOMETRICA



**GEOSOIL**

**Geologia - Geotecnica - Geofisica**

Piazza Caduti del Mare, 33/35 - 65126 Pescara

TELEFONO/FAX: 085.2120643

MOBILE: 349.4017738 - Dott. Geol. Christian Palestini

MOBILE: 347.1105362 - Dott. Geol. Alessio Ricciardi

WEB: [www.geosoil.it](http://www.geosoil.it)

E-MAIL: [info@geosoil.it](mailto:info@geosoil.it) - PEC: [info@pec.geosoil.it](mailto:info@pec.geosoil.it)

---

## **ALLEGATI**

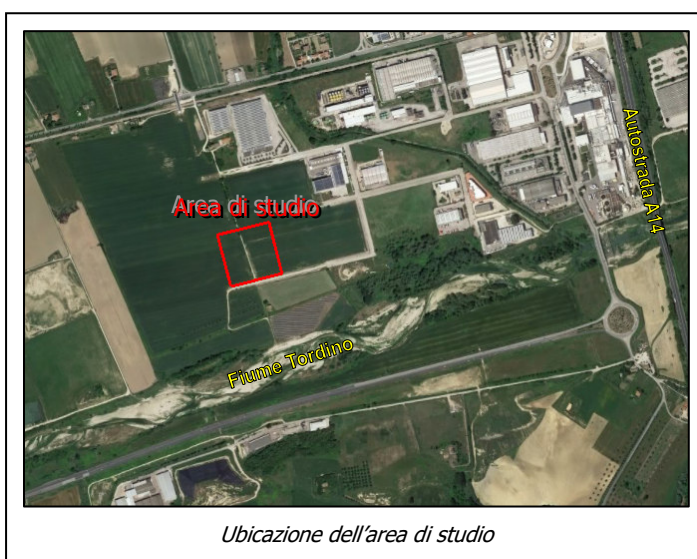
- ✓ PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE
  - Prova penetrometrica dinamica DPSH1
  - Elaborazione DPSH1
  - Prova penetrometrica dinamica DPSH2
  - Elaborazione DPSH2
  - Prova penetrometrica dinamica DPSH3
  - Elaborazione DPSH3
  - Prova penetrometrica dinamica DPSH4
  - Elaborazione DPSH4
  - Prova penetrometrica dinamica DPSH5
  - Elaborazione DPSH5
- ✓ MASW
  - MASW1
  - Sismogrammi MASW1
- ✓ MICROTREMORI
  - Microtremori MT1
  - Microtremori MT2
  - Microtremori MT3



## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione illustra i risultati di uno studio geologico realizzato nel Comune di *MOSCIANO SANT'ANGELO (PE)*, commissionato da *CTIP BLU S.R.L.* e finalizzato al progetto di realizzazione di *IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA CON PRODUZIONE DI BIOMETANO, CON ANNESSO SISTEMA DI TRATTAMENTO DEL DIGESTATO LIQUIDO PER LO SCARICO IN ACQUE SUPERFICIALI E IMPIANTO DI COMPOSTAGGIO PER IL TRATTAMENTO DELLA FRAZIONE SOLIDA SEPARATA.*

L'area di studio è ubicata nella porzione meridionale del territorio comunale di Mosciano Sant'Angelo (TE), a circa 350 m a nord rispetto all'asta fluviale del fiume Tordino ed a circa 1,2 km ad ovest rispetto all'Autostrada A14; il lotto ha un'estensione di circa 2,6 ha, con superficie subpianeggiante. Tale area di studio non è interessata da dissesti ai sensi del *PIANO STRALCIO*



*DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO - "FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI" - L. 18.05.1989 n. 183, art. 17, comma 6 ter e s.m.i. (TAV. 3)* e ricade parzialmente in un'area esondabile a *Pericolarità Moderata* del Fiume Tordino, come riportato nel *PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI - P.S.D.A. (TAVV. 4-5).*

Lo studio è stato svolto secondo le seguenti fasi:

- ✓ Reperimento di dati bibliografici.
- ✓ Rilevamento geologico e geomorfologico.
- ✓ Elaborazione del Digital Terrain Model (DTM) a partire dal rilievo topografico plano-altimetrico dell'area.
- ✓ Esecuzione di n° 5 prove penetrometriche DPSH, secondo le seguenti specifiche:

	DPSH1	DPSH2	DPSH3	DPSH4	DPSH5
<b>Latitudine (WGS84 UTM)</b>	4728512,31 N	4728554,23 N	4728618,27 N	4728597,84 N	4728552,67 N
<b>Longitudine (WGS84 UTM)</b>	409899,81 E	409874,98 E	409869,71 E	409940,63 E	409977,89 E
<b>Quota s.l.m.</b>	52,56 m	52,86 m	52,59 m	52,10 m	52,65 m
<b>Profondità</b>	10,2 m	9,4 m	8,0 m	10,0 m	3,6 m



- ✓ Esecuzione di n° 1 indagine sismica MASW, secondo le seguenti specifiche:

	<b>MASW1</b>
<b>Numero geofoni</b>	12
<b>Interdistanza geofoni</b>	3 m
<b>Lunghezza linea</b>	39 m
<b>Shots</b>	2

- ✓ Esecuzione di n° 3 indagini sismiche Microtremori, secondo le seguenti specifiche:

	<b>MT1</b>	<b>MT2</b>	<b>MT3</b>
<b>Latitudine (WGS84 UTM)</b>	4728539,80 N	4728611,29 N	4728582,68 N
<b>Longitudine (WGS84 UTM)</b>	409908,87 E	409886,76 E	409967,90 E
<b>Quota s.l.m.</b>	52,58 m	52,60 m	51,66 m
<b>Frequenza campionamento</b>	128 Hz	128 Hz	128 Hz
<b>Tempo registrazione</b>	10 min	10 min	10 min

- ✓ Modellazione geologico-tecnica del sito.
- ✓ Modellazione idrologica e idrogeologica del sito.
- ✓ Modellazione sismica del sito.
- ✓ Verifica a liquefazione.

Tali fasi sono state ritenute idonee a definire le caratteristiche geologico-tecniche e sismiche del sito, fornendo elementi utili per le soluzioni progettuali ai sensi del *D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"*.

**GEOSOIL****Geologia - Geotecnica - Geofisica**

Piazza Caduti del Mare, 33/35 - 65126 Pescara

TELEFONO/FAX: 085.2120643

MOBILE: 349.4017738 - Dott. Geol. Christian Palestini

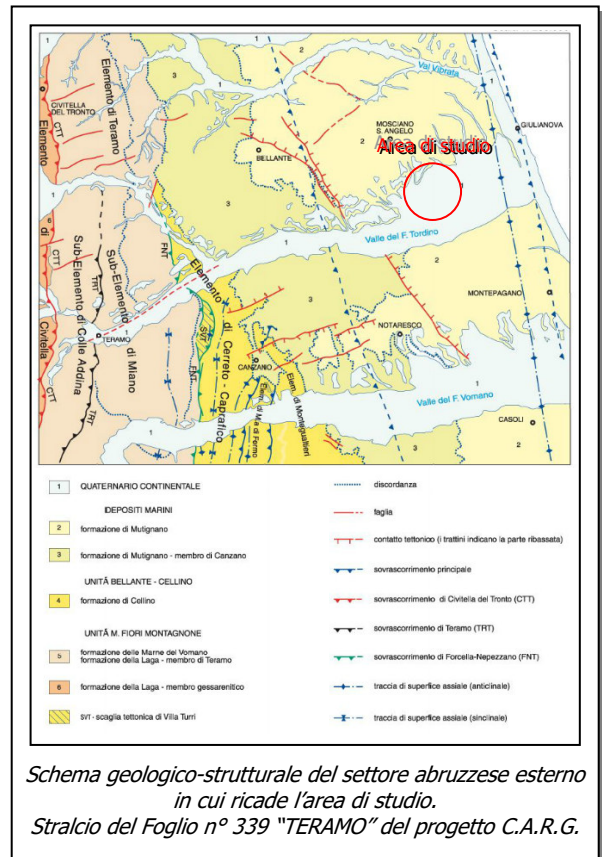
MOBILE: 347.1105362 - Dott. Geol. Alessio Ricciardi

WEB: [www.geosoil.it](http://www.geosoil.it)E-MAIL: [info@geosoil.it](mailto:info@geosoil.it) - PEC: [info@pec.geosoil.it](mailto:info@pec.geosoil.it)

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area di studio, compresa nel foglio n° 134 "GIULIANOVA" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, nel foglio n° 339 "TERAMO" del progetto C.A.R.G. in scala 1:50.000 e nel foglio ovest della Carta Geologica dell'Abruzzo di L. Vezzani & F. Ghisetti, è ubicata in un'area pianeggiante del Comune di Mosciano Sant'Angelo (TE).

Da un punto di vista geologico, il sito è localizzato nel settore abruzzese esterno e comprende la fascia pedemontana orientale della dorsale Montagna dei Fiori - Montagnone e la zona collinare antistante che degrada progressivamente verso est fino alla linea di costa. Tali formazioni si sono originate a causa dell'avanzamento verso NE della catena appenninica, con la conseguente formazione di bacini di avanfossa in cui hanno avuto luogo fenomeni deposizionali di sedimenti di mare profondo prevalentemente argillosi. Il successivo abbassamento relativo del livello del mare ha portato alla sedimentazione di depositi marini sempre più grossolani (limi, sabbie e ghiaie), secondo una sequenza regressiva, fino alla graduale emersione di tali litotipi. In ambiente subaereo, essi sono stati interessati dai

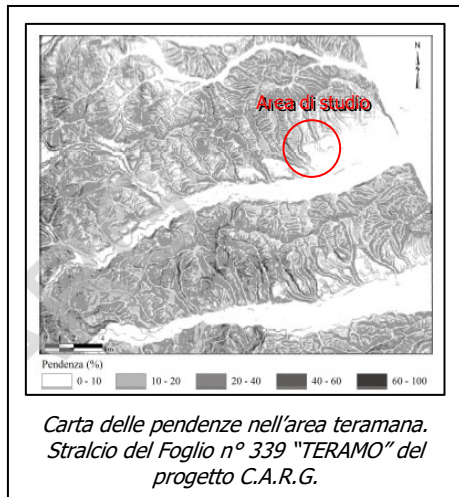


processi erosivi e deposizionali ad opera dei corsi d'acqua; ciò ha portato ad un modellamento del paesaggio in aree morfologicamente rilevate, in cui si conserva l'antica sequenza deposizionale regressiva, ed aree semipianeggianti e di fondovalle interessate dalla presenza di depositi alluvionali. L'azione erosiva marina lungo costa ha portato, invece, ad un modellamento delle preesistenti spiagge sabbioso-ghiaiose a falesia, con conseguente erosione, arretramento e terrazzamento delle stesse; tali fenomeni hanno portato alla formazione delle attuali spiagge basse caratterizzate da depositi prevalentemente sabbiosi.

In particolare, l'area di studio si colloca in corrispondenza della piana alluvionale in sinistra idrografica del fiume Tordino, caratterizzata localmente dalla presenza di depositi



alluvionali datati *Olocene*, a granulometria variabile (ghiaie, sabbie e limi) e variamente addensati, spesso in contatto eteropico ed interdigitati tra di loro; tali depositi sono sostenuti dal substrato geologico dell'area costituito da depositi marini limoso-argilloso-sabbiosi, datati *Pleistocene inferiore - Pliocene medio* e riferibili alla *Formazione di Mutignano*.



Da un punto di vista geomorfologico, l'area di studio è parte dell'ampia zona pedemontana che, dai grandi rilievi montuosi delle aree interne, degrada verso le aree pianeggianti e costiere poste nella porzione orientale del territorio abruzzese. In queste zone il paesaggio è modellato prevalentemente dall'azione delle acque superficiali che incidono le aree rilevate e si riversano nelle sottostante zone pianeggianti, con la formazione di importanti aste fluviali. Il paesaggio, soprattutto in corrispondenza delle zone più vicine alla costa, è quello tipico delle grandi pianure alluvionali, caratterizzato dalla presenza di territori più o meno pianeggianti nelle vicinanze dei fiumi e terrazzi alluvionali che bordano le aree di alveo, raccordandosi alle zone più rilevate.

In particolare, l'area di studio è posta nella piana alluvionale in sinistra idrografica del fiume Tordino, a circa 350 m dall'asta fluviale e presenta, pertanto, una morfologia pressoché pianeggiante.



### **3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO**

#### **3.1 MODELLO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE**

L'area di studio è parte della grande piana alluvionale del fiume Tordino, che nasce ad una quota di circa 2.000 m tra i monti Gorzano (2.458 m) e Pelone (2259 m), situati nella catena dei monti della Laga; scorre interamente in provincia di Teramo e confina a destra con il bacino del fiume Vomano e a sinistra con quello del Tronto e del Salinello. Il Tordino è caratterizzato, nella prima parte del percorso, da un regime di tipo torrentizio ed è orientato O-E, per poi cambiare direzione nei pressi dell'abitato di Padula, dove curva verso NE fino a raggiungere il piccolo nucleo di Fiume; fino a Teramo, descrive un ampio arco con apertura a nord ed infine, orientato SO-NE, si dirige verso il mare Adriatico, dove sfocia fra Giulianova e Cologna Spiaggia. Come molti fiumi che sfociano nel medio e basso versante Adriatico, il suo percorso è approssimativamente breve e perpendicolare alla catena montuosa d'origine. Il regime idrologico del fiume è molto variabile e risulta strettamente dipendente dalle precipitazioni, anche perchè esso riceve numerosi contributi dagli affluenti e dai "fossi" maggiori.

Dal punto di vista morfologico, la valle fluviale presenta caratteristiche così diverse che permettono di individuare 3 distinti settori:

- il settore più alto, con valli ripide e pareti boscate che conferiscono al paesaggio un tipico aspetto montano;
- il settore centrale, che giunge fino sotto a Castellalto, dove la valle si allarga e le morfologie diventano collinari;
- il settore terminale (ove è presente l'area di studio), costituito dall'ampia pianura alluvionale circondata da basse colline e dotato di sezione asimmetrica, ovvero con sviluppo della piana sulla sinistra idrografica del corso d'acqua (caratteristica analoga agli altri fiumi abruzzesi e marchigiani).

Il bacino idrografico del fiume Tordino presenta le seguenti caratteristiche morfometriche:

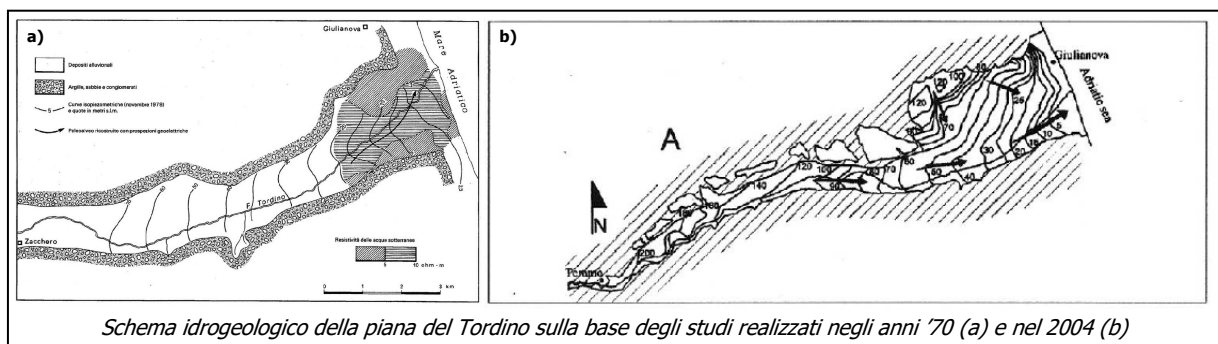
- Area di drenaggio: 450,3 km<sup>2</sup>
- Lunghezza del reticolo: 281,9 km
- Densità di drenaggio: 0,63 km<sup>-1</sup>



- Frequenza di drenaggio:  $0,80 \text{ km}^{-2}$

Da un punto di vista idrogeologico, l'acquifero del Tordino è costituito da depositi alluvionali di fondovalle, caratterizzati da alternanze irregolari di ghiaie, sabbie e limi aventi generalmente stratificazioni lenticolari; ai margini dei depositi alluvionali recenti affiorano quelli antichi terrazzati, costituiti da conglomerati con sabbie e limi; essi sono posti a quota più elevata dei precedenti. Nelle zona interna, l'acquifero alluvionale è delimitato al letto da depositi flyschoidi costituiti essenzialmente da alternanze di argille siltose con sottili intercalazioni arenacee e da peliti con intercalazioni di marne gessose, talora bituminose (*Miocene superiore*); essi hanno un grado di permeabilità relativa molto basso e, talora, pressoché nullo. Nella zona più esterna, il letto dell'acquifero alluvionale è caratterizzato da depositi prevalentemente limoso-argilloso-sabbiosi della *Formazione di Mutignano* (*Pleistocene inferiore - Pliocene medio*); anch'essi hanno un grado di permeabilità relativa basso e, talora, pressoché nullo. A causa della sostanziale eterogeneità che caratterizza la giacitura dei vari litotipi (con lenti più o meno estese e tra loro interdigitate a depositi con differente grado di permeabilità) che costituiscono l'acquifero fluvio-lacustre, la circolazione idrica sotterranea può essere considerata preferenzialmente basale, anche se si esplica secondo "falde sovrapposte" (appartenenti, quasi sempre, ad un'unica circolazione). La capacità ricettiva dell'acquifero fluvio-lacustre è complessivamente buona nei confronti dell'alimentazione diretta (fenomeno molto facilitato dalla morfologia piatta degli affioramenti). In quest'area di piana è stata realizzata, alla fine degli anni '70, una campagna di indagini che ha permesso di ricostruire la carta delle isopiezometriche e della resistività delle acque (schema seguente); in destra orografica, come per il fiume Vomano, esiste un paleoalveo marcato da una zona di drenaggio preferenziale.

Di seguito si riporta lo schema idrogeologico della piana del Tordino sulla base di studi passati e recenti.





Per quanto riguarda i rapporti fiume-falda, la carta delle isopiezometriche indica che il fiume drena le acque sotterranee. Si può notare che, all'epoca dei rilevamenti (fine anni '70) non esistevano problemi di ingressione marina; infatti, se si esclude un tratto costiero molto ristretto posto in destra idrografica del corso d'acqua (dove la resistività scende sotto il valore di 5 ohm/m), nella rimanente parte di acquifero si ha un'ampia fascia alluvionale prossima al fiume che contiene una falda meno mineralizzata rispetto a quella proveniente dalle colline adiacenti. Anche negli ultimi anni non sembrano evidenti fenomeni di ingressione marina.

### 3.2 STUDIO PIEZOMETRICO DI DETTAGLIO

I terreni che contraddistinguono il sottosuolo dell'area oggetto di studio sono caratterizzati da una permeabilità variabile in funzione delle differenti litologie; in particolare, i depositi limo-sabbiosi sono caratterizzati da una permeabilità medio-bassa ( $10^{-5} \text{ cm/s} < k < 10^{-3} \text{ cm/s}$ ), mentre i depositi alluvionali grossolani, contraddistinti da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, presentano una maggiore permeabilità dei terreni ( $10^{-3} \text{ cm/s} < k < 10^0 \text{ cm/s}$ ), risultando spesso la naturale sede di una falda acquifera di subalveo. I sedimenti prevalentemente limoso-argillosi, che rappresentano il substrato plio-pleistocenico, sono caratterizzati da una permeabilità talmente bassa ( $k < 10^{-8} \text{ cm/s}$ ) da poter essere considerati praticamente impermeabili; essi fungono pertanto da *aquiclude*.

Al fine di studiare la falda acquifera di subalveo, è stato misurato il livello piezometrico in corrispondenza dei 5 punti dove sono state realizzate le prove penetrometriche dinamiche; grazie al rilievo topografico plano-altimetrico GPS di tutti i punti, è stato possibile definire con precisione la profondità della falda acquifera, la relativa quota piezometrica in valore assoluto e ricostruirne la direzione prevalente di deflusso.

Nella seguente tabella sono riportati i dati del monitoraggio piezometrico.

Prova penetrometrica	Quota topografica (m s.l.m.)	Profondità falda (m)	Quota piezometrica (m s.l.m.)
DPSH1	52,56	2,80	49,76
DPSH2	52,86	3,00	49,86
DPSH3	52,59	2,60	49,99
DPSH4	52,10	2,70	49,40
DPSH5	52,65	3,40	49,25



Il monitoraggio piezometrico ha evidenziato che la falda acquifera di subalveo è posta ad una profondità, rispetto al p.c., compresa tra 2,60 m e 3,40 m, con quote piezometriche comprese tra 49,25 m s.l.m. e 49,99 m s.l.m.; è importante ricordare che tale livello statico, risentendo delle condizioni meteorologiche, non è costante nel corso dell'anno e può subire variazioni metriche legate alla differente permeabilità dei terreni.

Mediante l'ausilio di specifico software di *contour mapping*, sono stati elaborati i dati piezometrici puntuali ed è stato definito l'andamento della superficie piezometrica nell'area, in termini di quote assolute del livello di falda rispetto al livello del mare. I dati ottenuti hanno permesso di ricostruire la CARTA PIEZOMETRICA di TAV. 9, in cui è possibile visualizzare l'andamento della falda acquifera sotterranea attraverso la rappresentazione delle curve isopiezometriche; in particolare, si nota che la direzione del deflusso idrico avviene preferenzialmente circa da ovest verso est, con pendenza media della superficie piezometrica di circa 0,5%.



## 4 INDAGINI GEOTECNICHE

### 4.1 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infissione a percussione di una punta conica all'interno del terreno.

Lo strumento utilizzato è un penetrometro tipo PAGANI, modello TG 63-200 EML.C assegnato, secondo la classificazione ISSMFE (1988), alla categoria superpesante (*DPSH*). La prova consiste nel misurare il numero di colpi necessari ad infiggere, per profondità progressive di 20 cm, una punta conica con sezione pari a 20,43 cm<sup>2</sup> mediante la caduta a gravità, da un'altezza di 75 cm, di un maglio di 63,5 kg su una batteria di aste collegate con la punta stessa.



*Esecuzione della prova penetrometrica dinamica*

Come è noto, la penetrazione dinamica di punte coniche battute nel terreno consente un riconoscimento di massima delle caratteristiche di resistenza dei terreni attraversati. Inoltre, dall'analisi del *trend* del numero di colpi e dalla visione del materiale recuperato sulle aste estratte, è possibile ottenere informazioni sulle caratteristiche litologiche dei termini attraversati e sull'eventuale presenza di acqua.

Parametro caratteristico dello stato d'addensamento di un terreno incoerente e della consistenza di un terreno coesivo è  $R_d$  (*resistenza di rottura dinamica alla punta*). Tale parametro è ricavabile dalla *formula degli OLANDESI*:

$$R_d = \frac{M^2 \cdot h}{A \cdot e \cdot (M + I + P)}$$

dove:

$M$  = peso del maglio (63,5 kg);

$h$  = altezza di caduta del maglio (75 cm);

$A$  = sezione della punta conica (20 cm<sup>2</sup>);

$e$  = 10/N dove N corrisponde al numero di colpi per ogni approfondimento di 20 cm;

$P$  = peso della batteria delle aste (6,3 kg/m).



Un'ampia casistica di prove condotte con il *PENNI 30* ha mostrato delle precise correlazioni con le prove penetrometriche dinamiche standard (*SPT*).

In linea di massima il numero di colpi  $N_{DPSH}$  per infissioni di 20 cm è legato al numero di colpi  $N_{SPT}$  per infissioni di 30 cm dalla seguente relazione:

$$N_{SPT} \cong 1,5 \cdot N_{DPSH}$$

Questo risultato sperimentale offre la possibilità di utilizzare la vasta bibliografia delle prove *SPT* per lo studio delle caratteristiche geotecniche dei terreni granulari e coesivi.

## 4.2 FORMULE PER I PARAMETRI GEOTECNICI

### 4.2.1 Terreni incoerenti

*Stato di addensamento (Classificazione A.G.I., 1977)*

$N_{SPT}$	Stato di addensamento
0 – 4	Sciolto
4 – 10	Poco addensato
10 – 30	Moderatamente addensato
30 – 50	Addensato
> 50	Molto addensato

*Peso di volume (TERZAGHI-PECK, 1967)*

$$\gamma \text{ (t/m}^3\text{)} = 1,141 \cdot N_{SPT}^{0,1177} \quad \text{Terreno secco}$$

*Densità relativa (GIBBS-HOLTZ, 1957)*

$N_{SPT}$	$D_r$
0 – 4	0 – 15%
4 – 10	15 – 35%
10 – 30	35 – 65%
30 – 50	65 – 85%
> 50	85 – 100%

*Angolo di attrito (SHIOI E FUKUNI, 1981)*

$$\varphi \text{ (}^\circ\text{)} = 15 + \sqrt{15 \cdot N_{SPT}}$$

*Modulo di elasticità*

$$\begin{aligned} E'(\text{kg/cm}^2) &= 2,5 \cdot (N_{SPT} + 15) && \text{Sabbie sature} \\ E'(\text{kg/cm}^2) &= 5 \cdot (N_{SPT} + 15) && \text{Sabbie poco addensate} \\ E'(\text{kg/cm}^2) &= 180 + 7,5 \cdot N_{SPT} && \text{Sabbie molto addensate} \\ E'(\text{kg/cm}^2) &= 12 \cdot (N_{SPT} + 6) && \text{Sabbie ghiaiose} \\ E'(\text{kg/cm}^2) &= 3 \cdot (N_{SPT} + 6) && \text{Sabbie limose} \\ E'(\text{kg/cm}^2) &= 3,2 \cdot (N_{SPT} + 15) && \text{Sabbie argillose} \end{aligned}$$

**4.2.2 Terreni coesivi***Stato di consistenza (Classificazione A.G.I., 1977)*

<b><math>N_{SPT}</math></b>	<b>Stato di consistenza</b>
< 2	Privo di consistenza
2 – 4	Poco consistente (molle)
4 – 8	Moderatamente consistente
8 – 15	Consistente
15 – 30	Molto consistente
> 30	Estremamente consistente (duro)

*Peso di volume (BOWLES, 1967)*

$$\gamma \text{ (t/m}^3\text{)} = 1,6314 \cdot N_{SPT}^{0,0714}$$

*Coesione non drenata*

$$\begin{aligned} C_u(\text{t/m}^2) &= 0,625 \cdot N_{SPT} && N_{SPT} < 8 \\ C_u(\text{t/m}^2) &= 0,665 \cdot N_{SPT} && N_{SPT} \geq 8 \end{aligned}$$

*Modulo di elasticità non drenato*

$$E_u(\text{t/m}^2) = 150 \cdot C_u$$

*Modulo di compressibilità edometrica*

$$M(\text{t/m}^2) = 0,625 \cdot E_u$$

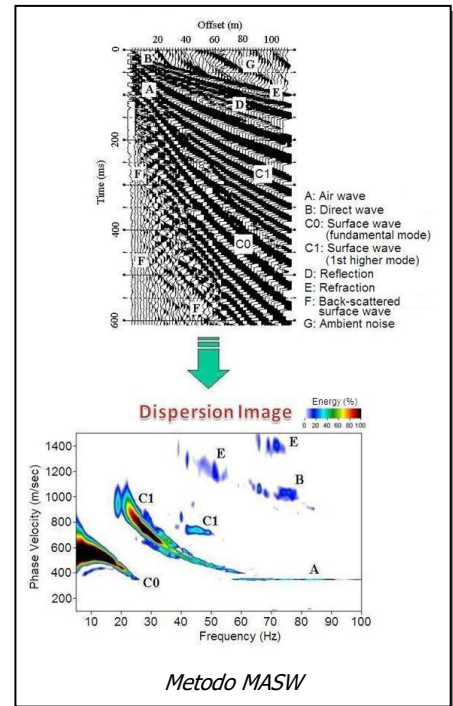


## 5 INDAGINI SISMICHE

### 5.1 MASW

#### 5.1.1 Cenni teorici

Il metodo *MASW* (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) studia la propagazione delle onde superficiali dalla sorgente (*shot point*) ai ricevitori (*geofoni*) e permette di definire il profilo di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ). Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di *Rayleigh*, le quali risultano essere soggette al fenomeno della *dispersione*: in un mezzo stratificato, onde con diversa lunghezza d'onda si propagano con diverse velocità di fase. Tale fenomeno è dovuto al fatto che onde ad alta frequenza si propagano negli strati superficiali lenti (quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo) mentre onde a bassa frequenza si propagano negli strati profondi veloci (quindi danno informazioni sugli strati più profondi).



I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio regolare e con stratificazione parallela, per cui una limitazione alla sua applicabilità è rappresentata da strati significativamente pendenti (più di 20-30°) e topografia irregolare.

La determinazione della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) e S (26%).

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità.



### 5.1.2 Acquisizione ed interpretazione dati

Le onde sismiche sono state generate come per la sismica a rifrazione, mentre come sensori sono stati utilizzati geofoni verticali da 4,5 Hz, posizionati a terra e collegati come descritto per la sismica a rifrazione. Le energizzazioni sono state effettuate ad inizio e/o fine linea, ad una distanza dal 1° geofono (*offset*) pari a 1-5 volte la distanza intergeofonica. I sismogrammi acquisiti sono stati, in primo luogo, sottoposti ad una fase di *processing* digitale (*stacking*, *dc remove*, *cuttings*, *trace killing*), al fine di ridurre i rumori di fondo e strumentali dai sismogrammi, aumentando il rapporto segnale/rumore ed esaltando le onde di superficie.

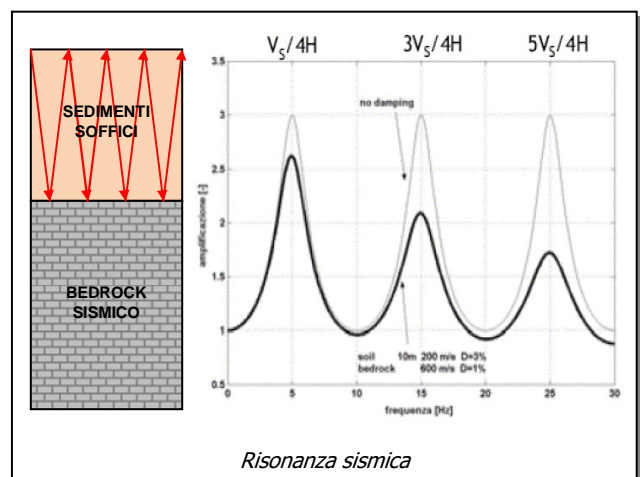
Successivamente si è passati alla fase d'interpretazione consistente, inizialmente, nell'analisi spettrale dei sismogrammi ed estrazione della curva di dispersione mediante *picking* nel dominio *FK* e *FV*; infine, attraverso un metodo d'inversione iterativa, si arriva alla definizione di un profilo di  $V_S$  ottimale, per il quale si ha la migliore corrispondenza tra curva di dispersione calcolata e misurata.



## 5.2 MICROTREMORI

### 5.2.1 Cenni teorici

Il rumore sismico ambientale (*noise*), presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento), dall'attività antropica e dall'attività dinamica terrestre; tale rumore è definito *microtremore* in quanto riguarda oscillazioni molto piccole ( $10^{-15}$  [m/s<sup>2</sup>]<sup>2</sup> in





termini di accelerazione) e molto inferiori a quelle indotte dai terremoti.

Lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno pianeggiante presenta l'andamento illustrato in figura, dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche; tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ma anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali, che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

In generale, nel tragitto dalla sorgente ad un sito in superficie, le onde elastiche subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti ed attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato; nei microtremori, quindi, è presente una parte debolmente correlata nel segnale che contiene informazioni relative ai mezzi attraversati. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene un'informazione nascosta all'interno del rumore casuale e che può essere estratta attraverso opportune metodologie.

### **5.2.2 Acquisizione ed interpretazione dati**

L'acquisizione dei microtremori è stata effettuata con tromografo digitale Micromed TROMINO®.

Le indagini sono state effettuate posizionando il tromografo sul terreno (asportando i primi centimetri di suolo al fine di ottenere un buon accoppiamento) e/o sulla struttura ed effettuando una registrazione di durata pari a 10-20 minuti.



*Esecuzione della misura di microtremori*

L'archiviazione ed elaborazione dati è stata effettuata attraverso il software *Grilla*, il quale permette di suddividere ognuna delle 3 componenti del segnale registrato in finestre temporali (es. 20 s), per ognuna delle quali vengono calcolati gli spettri in frequenza, vengono lisciati con una funzione di *smoothing* (es. *Triangular windows* 10%) e vengono mediati al fine di limitare i disturbi indotti da rumori transitori.



L'analisi che si è maggiormente consolidata nello studio dei microtremori è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale o *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)*, applicata da NOGOSHI e IGARASHI (1970) e resa popolare principalmente da NAKAMURA (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Il metodo di NAKAMURA si basa sulle seguenti ipotesi:

- le sorgenti dei microtremori sono locali, trascurando qualsiasi contributo dovuto a sorgenti profonde;
- le sorgenti dei microtremori in superficie non influenzano i microtremori alla base;
- la componente verticale del moto non risente di effetti di amplificazione locale.

In un sistema bistrato, in cui una coltre sedimentaria con velocità delle onde di taglio  $V_S$  sovrasta un *bedrock*, la somma tra onde incidenti e riflesse genera ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente è 4 volte (o suoi multipli dispari  $n$ ) lo spessore  $H$  del primo strato. La curva *HVSR* mostrerà un picco per la frequenza fondamentale di risonanza  $f$  pari a:

$$f = n \cdot \frac{V_S}{4H}$$

In un sistema multistrato, con alternanza tra strati di spessore  $h_i$  e con velocità  $V_{Si}$ , la frequenza fondamentale di risonanza  $f$  è pari a:

$$f = \frac{1}{4 \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{Si}}}$$

Attraverso un metodo d'inversione, si determina un profilo di  $V_S$  ottimale, per il quale si ha la migliore corrispondenza tra curva *HVSR* calcolata e misurata.

### 5.3 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

- A) *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di  $V_{S,30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B) *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale



miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

- C) *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
- D) *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S,30}$  inferiori a 180 m/s.
- E) *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m*, posti sul substrato di riferimento (con  $V_S > 800$  m/s).

Si definiscono altre 2 categorie aggiuntive:

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

La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,30}$  è definita dall'espressione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità (in m/s) delle onde di taglio S dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori.

## 5.4 CATEGORIE TOPOGRAFICHE

T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ .

T2 - Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$ .



**GEOSOIL**

**Geologia - Geotecnica - Geofisica**

Piazza Caduti del Mare, 33/35 - 65126 Pescara

TELEFONO/FAX: 085.2120643

MOBILE: 349.4017738 - Dott. Geol. Christian Palestini

MOBILE: 347.1105362 - Dott. Geol. Alessio Ricciardi

WEB: [www.geosoil.it](http://www.geosoil.it)

E-MAIL: [info@geosoil.it](mailto:info@geosoil.it) - PEC: [info@pec.geosoil.it](mailto:info@pec.geosoil.it)

---

T3 - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $15^\circ < i < 30^\circ$ .

T4 - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $i > 30^\circ$ .



## **6 MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO**

Dall'insieme dei dati emersi dal rilevamento geologico-geomorfologico, da quelli bibliografici e dall'esecuzione delle indagini in sito, si è potuto ricostruire l'assetto litostratigrafico e geotecnico del sito indagato.

Nell'area di studio affiorano i depositi alluvionali del fiume Tordino datati *Olocene*, in particolare, al di sotto di terreni superficiali sabbioso-limosi poco addensati di spessore medio pari a circa 0,8 m (con spessori massimi dell'ordine di circa 1,5 m), sono presenti, fino ad una profondità media di circa 2,9 m, ghiaie sabbiose addensate costituite da clasti di dimensioni da decimetriche a centimetriche (localmente pluridecimetriche), poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi; al di sotto, sono presenti alternanze tra strati prevalentemente ghiaioso-sabbiosi da moderatamente addensati ad addensati e strati prevalentemente sabbioso-limosi da sciolti a poco addensati. Data la loro natura alluvionale, i terreni non presentano una continuità orizzontale e verticale ben delineata ma sono spesso organizzati in livelli, lenti e strati in contatto eteropico tra di loro. Infine, ad una profondità media di circa 8,3 m, è presente il substrato geologico costituito da limi argillosi da consistenti a molto consistenti.

Nel sito è presente una falda a profondità comprese tra 2,60 m e 3,40 m e con deflusso idrico prevalentemente da ovest verso est, per il cui studio di dettaglio si rimanda al Par. 3.2; è importante ricordare che tale livello statico, risentendo delle condizioni meteorologiche, non è costante nel corso dell'anno e può subire variazioni metriche legate alla differente permeabilità dei terreni.

È possibile schematizzare il terreno nel seguente profilo litotecnico cui il progettista può fare riferimento per le sue valutazioni di carattere tecnico. I valori di profondità riportati in tabella rappresentano una media dei valori emersi dalle singole prove; per una corretta visualizzazione dei rapporti stratigrafici si rimanda alle SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE di TAV. 8.



Stratigrafia		Descrizione litologica	Parametri geotecnici
0,8 m		Terreni superficiali sabbioso-limosi <i>Poco addensati</i>	$\gamma' = 1,60 - 1,80 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 23 - 25^\circ$ $c' = 0 - 0,1 \text{ t/m}^2$ $C_U = 2 - 4 \text{ t/m}^2$
2,9 m		Ghiaie sabbiose <i>Addensate</i>	$\gamma' = 2,00 - 2,20 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 33 - 36^\circ$ $c' = 0 \text{ t/m}^2$ $D_r = 50 - 70\%$ $M = 1.000 - 1.200 \text{ t/m}^2$
4,6 m		Alternanze di ghiaie, sabbie e limi <i>Poco addensate - moderatamente addensate</i>	$\gamma' = 1,75 - 1,95 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 24 - 29^\circ$ $c' = 0 - 0,2 \text{ t/m}^2$ $C_U = 2 - 3 \text{ t/m}^2$ $M = 300 - 600 \text{ t/m}^2$
5,3 m		Sabbie limose <i>Sciolte</i>	$\gamma' = 1,50 - 1,60 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 20 - 22^\circ$ $c' = 0 \text{ t/m}^2$ $D_r = 20 - 30\%$ $M = 100 - 300 \text{ t/m}^2$
8,3 m		Alternanze di ghiaie, sabbie e limi <i>Moderatamente addensate - addensate</i>	$\gamma' = 1,80 - 2,00 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 26 - 30^\circ$ $c' = 0 - 0,3 \text{ t/m}^2$ $C_U = 2 - 3 \text{ t/m}^2$ $M = 500 - 800 \text{ t/m}^2$
		Limi argillosi <i>Consistenti - molto consistenti</i>	$\gamma' = 1,95 - 2,05 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 25 - 27^\circ$ $c' = 1,0 - 2,0 \text{ t/m}^2$ $C_U = 15 - 20 \text{ t/m}^2$ $M = 1.000 - 2.000 \text{ t/m}^2$

$\gamma'$  = peso di volume;  $\phi$  = angolo di attrito;  $c'$  = coesione;  $C_U$  = coesione non drenata;  $D_r$  = densità relativa;  $M$  = modulo edometrico

Si precisa che la suddetta schematizzazione è stata effettuata sulla base di considerazioni stratigrafiche legate alla natura alluvionale dei depositi che, come già detto, presentano evidenti variazioni laterali e verticali delle caratteristiche geotecniche, operando un'estrapolazione stratigrafica nelle aree intermedie tra le indagini e dove non sono state perforate tutte le unità. In particolare, si nota una forte variazione dei parametri geotecnici del 3° e 5° strato (*Alternanze di ghiaie, sabbie e limi*) legata alla stratificazione dei depositi alluvionali in livelli e lenti interdigitate tra loro e dotate di caratteristiche geotecniche fortemente variabili.

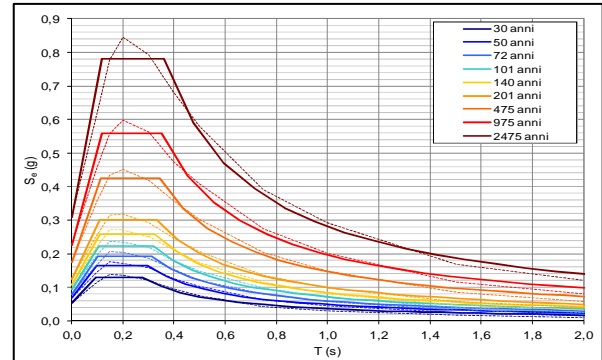
È importante segnalare la presenza del 4° strato di *Sabbie sciolte*, dotate di scarse caratteristiche geotecniche e presenti a profondità variabili.



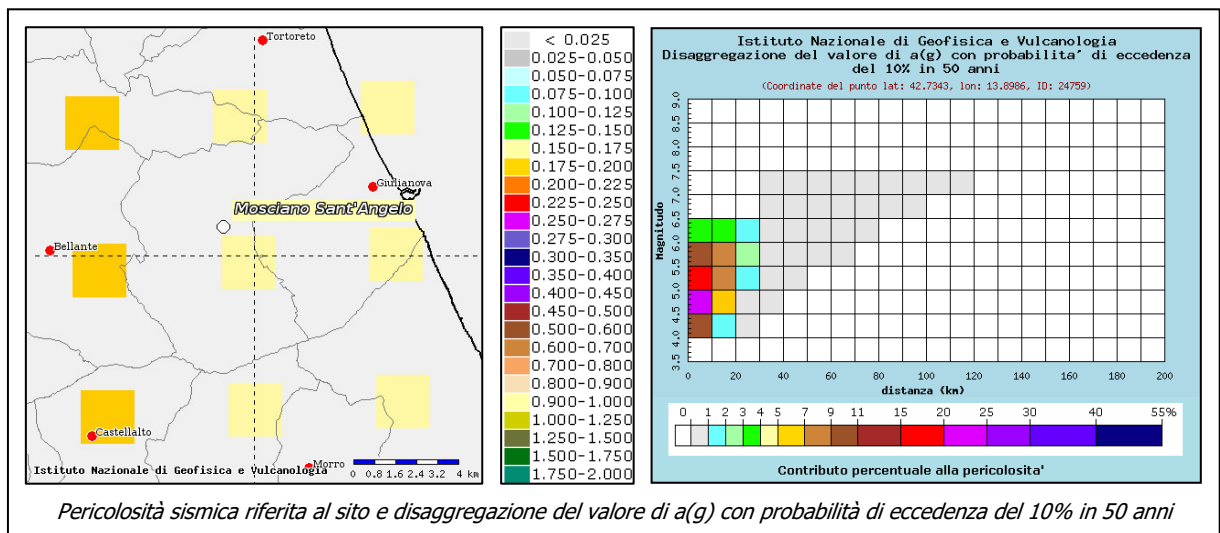
## 7 MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Il sito presenta, in accordo con la procedura prevista nell'allegato A del *D.M. 14/01/2008*, i seguenti parametri sismici con i relativi spettri di risposta elastici, che ne definiscono la *pericolosità sismica di base*.

$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_c^*$
[anni]	[g]	[-]	[s]
30	0,053	2,441	0,276
50	0,068	2,425	0,295
72	0,079	2,427	0,310
101	0,093	2,415	0,319
140	0,107	2,414	0,325
201	0,125	2,409	0,333
475	0,175	2,430	0,345
975	0,226	2,466	0,351
2475	0,308	2,533	0,359



La disaggregazione della pericolosità sismica (MCGUIRE, 1995; BAZZURRO AND CORNELL, 1999) consente altresì di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. I risultati della disaggregazione della pericolosità sismica sono disponibili sul sito web dell'INGV per tutto il territorio nazionale, con riferimento ai punti del reticolo in cui esso è suddiviso. Per il sito in esame, il sito web dell'INGV fornisce un valore medio di magnitudo **M = 5.24** e distanza epicentrale **d = 10.6 km**.



Pericolosità sismica riferita al sito e disaggregazione del valore di  $a(g)$  con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni



La MASW evidenzia il seguente profilo delle onde di taglio  $V_s$ :

Profondità sismostrato (m)	$V_s$ (m/s)
1,2	258
2,6	179
4,4	388
6,6	231
9,3	291
12,6	392
16,6	400
21,4	413
30,0	430

La velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio (da 1 m di profondità) è  $V_{s,30} = 355$  m/s; alla luce di tali valori, delle caratteristiche stratigrafiche e topografiche dei terreni, il sito indagato ha *Categoria di sottosuolo C* e *Categoria topografica T1*.

I microtremori evidenziano le seguenti frequenze di amplificazione sismica al suolo:

MT1	MT2	MT3
Frequenza (Hz)	Frequenza (Hz)	Frequenza (Hz)
23,3	12,7	63,9
	23,7	
	41,7	

I picchi sono probabilmente legati ad amplificazioni stratigrafiche superficiali.



## 8 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un processo di accumulo della pressione del fluido interstiziale che causa, in un terreno non coesivo saturo, la diminuzione della resistenza e/o rigidità a taglio a seguito dello scuotimento sismico, con possibile raggiungimento della condizione di fluidità. La perdita totale della resistenza viene raggiunta quando la pressione dell'acqua, che riempie gli interstizi, eguaglia la pressione di confinamento, rendendo nulle le tensioni efficaci trasmesse attraverso le particelle solide.

Ai sensi del § 7.11.3.4.2 del *D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"*, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) Eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5.
- 2) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g.
- 3) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.
- 4) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.
- 5) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle Figura 7.11.1(a) ed in Figura 7.11.1(b) del capitolo 7 delle *Norme tecniche per le costruzioni*.

La verifica a liquefazione di un terreno viene effettuata attraverso metodi semplificati che si basano sulla stima di un fattore di resistenza alla liquefazione ( $F_s$ ):

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

dove *CRR* (*Cyclic Resistance Ratio*) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e *CSR* (*Cyclic Stress Ratio*) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

Il valore di *CSR* può essere stimato mediante il metodo di *SEED E IDRIS (1971)*:



$$CSR = 0,65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} r_d \frac{1}{MSF}$$

dove  $a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale al suolo,  $g$  è l'accelerazione di gravità,  $\sigma_v$  è la tensione verticale litostatica,  $\sigma'_v$  è la tensione verticale litostatica efficace,  $r_d$  è un coefficiente correttivo delle tensioni (funzione della profondità),  $MSF$  è un coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma.

Il valore di  $CRR$  può essere stimato da prove penetrometriche dinamiche mediante il metodo di *SEED E IDRISS (1982)*:

$$CRR = \frac{Na}{90} \quad Na = N_f + N_{SPT} \left( \frac{1,7}{0,7 + \sigma'_v} \right)$$

dove  $N_f = 0$  se  $d_{50} > 0,25$  mm o  $N_f = 7,5$  se  $d_{50} \leq 0,25$  mm,  $d_{50}$  è il diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50% (mm),  $N_{SPT}$  è il numero di colpi della prova penetrometrica standard e  $\sigma'_v$  è la tensione verticale litostatica efficace ( $\text{kg/cm}^2$ ). Un deposito non è suscettibile a liquefazione se  $F_s > 1,3$ .

È inoltre importante, al di là dei risultati della verifica, valutare le conseguenze della eventuale liquefazione degli strati sabbiosi, tenendo sempre presente che:

- lo strato liquefacibile deve avere spessore maggiore di 3 m oppure due contorni impermeabili;
- la liquefazione può avere effetti sulle fondazioni superficiali solo se lo strato superficiale non soggetto a liquefazione è più sottile di 3 m.

Nella seguente tabella si riportano i risultati delle verifiche a liquefazione, utilizzando, a vantaggio della sicurezza, i parametri minimi dei terreni.

Granulometria prevalente	Profondità media strato (m)	Profondità falda (m)	$a_g$ (g)	Magnitudo	$F_s$	Liquefazione
Sabbia	4,7	2,9	0,185	5,31	0,34	SI
Limo	4,7	2,9	0,185	5,31	1,59	NO

I terreni prevalentemente sabbiosi sono suscettibili di liquefazione mentre i terreni prevalentemente limosi non sono suscettibili di liquefazione nelle attuali condizioni idrogeologiche.



## 9 CONCLUSIONI

La presente relazione illustra i risultati di uno studio geologico realizzato nel Comune di *MOSCIANO SANT'ANGELO (PE)*, commissionato da *CTIP BLU S.R.L.* e finalizzato al progetto di realizzazione di *IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA CON PRODUZIONE DI BIOMETANO, CON ANNESSO SISTEMA DI TRATTAMENTO DEL DIGESTATO LIQUIDO PER LO SCARICO IN ACQUE SUPERFICIALI E IMPIANTO DI COMPOSTAGGIO PER IL TRATTAMENTO DELLA FRAZIONE SOLIDA SEPARATA.*

Il lavoro è stato preceduto da un'accurata fase preliminare di raccolta bibliografica, consistente nell'analisi del materiale esistente a disposizione (cartografie geologiche, carte tematiche, indagini geognostiche e lavori professionali realizzati nelle vicinanze del sito, etc.). Successivamente è stato programmato un piano indagini che è consistito nella realizzazione di n° 5 prove penetrometriche DPSH, n° 1 indagine sismica MASW e n° 5 indagini sismiche Microtremori; tutti i risultati ottenuti, integrati con il rilievo topografico plano-altimetrico GPS dell'area, hanno permesso di definire il modello geologico, geotecnico, idrologico, idrogeologico e sismico del sito.

Nell'area di studio affiorano i depositi alluvionali del fiume Tordino datati *Olocene*; in particolare, al di sotto di terreni superficiali sabbioso-limosi poco addensati di spessore medio pari a circa 0,8 m (con spessori massimi dell'ordine di circa 1,5 m), sono presenti, fino ad una profondità media di circa 2,9 m, ghiaie sabbiose addensate costituite da clasti di dimensioni da decimetriche a centimetriche (localmente pluridecimetriche), poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi; al di sotto, sono presenti alternanze tra strati prevalentemente ghiaioso-sabbiosi da moderatamente addensati ad addensati e strati prevalentemente sabbioso-limosi da sciolti a poco addensati. Data la loro natura alluvionale, i terreni non presentano una continuità orizzontale e verticale ben delineata ma sono spesso organizzati in livelli, lenti e strati in contatto eteropico tra di loro. Infine, ad una profondità media di circa 8,3 m, è presente il substrato geologico costituito da limi argillosi da consistenti a molto consistenti.

Nel sito è presente una falda a profondità comprese tra 2,60 m e 3,40 m e con deflusso idrico prevalentemente da ovest verso est, per il cui studio di dettaglio si rimanda al Par. 3.2; è importante ricordare che tale livello statico, risentendo delle condizioni meteorologiche, non è costante nel corso dell'anno e può subire variazioni metriche legate alla differente permeabilità dei terreni.



**GEOSOIL**

**Geologia - Geotecnica - Geofisica**

Piazza Caduti del Mare, 33/35 - 65126 Pescara

TELEFONO/FAX: 085.2120643

MOBILE: 349.4017738 - Dott. Geol. Christian Palestini

MOBILE: 347.1105362 - Dott. Geol. Alessio Ricciardi

WEB: [www.geosoil.it](http://www.geosoil.it)

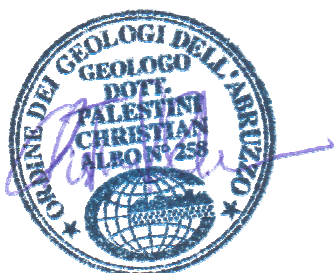
E-MAIL: [info@geosoil.it](mailto:info@geosoil.it) - PEC: [info@pec.geosoil.it](mailto:info@pec.geosoil.it)

Alla luce dei dati emersi dallo studio, si possono trarre le seguenti conclusioni:

- ✓ L'area di studio non è interessata da dissesti ai sensi del *P.A.I.*, quindi non è soggetta ai vincoli di edificabilità previsti dal piano.
- ✓ L'area di studio ricade parzialmente in un'area a *Pericolosità Moderata* ai sensi del *P.S.D.A.*
- ✓ Al di sotto dei terreni superficiali (di spessore circa metrico), sono presenti terreni dotati di caratteristiche geotecniche estremamente variabili; in particolare, si rinviene, in maniera abbastanza costante in tutta l'area, un primo strato ghiaioso-sabbioso addensato al di sotto del quale si rinvencono terreni con proprietà geotecniche fortemente variabili, con la presenza anche di strati con caratteristiche scadenti.
- ✓ Sulla base della  $V_{s,30}$  e della topografia dell'area, il sito è classificabile sismicamente con *Categoria di sottosuolo C* e *Categoria topografica T1*.
- ✓ I terreni prevalentemente sabbiosi sono suscettibili di liquefazione mentre i terreni prevalentemente limosi non sono suscettibili di liquefazione, alla profondità media di circa 4,7 m e nelle attuali condizioni idrogeologiche (falda a circa 2,9 m di profondità).
- ✓ Il sito presenta amplificazione sismica al suolo nell'intervallo di frequenze 12,7-63,9 Hz, probabilmente per effetto di amplificazioni stratigrafiche superficiali.
- ✓ Si raccomanda di adottare soluzioni progettuali compatibili con le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche illustrate.

Pescara, Maggio 2017.

*Dott. Geol. Christian Palestini*



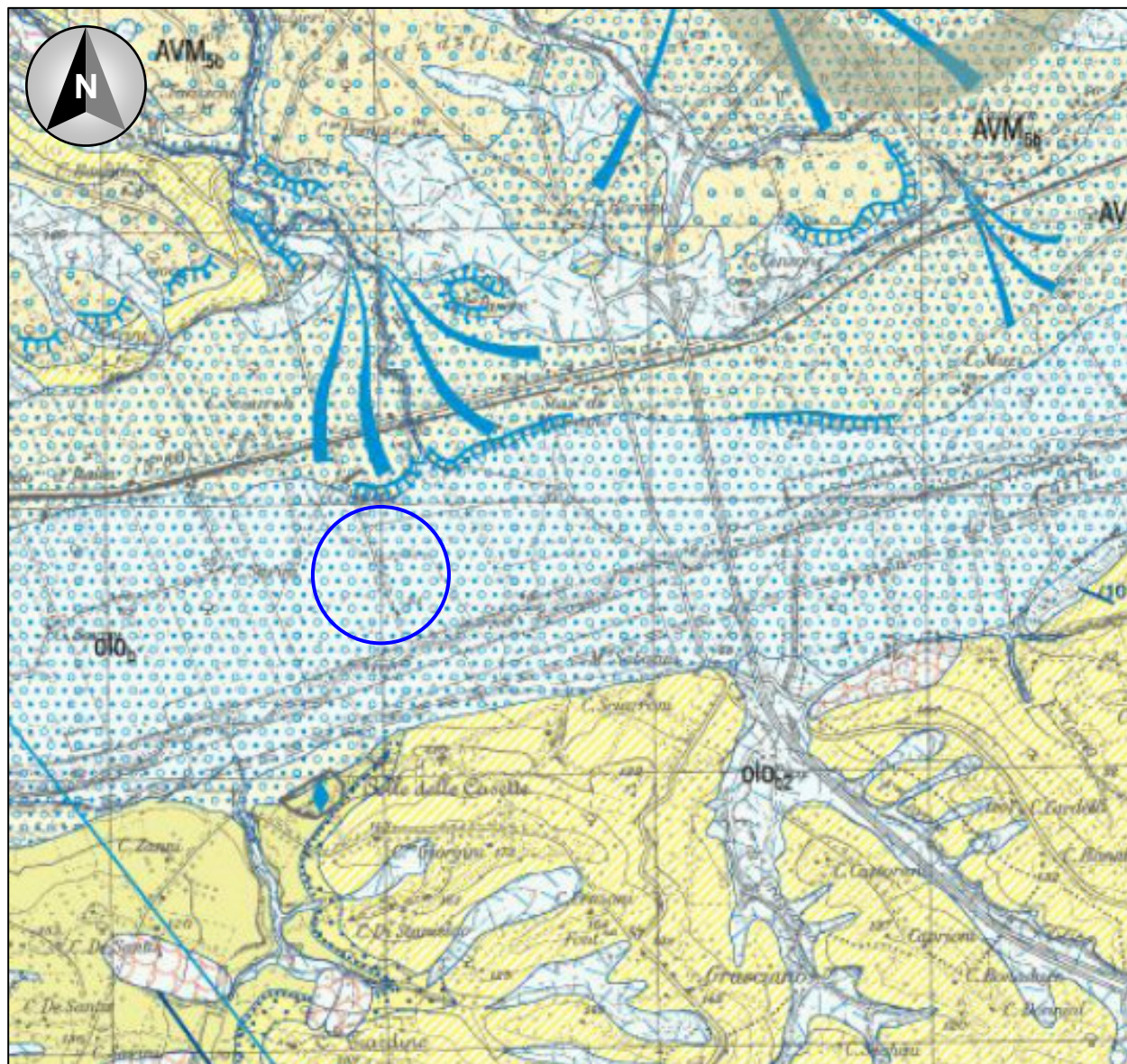
*Dott. Geol. Alessio Ricciardi*



# TAVOLE



## Area di studio



## LEGENDA



Ghiaie, sabbie e limi fluviali, con livelli e lenti di argilla, dell'alveo, della piana e dei conoidi alluvionali recenti ed attuali.

*Olocene*



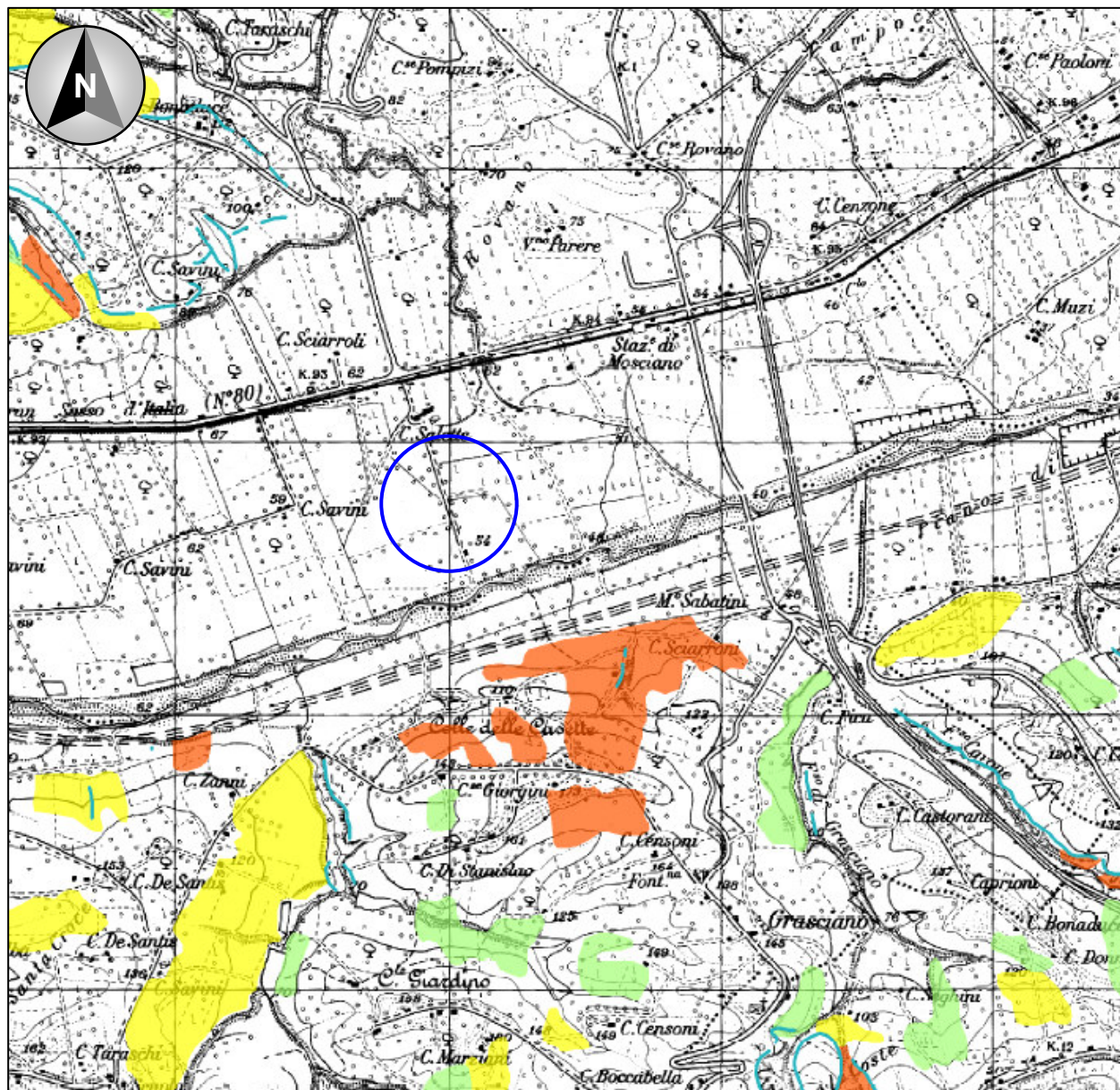
## Area di studio



# CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA - P.A.I.

Scala 1:25.000

TAV. 3



## LEGENDA



### P1 PERICOLOSITÀ MODERATA

Aree interessate da Dissesti con bassa possibilità di riattivazione



### P2 PERICOLOSITÀ ELEVATA

Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione



### P3 PERICOLOSITÀ MOLTO ELEVATA

Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente



### PS PERICOLOSITÀ DA SCARPATA

Aree interessate da Dissesti generati da Scarpare



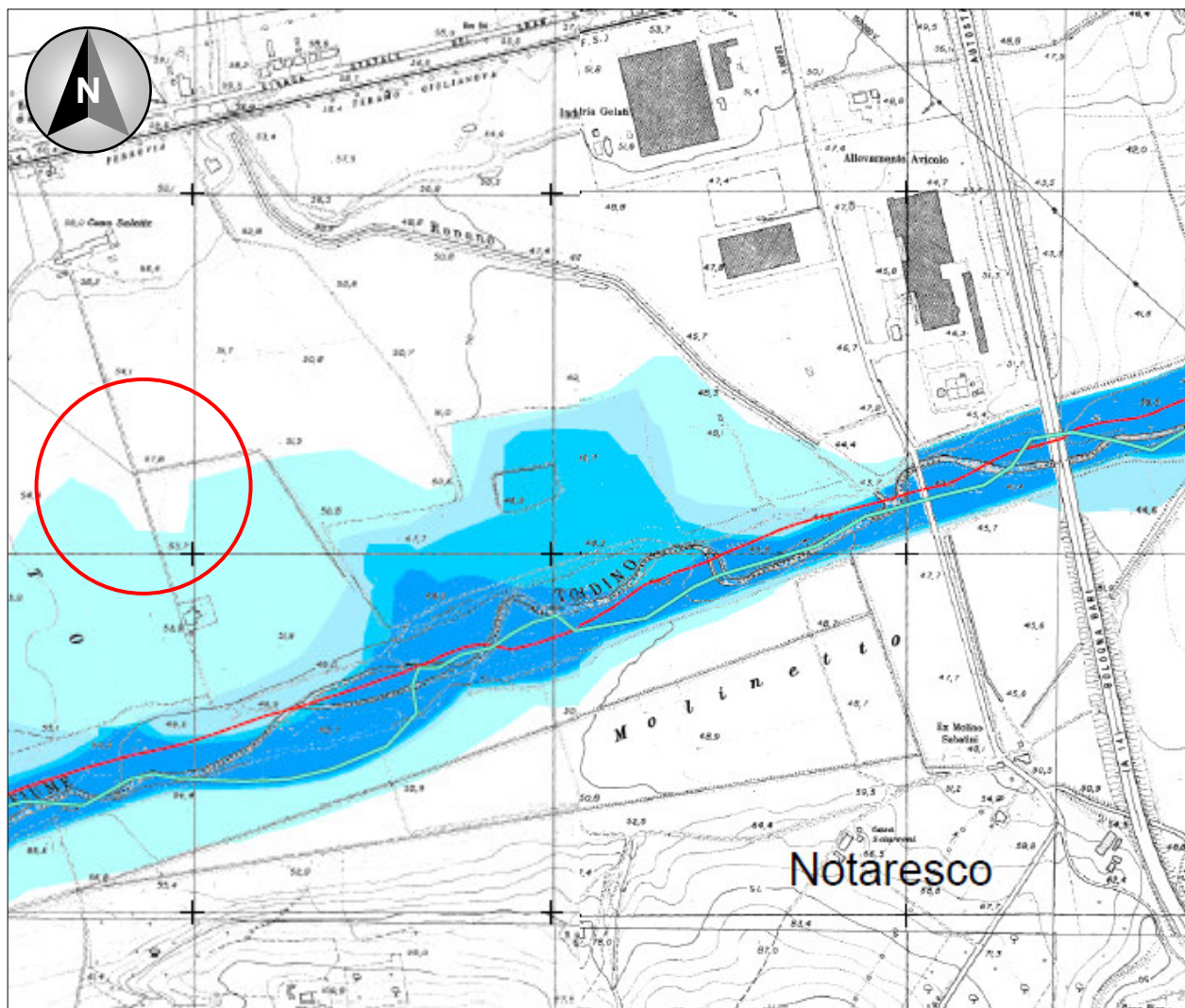
Area di studio





# CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA - P.S.D.A.

Scala 1:10.000

TAV. 4



## LEGENDA

-  PERICOLOSITÀ MOLTO ELEVATA  
 $h_{50} > 1 \text{ m}$  -  $v_{50} > 1 \text{ m/s}$
-  PERICOLOSITÀ ELEVATA  
 $1 \text{ m} > h_{50} > 0,5 \text{ m}$  -  $h_{100} > 1 \text{ m}$  -  $v_{100} > 1 \text{ m/s}$
-  PERICOLOSITÀ MEDIA  
 $h_{100} > 0 \text{ m}$
-  PERICOLOSITÀ MODERATA  
 $h_{200} > 0 \text{ m}$
-  Reticolo idrografico
-  Area di studio



# TRASPOSIZIONE PERICOLOSITÀ IDRAULICA - P.S.D.A.

Scala 1:2.000

TAV. 5



## LEGENDA



PERICOLOSITÀ MODERATA  
 $h_{200} > 0 \text{ m}$



Lotto di intervento



## UBICAZIONE INDAGINI

Scala 1:2.000

TAV. 6



### LEGENDA



DPSH

Prova penetrometrica  
dinamica



MASW

MASW



MT

Microtremori



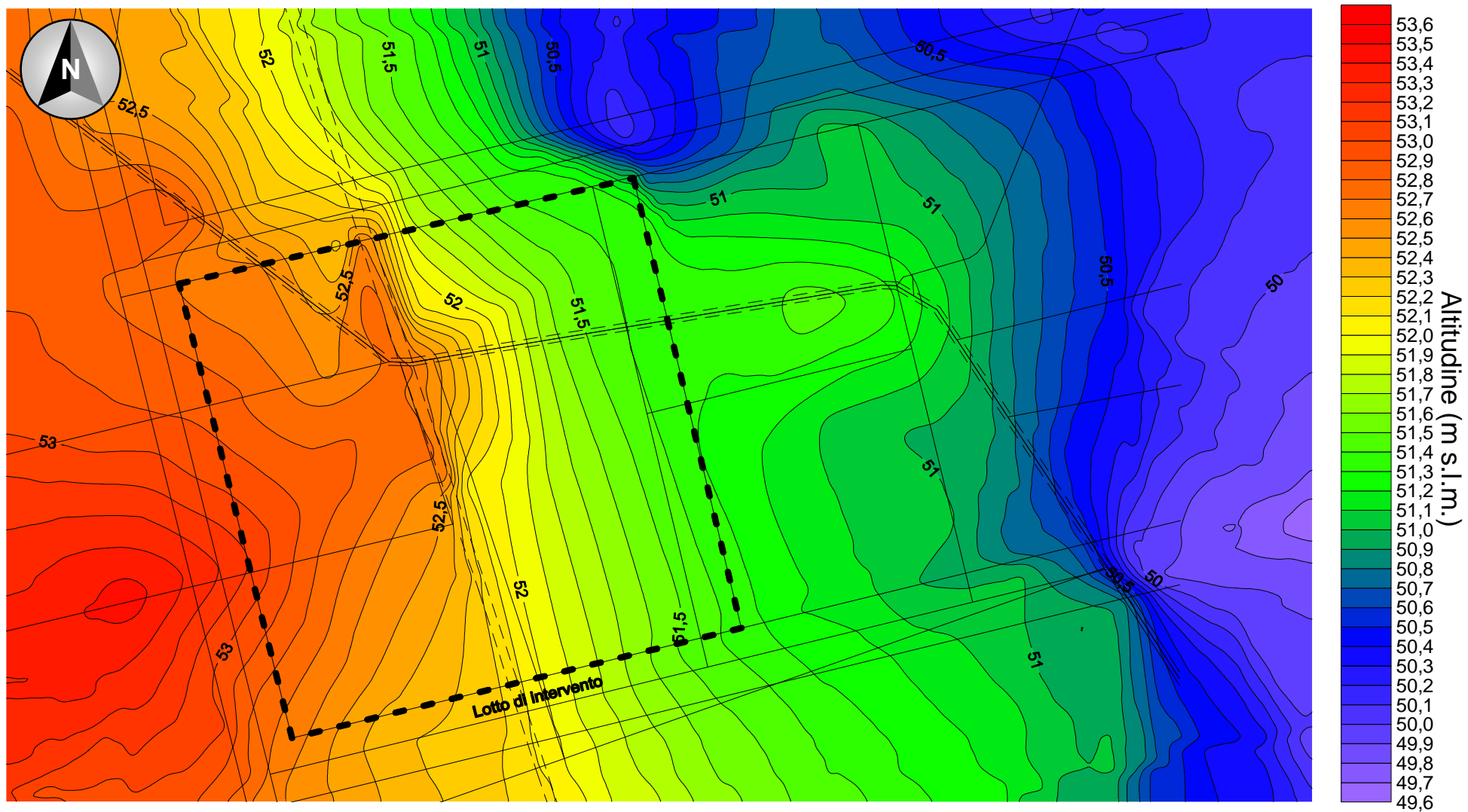
Lotto di intervento



# DIGITAL TERRAIN MODEL

Scala 1:2.000

TAV. 7

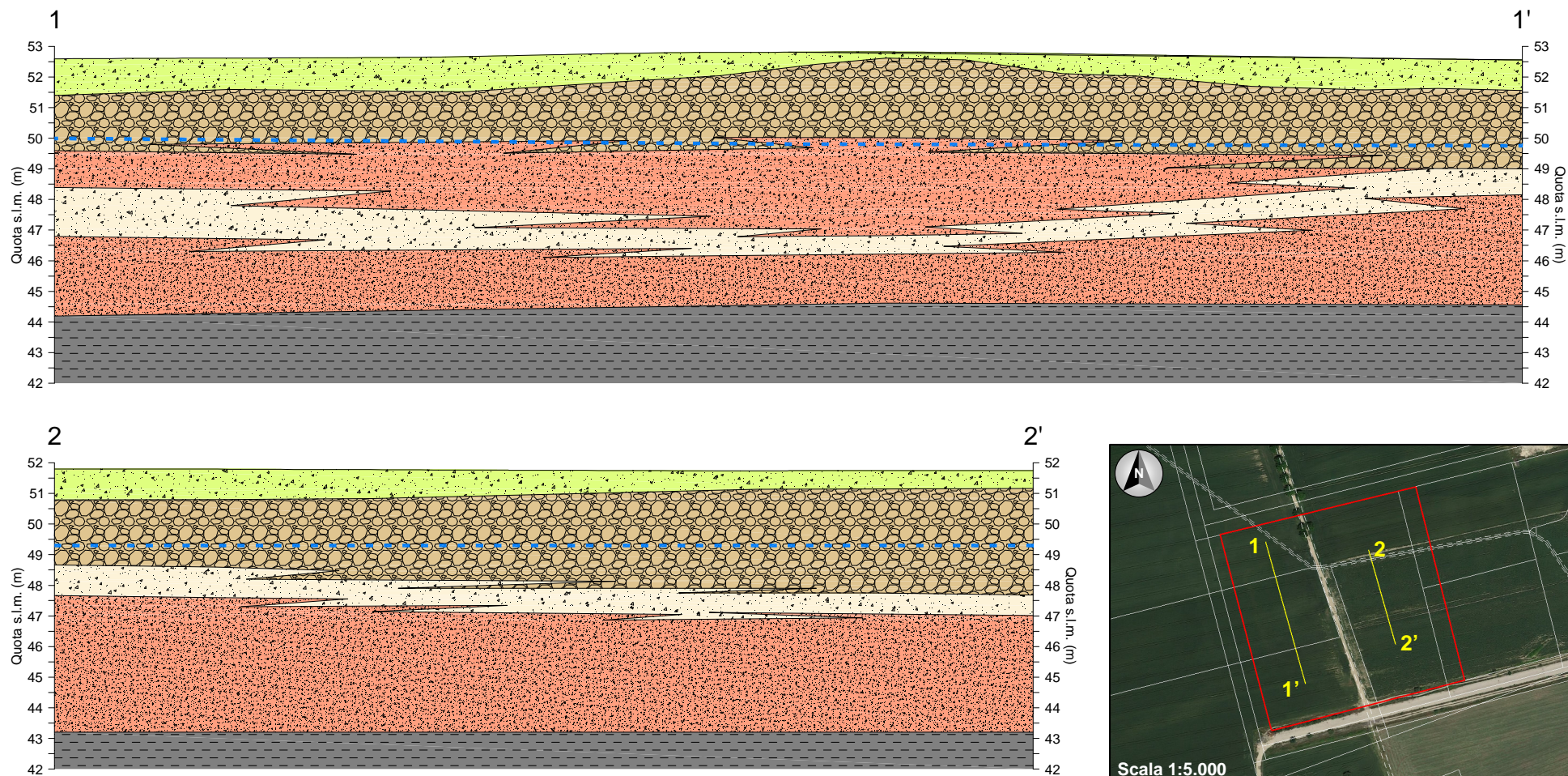





## SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE


Scala orizzontale 1:500 - Scala verticale 1:200


TAV. 8





### LEGENDA


 Terreni superficiali sabbioso limosi  
*Poco addensati*

 Ghiaie sabbiose  
*Addensate*

 Alternanze di ghiaie, sabbie e limi  
*Moderatamente addensate - addensate*

 Sabbie limose  
*Sciolte*

 Limi argillosi  
*Consistenti - molto consistenti*

 Falda  
acquifera



## CARTA PIEZOMETRICA

Scala 1:2.000

TAV. 9



### LEGENDA



Curva isopiezometrica  
n: quota della falda s.l.m. (m)



Direzione di deflusso di  
falda



Lotto di intervento

**ALLEGATI**

# **PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**

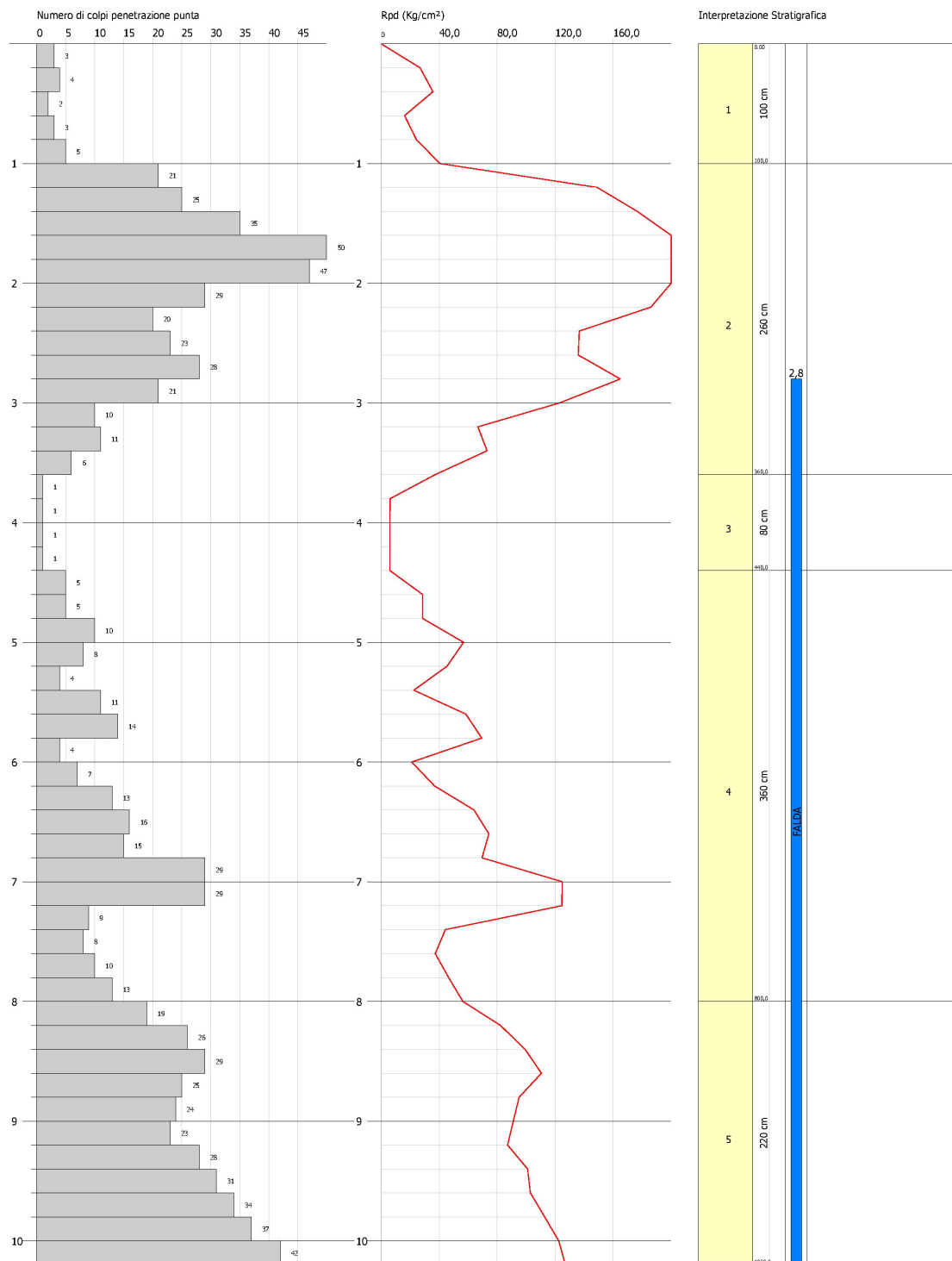


# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: CTIP BLU S.r.l.  
Cantiere: Impianto di produzione di Biometano  
Località: Mosciano S. Angelo (TE)

Data: 28/04/2017



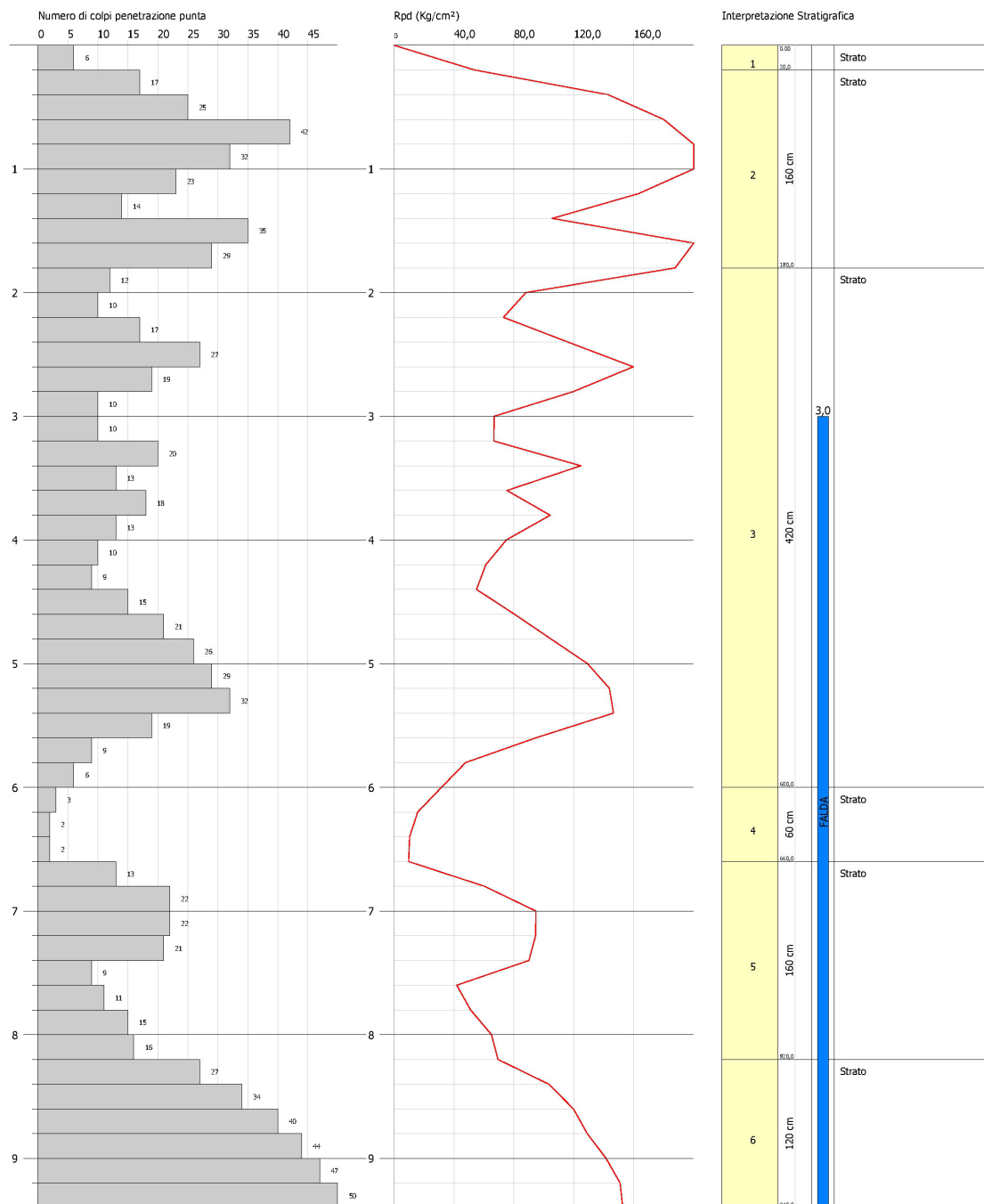


# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: CTIP BLU S.r.l.  
Cantiere: Impianto di produzione di Biometano  
Località: Mosciano S. Angelo (TE)

Data: 28/04/2017



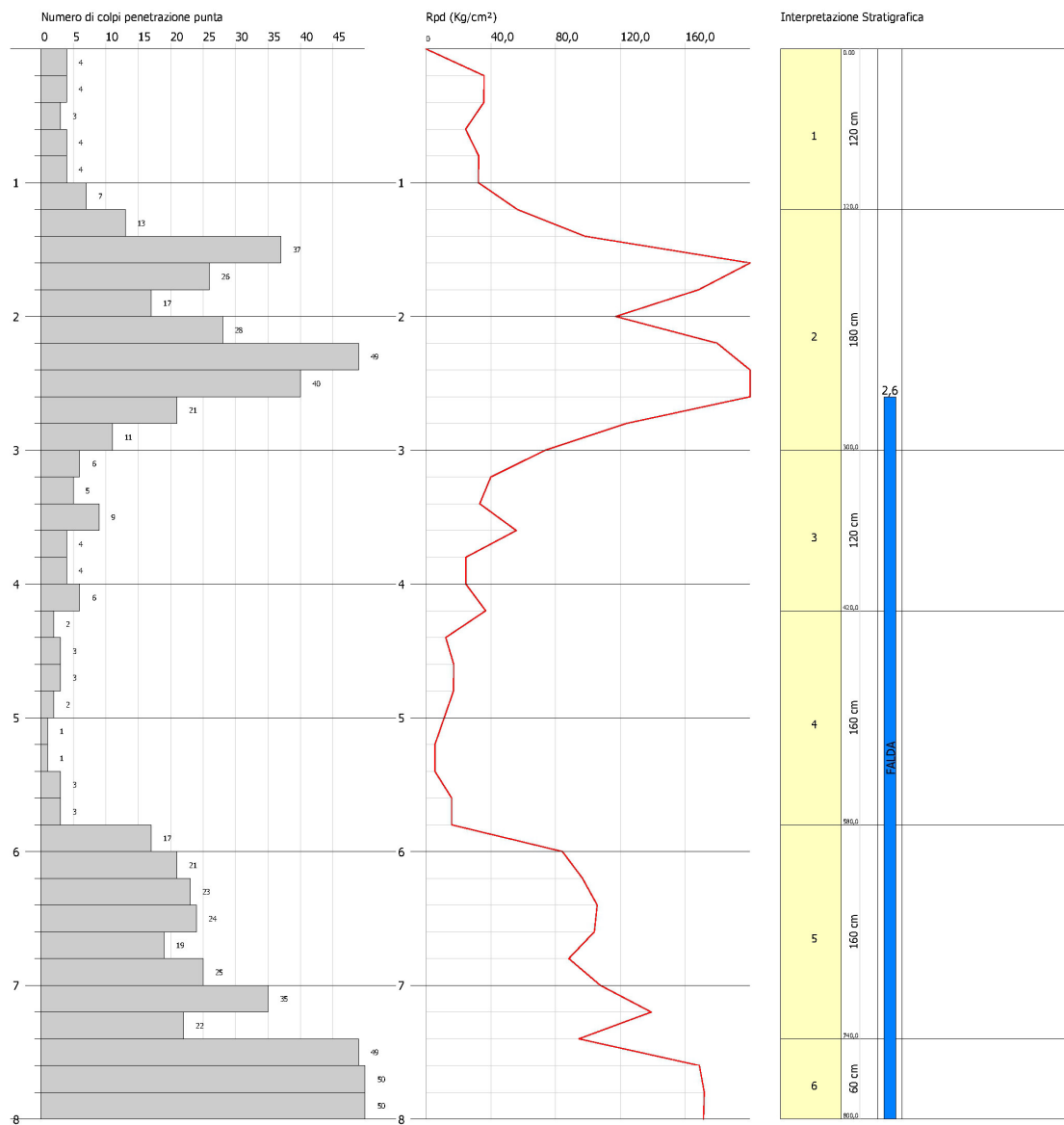


# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH3

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH3 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: CTIP BLU S.r.l.  
Cantiere: Impianto di produzione di Biometano  
Località: Mosciano S. Angelo (TE)

Data: 28/04/2017



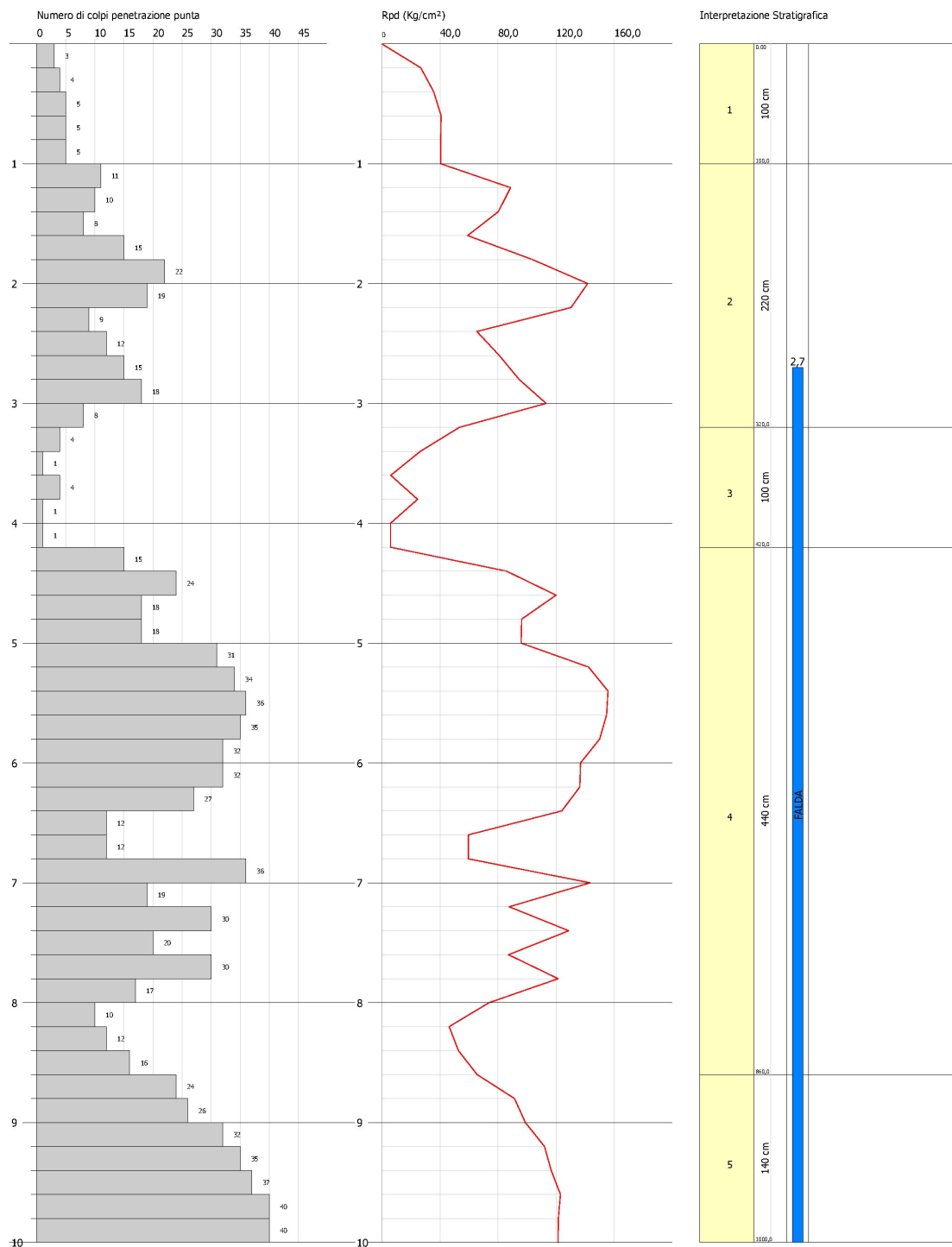


# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH4

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH4 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: CTIP BLU S.r.l.  
Cantiere: Impianto di produzione di Biometano  
Località: Mosciano S. Angelo (TE)

Data: 28/04/2017



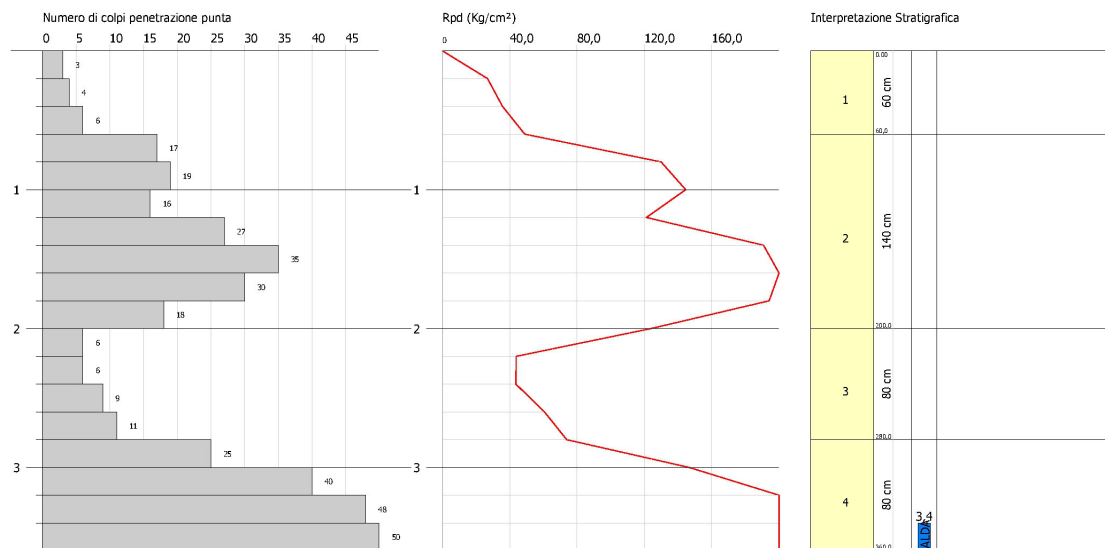


# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH5

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH5 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: CTIP BLU S.r.l.  
Cantiere: Impianto di produzione di Biometano  
Località: Mosciano S. Angelo (TE)

Data: 28/04/2017



# ELABORAZIONE DPSH1

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

28/04/2017

Profondità prova

10,20 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	3	0,855	26,94	31,52	26,94	31,52
0,40	4	0,851	35,76	42,03	35,76	42,03
0,60	2	0,847	16,34	19,29	16,34	19,29
0,80	3	0,843	24,40	28,93	24,40	28,93
1,00	5	0,840	40,49	48,22	40,49	48,22
1,20	21	0,736	149,10	202,51	149,10	202,51
1,40	25	0,733	176,68	241,09	176,68	241,09
1,60	35	0,680	211,94	311,88	211,94	311,88
1,80	50	0,626	279,05	445,54	279,05	445,54
2,00	47	0,623	261,00	418,81	261,00	418,81
2,20	29	0,720	186,09	258,41	186,09	258,41
2,40	20	0,767	136,72	178,22	136,72	178,22
2,60	23	0,714	136,05	190,48	136,05	190,48
2,80	28	0,711	164,97	231,89	164,97	231,89
3,00	21	0,709	123,25	173,92	123,25	173,92
3,20	10	0,806	66,75	82,82	66,75	82,82
3,40	11	0,803	73,19	91,10	73,19	91,10
3,60	6	0,801	37,17	46,41	37,17	46,41
3,80	1	0,798	6,18	7,74	6,18	7,74
4,00	1	0,796	6,16	7,74	6,16	7,74
4,20	1	0,794	6,14	7,74	6,14	7,74
4,40	1	0,791	6,12	7,74	6,12	7,74
4,60	5	0,789	28,64	36,28	28,64	36,28
4,80	5	0,787	28,56	36,28	28,56	36,28
5,00	10	0,785	56,97	72,57	56,97	72,57
5,20	8	0,783	45,46	58,06	45,46	58,06
5,40	4	0,781	22,67	29,03	22,67	29,03
5,60	11	0,779	58,57	75,18	58,57	75,18
5,80	14	0,727	69,58	95,68	69,58	95,68
6,00	4	0,775	21,20	27,34	21,20	27,34
6,20	7	0,774	37,01	47,84	37,01	47,84
6,40	13	0,722	64,15	88,84	64,15	88,84
6,60	16	0,720	74,43	103,33	74,43	103,33
6,80	15	0,719	69,62	96,87	69,62	96,87
7,00	29	0,667	124,95	187,28	124,95	187,28
7,20	29	0,666	124,66	187,28	124,66	187,28
7,40	9	0,764	44,41	58,12	44,41	58,12
7,60	8	0,763	37,35	48,97	37,35	48,97
7,80	10	0,761	46,60	61,21	46,60	61,21
8,00	13	0,710	56,49	79,57	56,49	79,57
8,20	19	0,709	82,40	116,30	82,40	116,30
8,40	26	0,657	104,60	159,14	104,60	159,14
8,60	29	0,656	110,66	168,70	110,66	168,70
8,80	25	0,655	95,22	145,43	95,22	145,43
9,00	24	0,653	91,24	139,62	91,24	139,62
9,20	23	0,652	87,27	133,80	87,27	133,80
9,40	28	0,651	106,06	162,88	106,06	162,88
9,60	31	0,600	103,08	171,81	103,08	171,81
9,80	34	0,599	112,84	188,44	112,84	188,44
10,00	37	0,598	122,57	205,07	122,57	205,07
10,20	42	0,547	127,24	232,78	127,24	232,78

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH1****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	5,06	1,00	0,32	0,63	0,25	0,21	0,49	1,02	0,46	0,81	0,25	0,78	0,63
[2] -	37,34	3,60	2,52	4,67	0,00	1,37	3,72	6,63	2,93	3,91	1,87	6,06	4,67
[3] -	1,49	4,40	0,09	0,19	0,00	0,06	0,14	0,23	0,14	0,55	0,08	0,00	0,19
[4] -	17,38	8,00	1,17	2,17	1,00	0,68	1,72	2,32	1,49	1,84	0,87	1,91	2,17
[5] -	43,05	10,20	2,91	5,38	0,00	1,54	4,30	4,98	3,28	4,60	2,15	5,87	5,38

**Modulo Edometrico (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	5,06	1,00	23,22	75,90	53,40	63,25
[2] -	37,34	3,60	171,32	--	382,64	373,40
[3] -	1,49	4,40	6,84	22,35	16,99	18,63
[4] -	17,38	8,00	79,74	--	179,06	173,80
[5] -	43,05	10,20	197,51	--	440,88	430,50

**Modulo di Young (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	5,06	1,00	37,79	50,60
[2] -	37,34	3,60	409,01	373,40
[3] -	1,49	4,40	-3,27	14,90
[4] -	17,38	8,00	179,47	173,80
[5] -	43,05	10,20	474,68	430,50

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	5,06	1,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	37,34	3,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
[3] -	1,49	4,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[4] -	17,38	8,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[5] -	43,05	10,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] -	5,06	1,00	Meyerhof ed altri	1,76
[2] -	37,34	3,60	Meyerhof ed altri	2,38
[3] -	1,49	4,40	Meyerhof ed altri	1,52
[4] -	17,38	8,00	Meyerhof ed altri	2,09
[5] -	43,05	10,20	Meyerhof ed altri	2,50

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] -	5,06	1,00	Meyerhof ed altri	1,88
[2] -	37,34	3,60	Meyerhof ed altri	2,50
[3] -	1,49	4,40	Meyerhof ed altri	1,85
[4] -	17,38	8,00	Meyerhof ed altri	--
[5] -	43,05	10,20	Meyerhof ed altri	2,50

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

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	5,06	1,00	25,36	53,21	70,23	20,99
[2] -	37,34	3,60	62,68	100	100	70,2
[3] -	1,49	4,40	0	21,23	22,27	10,86
[4] -	17,38	8,00	34,56	65,02	64,97	45,12
[5] -	43,05	10,20	43,15	79,02	79,15	62,5

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni (1982)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	5,06	1,00	5,06	28,45	21,45	29,42	27,9	31,7	0	<30	23,71	28,52	24,81	25,06
[2] -	37,34	3,60	37,34	37,67	30,67	38,46	27,43	41,07	42	35-38	38,67	38,2	30,88	42,33
[3] -	1,49	4,40	1,49	27,43	20,43	28,42	21,25	30,15	0	<30	19,73	27,45	17,63	20,46
[4] -	17,38	8,00	16,19	31,63	24,63	32,53	24,54	35,87	37,1	30-32	30,58	31,86	25,8	32,99
[5] -	43,05	10,20	29,025	35,29	28,29	36,13	24,8	39,45	39,06	32-35	35,87	35,71	26,64	39,09

**Modulo di Young (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	5,06	1,00	5,06	---	40,48	---	---	---
[2] -	37,34	3,60	37,34	436,17	298,72	441,31	460,05	261,70
[3] -	1,49	4,40	1,49	---	11,92	---	---	---
[4] -	17,38	8,00	16,19	287,21	129,52	191,74	301,42	155,95
[5] -	43,05	10,20	29,025	384,55	232,20	343,20	397,69	220,12

**Modulo Edometrico (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	5,06	1,00	5,06	---	37,86	35,93	60,57
[2] -	37,34	3,60	37,34	224,04	104,16	265,11	204,54
[3] -	1,49	4,40	1,49	---	30,53	10,58	44,65
[4] -	17,38	8,00	16,19	97,14	60,72	114,95	110,21
[5] -	43,05	10,20	29,025	174,15	87,08	206,08	167,45

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	5,06	1,00	5,06	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] -	37,34	3,60	37,34	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[3] -	1,49	4,40	1,49	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[4] -	17,38	8,00	16,19	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[5] -	43,05	10,20	29,025	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] -	5,06	1,00	5,06	Meyerhof ed altri	1,54
[2] -	37,34	3,60	37,34	Meyerhof ed altri	2,19
[3] -	1,49	4,40	1,49	Meyerhof ed altri	1,38
[4] -	17,38	8,00	16,19	Meyerhof ed altri	1,91
[5] -	43,05	10,20	29,025	Meyerhof ed altri	2,13

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] -	5,06	1,00	5,06	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[2] -	37,34	3,60	37,34	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[3] -	1,49	4,40	1,49	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[4] -	17,38	8,00	16,19	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
[5] -	43,05	10,20	29,025	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

# ELABORAZIONE DPSH2

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI  
28/04/2017  
9,40 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	6	0,855	53,88	63,04	53,88	63,04
0,40	17	0,801	143,04	178,62	143,04	178,62
0,60	25	0,747	180,09	241,09	180,09	241,09
0,80	42	0,643	260,57	405,02	260,57	405,02
1,00	32	0,690	212,85	308,59	212,85	308,59
1,20	23	0,736	163,30	221,80	163,30	221,80
1,40	14	0,783	105,69	135,01	105,69	135,01
1,60	35	0,680	211,94	311,88	211,94	311,88
1,80	29	0,726	187,69	258,41	187,69	258,41
2,00	12	0,823	88,02	106,93	88,02	106,93
2,20	10	0,820	73,08	89,11	73,08	89,11
2,40	17	0,767	116,21	151,48	116,21	151,48
2,60	27	0,714	159,71	223,61	159,71	223,61
2,80	19	0,761	119,81	157,35	119,81	157,35
3,00	10	0,809	66,97	82,82	66,97	82,82
3,20	10	0,806	66,75	82,82	66,75	82,82
3,40	20	0,753	124,79	165,63	124,79	165,63
3,60	13	0,751	75,51	100,56	75,51	100,56
3,80	18	0,748	104,21	139,24	104,21	139,24
4,00	13	0,746	75,02	100,56	75,02	100,56
4,20	10	0,794	61,40	77,36	61,40	77,36
4,40	9	0,791	55,10	69,62	55,10	69,62
4,60	15	0,739	80,47	108,85	80,47	108,85
4,80	21	0,687	104,71	152,40	104,71	152,40
5,00	26	0,685	129,25	188,68	129,25	188,68
5,20	29	0,683	143,74	210,45	143,74	210,45
5,40	32	0,631	146,54	232,22	146,54	232,22
5,60	19	0,729	94,68	129,85	94,68	129,85
5,80	9	0,777	47,81	61,51	47,81	61,51
6,00	6	0,775	31,80	41,00	31,80	41,00
6,20	3	0,774	15,86	20,50	15,86	20,50
6,40	2	0,772	10,55	13,67	10,55	13,67
6,60	2	0,770	9,95	12,92	9,95	12,92
6,80	13	0,719	60,34	83,95	60,34	83,95
7,00	22	0,667	94,79	142,07	94,79	142,07
7,20	22	0,666	94,57	142,07	94,57	142,07
7,40	21	0,664	90,07	135,61	90,07	135,61
7,60	9	0,763	42,02	55,09	42,02	55,09
7,80	11	0,761	51,26	67,33	51,26	67,33
8,00	15	0,710	65,18	91,81	65,18	91,81
8,20	16	0,709	69,39	97,93	69,39	97,93
8,40	27	0,657	108,62	165,26	108,62	165,26
8,60	34	0,606	119,85	197,79	119,85	197,79
8,80	40	0,555	129,08	232,69	129,08	232,69
9,00	44	0,553	141,67	255,96	141,67	255,96
9,20	47	0,552	151,00	273,41	151,00	273,41
9,40	50	0,551	160,30	290,86	160,30	290,86

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH2

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] - Strato	8,93	0,20	0,60	1,12	0,50	0,36	0,88	1,89	0,79	1,11	0,45	1,57	1,12
[2] - Strato	40,38	1,80	2,73	5,05	0,00	1,46	4,03	7,73	3,12	4,27	2,02	6,93	5,05

[3] - Strato	24,46	6,00	1,65	3,06	1,00	0,93	2,43	3,82	2,03	2,52	1,22	3,58	3,06
[4] - Strato	3,47	6,60	0,22	0,43	0,15	0,14	0,34	0,47	0,32	0,69	0,17	0,00	0,43
[5] - Strato	24	8,20	1,62	3,00	1,00	0,92	2,38	3,06	2,00	2,47	1,20	2,82	3,00
[6] - Strato	60,05	9,40	4,05	7,51	0,00	2,03	6,02	7,08	4,20	6,88	3,00	9,05	7,51

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Strato	8,93	0,20	40,97	--	92,87	111,63
[2] - Strato	40,38	1,80	185,26	--	413,64	403,80
[3] - Strato	24,46	6,00	112,22	--	251,27	244,60
[4] - Strato	3,47	6,60	15,92	52,05	37,18	43,38
[5] - Strato	24	8,20	110,11	--	246,58	240,00
[6] - Strato	60,05	9,40	275,51	--	614,27	600,50

#### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Strato	8,93	0,20	82,30	89,30
[2] - Strato	40,38	1,80	443,97	403,80
[3] - Strato	24,46	6,00	260,89	244,60
[4] - Strato	3,47	6,60	19,51	34,70
[5] - Strato	24	8,20	255,60	240,00
[6] - Strato	60,05	9,40	670,18	600,50

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	8,93	0,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[2] - Strato	40,38	1,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
[3] - Strato	24,46	6,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[4] - Strato	3,47	6,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[5] - Strato	24	8,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[6] - Strato	60,05	9,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	8,93	0,20	Meyerhof ed altri	1,93
[2] - Strato	40,38	1,80	Meyerhof ed altri	2,50
[3] - Strato	24,46	6,00	Meyerhof ed altri	2,11
[4] - Strato	3,47	6,60	Meyerhof ed altri	1,67
[5] - Strato	24	8,20	Meyerhof ed altri	2,11
[6] - Strato	60,05	9,40	Meyerhof ed altri	2,50

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	8,93	0,20	Meyerhof ed altri	--
[2] - Strato	40,38	1,80	Meyerhof ed altri	2,50
[3] - Strato	24,46	6,00	Meyerhof ed altri	2,21
[4] - Strato	3,47	6,60	Meyerhof ed altri	1,86
[5] - Strato	24	8,20	Meyerhof ed altri	2,20
[6] - Strato	60,05	9,40	Meyerhof ed altri	2,50

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	8,93	0,20	38,52	73,99	100	30,58
[2] - Strato	40,38	1,80	71,58	100	100	72,67
[3] - Strato	24,46	6,00	48,09	88,2	87,07	57,29
[4] - Strato	3,47	6,60	7,87	30,83	31,8	16,64
[5] - Strato	24	8,20	37,59	69,79	69,63	50,48
[6] - Strato	60,05	9,40	50,1	91,52	90,83	70,35

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni (1982)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	8,93	0,20	8,93	29,55	22,55	30,5	32,12	33,26	0	<30	26,57	29,68	27,23	28,36
[2] - Strato	40,38	1,80	40,38	38,54	31,54	39,31	29,36	41,52	42	35-38	39,61	39,11	32,22	43,42
[3] - Strato	24,46	6,00	24,46	33,99	26,99	34,85	26	38,33	40,35	30-32	34,15	34,34	28,51	37,12
[4] - Strato	3,47	6,60	3,47	27,99	20,99	28,97	22,22	31,02	0	<30	22,21	28,04	20,26	23,33
[5] - Strato	24	8,20	19,5	32,57	25,57	33,46	24,67	36,92	37,77	30-32	32,1	32,85	26,21	34,75
[6] - Strato	60,05	9,40	37,525	37,72	30,72	38,51	25,34	41,1	40,81	35-38	38,72	38,26	27,9	42,4

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato	8,93	0,20	8,93	---	71,44	106,07	---	---
[2] - Strato	40,38	1,80	40,38	453,58	323,04	477,18	482,85	276,90
[3] - Strato	24,46	6,00	24,46	353,02	195,68	289,33	363,45	197,30
[4] - Strato	3,47	6,60	3,47	---	27,76	---	---	---
[5] - Strato	24	8,20	19,5	315,20	156,00	230,80	326,25	172,50
[6] - Strato	60,05	9,40	37,525	437,25	300,20	443,50	461,44	262,62

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	8,93	0,20	8,93	---	45,81	63,40	77,83
[2] - Strato	40,38	1,80	40,38	242,28	110,41	286,70	218,09
[3] - Strato	24,46	6,00	24,46	146,76	77,71	173,67	147,09
[4] - Strato	3,47	6,60	3,47	---	34,59	24,64	53,48
[5] - Strato	24	8,20	19,5	117,00	67,52	138,45	124,97
[6] - Strato	60,05	9,40	37,525	225,15	104,54	266,43	205,36

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	8,93	0,20	8,93	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	40,38	1,80	40,38	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[3] - Strato	24,46	6,00	24,46	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Strato	3,47	6,60	3,47	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[5] - Strato	24	8,20	19,5	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[6] - Strato	60,05	9,40	37,525	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	8,93	0,20	8,93	Meyerhof ed altri	1,69
[2] - Strato	40,38	1,80	40,38	Meyerhof ed altri	2,20
[3] - Strato	24,46	6,00	24,46	Meyerhof ed altri	2,07
[4] - Strato	3,47	6,60	3,47	Meyerhof ed altri	1,47
[5] - Strato	24	8,20	19,5	Meyerhof ed altri	1,98
[6] - Strato	60,05	9,40	37,525	Meyerhof ed altri	2,19

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	8,93	0,20	8,93	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[2] - Strato	40,38	1,80	40,38	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[3] - Strato	24,46	6,00	24,46	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,48

[4] - Strato	3,47	6,60	3,47	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[5] - Strato	24	8,20	19,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,38
[6] - Strato	60,05	9,40	37,525	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

# ELABORAZIONE DPSH3

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI  
28/04/2017  
8,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	4	0,855	35,92	42,03	35,92	42,03
0,40	4	0,851	35,76	42,03	35,76	42,03
0,60	3	0,847	24,50	28,93	24,50	28,93
0,80	4	0,843	32,53	38,57	32,53	38,57
1,00	4	0,840	32,39	38,57	32,39	38,57
1,20	7	0,836	56,45	67,50	56,45	67,50
1,40	13	0,783	98,14	125,36	98,14	125,36
1,60	37	0,680	224,05	329,70	224,05	329,70
1,80	26	0,726	168,28	231,68	168,28	231,68
2,00	17	0,773	117,13	151,48	117,13	151,48
2,20	28	0,720	179,67	249,50	179,67	249,50
2,40	49	0,617	269,46	436,63	269,46	436,63
2,60	40	0,614	203,48	331,27	203,48	331,27
2,80	21	0,711	123,73	173,92	123,73	173,92
3,00	11	0,809	73,67	91,10	73,67	91,10
3,20	6	0,806	40,05	49,69	40,05	49,69
3,40	5	0,803	33,27	41,41	33,27	41,41
3,60	9	0,801	55,76	69,62	55,76	69,62
3,80	4	0,798	24,70	30,94	24,70	30,94
4,00	4	0,796	24,63	30,94	24,63	30,94
4,20	6	0,794	36,84	46,41	36,84	46,41
4,40	2	0,791	12,24	15,47	12,24	15,47
4,60	3	0,789	17,18	21,77	17,18	21,77
4,80	3	0,787	17,14	21,77	17,14	21,77
5,00	2	0,785	11,39	14,51	11,39	14,51
5,20	1	0,783	5,68	7,26	5,68	7,26
5,40	1	0,781	5,67	7,26	5,67	7,26
5,60	3	0,779	15,97	20,50	15,97	20,50
5,80	3	0,777	15,94	20,50	15,94	20,50
6,00	17	0,725	84,29	116,18	84,29	116,18
6,20	21	0,674	96,69	143,52	96,69	143,52
6,40	23	0,672	105,63	157,18	105,63	157,18
6,60	24	0,670	103,90	154,99	103,90	154,99
6,80	19	0,719	88,19	122,70	88,19	122,70
7,00	25	0,667	107,71	161,45	107,71	161,45
7,20	35	0,616	139,15	226,02	139,15	226,02
7,40	22	0,664	94,36	142,07	94,36	142,07
7,60	49	0,563	168,77	299,92	168,77	299,92
7,80	50	0,561	171,78	306,04	171,78	306,04
8,00	50	0,560	171,36	306,04	171,36	306,04

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH3

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	6,45	1,20	0,40	0,81	0,25	0,26	0,63	1,29	0,58	0,92	0,32	1,00	0,81
[2] -	40,04	3,00	2,70	5,01	0,00	1,45	4,00	7,07	3,10	4,23	2,00	6,61	5,01
[3] -	8,44	4,20	0,57	1,06	0,50	0,34	0,83	1,35	0,75	1,07	0,42	0,97	1,06
[4] -	3,35	5,80	0,21	0,42	0,15	0,14	0,33	0,48	0,31	0,68	0,17	0,00	0,42
[5] -	34,62	7,40	2,34	4,33	0,00	1,28	3,45	4,59	2,75	3,60	1,73	4,86	4,33
[6] -	73,96	8,00	4,99	9,25	0,00	2,37	7,43	9,12	4,80	9,02	3,70	11,78	9,25

**Modulo Edometrico (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	6,45	1,20	29,59	--	67,58	80,63
[2] -	40,04	3,00	183,70	--	410,18	400,40
[3] -	8,44	4,20	38,72	--	87,88	105,50
[4] -	3,35	5,80	15,37	50,25	35,96	41,88
[5] -	34,62	7,40	158,84	--	354,90	346,20
[6] -	73,96	8,00	339,33	--	756,14	739,60

**Modulo di Young (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	6,45	1,20	53,78	64,50
[2] -	40,04	3,00	440,06	400,40
[3] -	8,44	4,20	76,66	84,40
[4] -	3,35	5,80	18,13	33,50
[5] -	34,62	7,40	377,73	346,20
[6] -	73,96	8,00	830,14	739,60

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	6,45	1,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	40,04	3,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
[3] -	8,44	4,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4] -	3,35	5,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[5] -	34,62	7,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
[6] -	73,96	8,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] -	6,45	1,20	Meyerhof ed altri	1,83
[2] -	40,04	3,00	Meyerhof ed altri	2,50
[3] -	8,44	4,20	Meyerhof ed altri	1,92
[4] -	3,35	5,80	Meyerhof ed altri	1,66
[5] -	34,62	7,40	Meyerhof ed altri	2,27
[6] -	73,96	8,00	Meyerhof ed altri	2,50

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] -	6,45	1,20	Meyerhof ed altri	1,89
[2] -	40,04	3,00	Meyerhof ed altri	2,50
[3] -	8,44	4,20	Meyerhof ed altri	--
[4] -	3,35	5,80	Meyerhof ed altri	1,86
[5] -	34,62	7,40	Meyerhof ed altri	2,50
[6] -	73,96	8,00	Meyerhof ed altri	2,50

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	6,45	1,20	29,62	59,27	74,43	24,6
[2] -	40,04	3,00	65,49	100	100	72,4
[3] -	8,44	4,20	25,41	51,89	52,44	29,44
[4] -	3,35	5,80	7,85	30,82	31,78	16,3
[5] -	34,62	7,40	42,58	78,07	77,57	57,72
[6] -	73,96	8,00	54,54	100	98,83	75,9

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni (1982)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	6,45	1,20	6,45	28,84	21,84	29,81	27,82	32,27	0	<30	24,84	28,93	25,65	26,36
[2] -	40,04	3,00	40,04	38,44	31,44	39,21	27,74	41,48	42	35-38	39,51	39,01	31,3	43,3
[3] -	8,44	4,20	8,44	29,41	22,41	30,36	24,29	33,07	0	<30	26,25	29,53	24,49	27,99
[4] -	3,35	5,80	3,35	27,96	20,96	28,94	22,3	30,97	0	<30	22,09	28	20,33	23,19
[5] -	34,62	7,40	24,81	34,09	27,09	34,95	25	38,42	38,93	30-32	34,29	34,44	27,01	37,28
[6] -	73,96	8,00	44,48	39,71	32,71	40,45	25,65	42,02	42	35-38	40,83	40,34	28,6	44,83

**Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	6,45	1,20	6,45	---	51,60	---	---	---
[2] -	40,04	3,00	40,04	451,67	320,32	473,17	480,30	275,20
[3] -	8,44	4,20	8,44	---	67,52	100,29	---	---
[4] -	3,35	5,80	3,35	---	26,80	---	---	---
[5] -	34,62	7,40	24,81	355,54	198,48	293,46	366,07	199,05
[6] -	73,96	8,00	44,48	476,05	355,84	525,56	513,60	297,40

**Modulo Edometric (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	6,45	1,20	6,45	---	40,71	45,79	66,77
[2] -	40,04	3,00	40,04	240,24	109,71	284,28	216,58
[3] -	8,44	4,20	8,44	---	44,80	59,92	75,64
[4] -	3,35	5,80	3,35	---	34,35	23,78	52,94
[5] -	34,62	7,40	24,81	148,86	78,43	176,15	148,65
[6] -	73,96	8,00	44,48	266,88	118,83	315,81	236,38

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	6,45	1,20	6,45	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] -	40,04	3,00	40,04	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[3] -	8,44	4,20	8,44	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[4] -	3,35	5,80	3,35	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[5] -	34,62	7,40	24,81	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[6] -	73,96	8,00	44,48	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	6,45	1,20	6,45	Meyerhof ed altri	1,60
[2] -	40,04	3,00	40,04	Meyerhof ed altri	2,20
[3] -	8,44	4,20	8,44	Meyerhof ed altri	1,68
[4] -	3,35	5,80	3,35	Meyerhof ed altri	1,47
[5] -	34,62	7,40	24,81	Meyerhof ed altri	2,07
[6] -	73,96	8,00	44,48	Meyerhof ed altri	2,22

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	6,45	1,20	6,45	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] -	40,04	3,00	40,04	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[3] -	8,44	4,20	8,44	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[4] -	3,35	5,80	3,35	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[5] -	34,62	7,40	24,81	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,48
[6] -	73,96	8,00	44,48	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

# ELABORAZIONE DPSH4

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

28/04/2017

Profondità prova

10,00 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	3	0,855	26,94	31,52	26,94	31,52
0,40	4	0,851	35,76	42,03	35,76	42,03
0,60	5	0,847	40,84	48,22	40,84	48,22
0,80	5	0,843	40,66	48,22	40,66	48,22
1,00	5	0,840	40,49	48,22	40,49	48,22
1,20	11	0,836	88,71	106,08	88,71	106,08
1,40	10	0,833	80,32	96,43	80,32	96,43
1,60	8	0,830	59,14	71,29	59,14	71,29
1,80	15	0,776	103,77	133,66	103,77	133,66
2,00	22	0,723	141,77	196,04	141,77	196,04
2,20	19	0,770	130,39	169,31	130,39	169,31
2,40	9	0,817	65,53	80,20	65,53	80,20
2,60	12	0,814	80,92	99,38	80,92	99,38
2,80	15	0,761	94,59	124,23	94,59	124,23
3,00	18	0,759	113,10	149,07	113,10	149,07
3,20	8	0,806	53,40	66,25	53,40	66,25
3,40	4	0,803	26,61	33,13	26,61	33,13
3,60	1	0,801	6,20	7,74	6,20	7,74
3,80	4	0,798	24,70	30,94	24,70	30,94
4,00	1	0,796	6,16	7,74	6,16	7,74
4,20	1	0,794	6,14	7,74	6,14	7,74
4,40	15	0,741	86,03	116,03	86,03	116,03
4,60	24	0,689	120,04	174,17	120,04	174,17
4,80	18	0,737	96,28	130,62	96,28	130,62
5,00	18	0,735	96,01	130,62	96,01	130,62
5,20	31	0,633	142,40	224,96	142,40	224,96
5,40	34	0,631	155,70	246,74	155,70	246,74
5,60	36	0,629	154,78	246,03	154,78	246,03
5,80	35	0,627	150,04	239,19	150,04	239,19
6,00	32	0,625	136,79	218,69	136,79	218,69
6,20	32	0,624	136,40	218,69	136,40	218,69
6,40	27	0,672	124,00	184,52	124,00	184,52
6,60	12	0,770	59,70	77,49	59,70	77,49
6,80	12	0,769	59,57	77,49	59,57	77,49
7,00	36	0,617	143,48	232,48	143,48	232,48
7,20	19	0,716	87,81	122,70	87,81	122,70
7,40	30	0,664	128,67	193,74	128,67	193,74
7,60	20	0,713	87,25	122,42	87,25	122,42
7,80	30	0,661	121,43	183,63	121,43	183,63
8,00	17	0,710	73,87	104,05	73,87	104,05
8,20	10	0,759	46,43	61,21	46,43	61,21
8,40	12	0,757	55,62	73,45	55,62	73,45
8,60	16	0,706	65,71	93,08	65,71	93,08
8,80	24	0,655	91,41	139,62	91,41	139,62
9,00	26	0,653	98,84	151,25	98,84	151,25
9,20	32	0,602	112,12	186,15	112,12	186,15
9,40	35	0,601	122,39	203,61	122,39	203,61
9,60	37	0,600	123,03	205,07	123,03	205,07
9,80	40	0,549	121,67	221,70	121,67	221,70
10,00	40	0,548	121,42	221,70	121,42	221,70

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH4

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	6,55	1,00	0,41	0,82	0,25	0,27	0,64	1,31	0,59	0,93	0,33	1,04	0,82

[2] -	19,89	3,20	1,34	2,49	1,00	0,77	1,97	3,52	1,69	2,07	0,99	3,07	2,49
[3] -	3,28	4,20	0,21	0,41	0,15	0,13	0,32	0,52	0,30	0,68	0,16	0,09	0,41
[4] -	34,92	8,60	2,36	4,37	0,00	1,29	3,48	4,74	2,77	3,63	1,75	4,84	4,37
[5] -	49,78	10,00	3,36	6,22	0,00	1,74	4,98	5,70	3,67	5,46	2,49	7,10	6,22

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	6,55	1,00	30,05	--	68,60	81,88
[2] -	19,89	3,20	91,26	--	204,66	198,90
[3] -	3,28	4,20	15,05	49,20	35,25	41,00
[4] -	34,92	8,60	160,21	--	357,96	349,20
[5] -	49,78	10,00	228,39	--	509,52	497,80

#### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	6,55	1,00	54,93	65,50
[2] -	19,89	3,20	208,34	198,90
[3] -	3,28	4,20	17,32	32,80
[4] -	34,92	8,60	381,18	349,20
[5] -	49,78	10,00	552,07	497,80

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	6,55	1,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	19,89	3,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] -	3,28	4,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[4] -	34,92	8,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
[5] -	49,78	10,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	6,55	1,00	Meyerhof ed altri	1,84
[2] -	19,89	3,20	Meyerhof ed altri	2,10
[3] -	3,28	4,20	Meyerhof ed altri	1,65
[4] -	34,92	8,60	Meyerhof ed altri	2,28
[5] -	49,78	10,00	Meyerhof ed altri	2,50

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	6,55	1,00	Meyerhof ed altri	1,89
[2] -	19,89	3,20	Meyerhof ed altri	--
[3] -	3,28	4,20	Meyerhof ed altri	1,86
[4] -	34,92	8,60	Meyerhof ed altri	2,50
[5] -	49,78	10,00	Meyerhof ed altri	2,50

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	6,55	1,00	30,31	60,39	78,53	24,85
[2] -	19,89	3,20	48,01	88,7	89,99	51,07
[3] -	3,28	4,20	9,71	32,87	33,96	16,1
[4] -	34,92	8,60	43,79	80,18	79,42	57,91
[5] -	49,78	10,00	44,6	81,57	81,91	65,84

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmert mann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni (1982)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	6,55	1,00	6,55	28,87	21,87	29,83	28,23	32,31	0	<30	24,91	28,97	25,78	26,45
[2] -	19,89	3,20	19,89	32,68	25,68	33,57	26,75	37,04	40,42	30-32	32,27	32,97	28,76	34,94
[3] -	3,28	4,20	3,28	27,94	20,94	28,92	22,9	30,94	0	<30	22,01	27,98	21,08	23,1
[4] -	34,92	8,60	24,96	34,13	27,13	34,99	25,19	38,46	39,23	30-32	34,35	34,49	27,35	37,34
[5] -	49,78	10,00	32,39	36,25	29,25	37,07	24,83	40,17	39,42	32-35	37,04	36,72	26,69	40,45

**Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	6,55	1,00	6,55	---	52,40	---	---	---
[2] -	19,89	3,20	19,89	318,34	159,12	235,40	329,17	174,45
[3] -	3,28	4,20	3,28	---	26,24	---	---	---
[4] -	34,92	8,60	24,96	356,61	199,68	295,23	367,20	199,80
[5] -	49,78	10,00	32,39	406,23	259,12	382,90	422,92	236,95

**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	6,55	1,00	6,55	---	40,92	46,51	67,21
[2] -	19,89	3,20	19,89	119,34	68,32	141,22	126,71
[3] -	3,28	4,20	3,28	---	34,20	23,29	52,63
[4] -	34,92	8,60	24,96	149,76	78,73	177,22	149,32
[5] -	49,78	10,00	32,39	194,34	93,99	229,97	182,46

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	6,55	1,00	6,55	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] -	19,89	3,20	19,89	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	3,28	4,20	3,28	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[4] -	34,92	8,60	24,96	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[5] -	49,78	10,00	32,39	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	6,55	1,00	6,55	Meyerhof ed altri	1,60
[2] -	19,89	3,20	19,89	Meyerhof ed altri	1,99
[3] -	3,28	4,20	3,28	Meyerhof ed altri	1,46
[4] -	34,92	8,60	24,96	Meyerhof ed altri	2,08
[5] -	49,78	10,00	32,39	Meyerhof ed altri	2,16

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	6,55	1,00	6,55	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] -	19,89	3,20	19,89	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,39
[3] -	3,28	4,20	3,28	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[4] -	34,92	8,60	24,96	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[5] -	49,78	10,00	32,39	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

# ELABORAZIONE DPSH5

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI  
28/04/2017  
3,60 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	3	0,855	26,94	31,52	26,94	31,52
0,40	4	0,851	35,76	42,03	35,76	42,03
0,60	6	0,847	49,01	57,86	49,01	57,86
0,80	17	0,793	130,06	163,94	130,06	163,94
1,00	19	0,790	144,70	183,23	144,70	183,23
1,20	16	0,786	121,32	154,30	121,32	154,30
1,40	27	0,733	190,82	260,37	190,82	260,37
1,60	35	0,680	211,94	311,88	211,94	311,88
1,80	30	0,726	194,17	267,33	194,17	267,33
2,00	18	0,773	124,01	160,40	124,01	160,40
2,20	6	0,820	43,85	53,47	43,85	53,47
2,40	6	0,817	43,69	53,47	43,69	53,47
2,60	9	0,814	60,69	74,54	60,69	74,54
2,80	11	0,811	73,92	91,10	73,92	91,10
3,00	25	0,709	146,73	207,04	146,73	207,04
3,20	40	0,606	200,75	331,27	200,75	331,27
3,40	48	0,603	239,86	397,52	239,86	397,52
3,60	50	0,601	232,40	386,78	232,40	386,78

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH5

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	6,45	0,60	0,40	0,81	0,25	0,26	0,63	1,31	0,58	0,92	0,32	1,07	0,81
[2] -	34,46	2,00	2,33	4,31	0,00	1,27	3,43	6,44	2,74	3,58	1,72	5,83	4,31
[3] -	11,91	2,80	0,80	1,49	0,50	0,47	1,17	2,05	1,05	1,36	0,60	1,72	1,49
[4] -	60,68	3,60	4,10	7,59	0,00	2,04	6,08	9,92	4,23	6,97	3,03	10,19	7,59

### Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	6,45	0,60	29,59	--	67,58	80,63
[2] -	34,46	2,00	158,10	--	353,26	344,60
[3] -	11,91	2,80	54,64	--	123,27	119,10
[4] -	60,68	3,60	278,40	--	620,69	606,80

### Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	6,45	0,60	53,78	64,50
[2] -	34,46	2,00	375,89	344,60
[3] -	11,91	2,80	116,57	119,10
[4] -	60,68	3,60	677,42	606,80

### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	6,45	0,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	34,46	2,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
[3] -	11,91	2,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[4] -	60,68	3,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] -	6,45	0,60	Meyerhof ed altri	1,83
[2] -	34,46	2,00	Meyerhof ed altri	2,27
[3] -	11,91	2,80	Meyerhof ed altri	2,02
[4] -	60,68	3,60	Meyerhof ed altri	2,50

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] -	6,45	0,60	Meyerhof ed altri	1,89
[2] -	34,46	2,00	Meyerhof ed altri	2,50
[3] -	11,91	2,80	Meyerhof ed altri	--
[4] -	60,68	3,60	Meyerhof ed altri	2,50

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	6,45	0,60	30,83	61,38	89,25	24,6
[2] -	34,46	2,00	65,53	100	100	67,73
[3] -	11,91	2,80	34,81	65,93	66,78	37,05
[4] -	60,68	3,60	72,2	100	100	90,83

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni (1982)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	6,45	0,60	6,45	28,84	21,84	29,81	29,32	32,27	0	<30	24,84	28,93	25,86
[2] -	34,46	2,00	34,46	36,85	29,85	37,65	28,59	40,57	42	32-35	37,74	37,34	31,4
[3] -	11,91	2,80	11,91	30,4	23,4	31,33	25,48	34,38	37,23	<30	28,37	30,57	26,46
[4] -	60,68	3,60	60,68	44,34	37,34	44,99	27,46	42,65	42	>38	45,17	45,2	31,95

**Modulo di Young (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	6,45	0,60	6,45	---	51,60	---	---	---
[2] -	34,46	2,00	34,46	419,01	275,68	407,33	438,45	247,30
[3] -	11,91	2,80	11,91	246,34	95,28	141,24	269,33	134,55
[4] -	60,68	3,60	60,68	556,02	485,44	716,72	635,10	378,40

**Modulo Edometrico (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	6,45	0,60	6,45	---	40,71	45,79	66,77
[2] -	34,46	2,00	34,46	206,76	98,25	244,67	191,69
[3] -	11,91	2,80	11,91	71,46	51,93	84,56	91,12
[4] -	60,68	3,60	60,68	364,08	152,10	430,83	308,63

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	6,45	0,60	6,45	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] -	34,46	2,00	34,46	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[3] -	11,91	2,80	11,91	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	60,68	3,60	60,68	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] -	6,45	0,60	6,45	Meyerhof ed altri	1,60
[2] -	34,46	2,00	34,46	Meyerhof ed altri	2,17
[3] -	11,91	2,80	11,91	Meyerhof ed altri	1,79
[4] -	60,68	3,60	60,68	Meyerhof ed altri	2,29

**Peso unità di volume saturo**

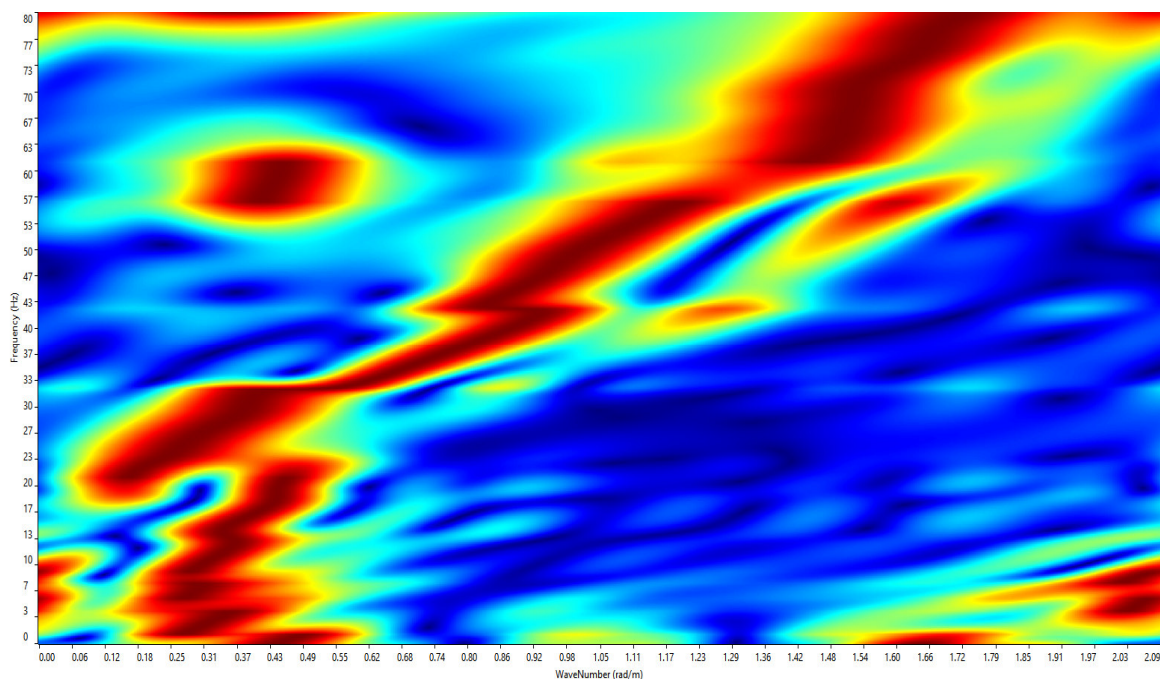
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] -	6,45	0,60	6,45	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,90
[2] -	34,46	2,00	34,46	Terzaghi-Peck 1948- 1967	2,50
[3] -	11,91	2,80	11,91	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,93
[4] -	60,68	3,60	60,68	Terzaghi-Peck 1948- 1967	2,50

**MASW**

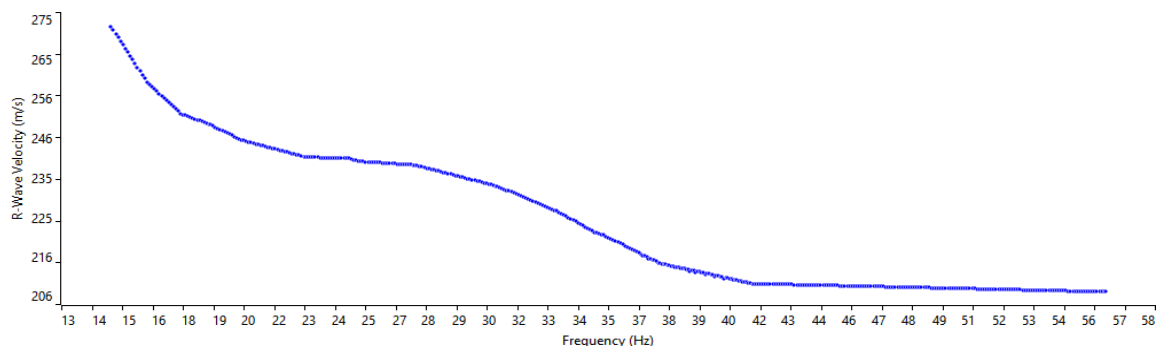


## MASW1

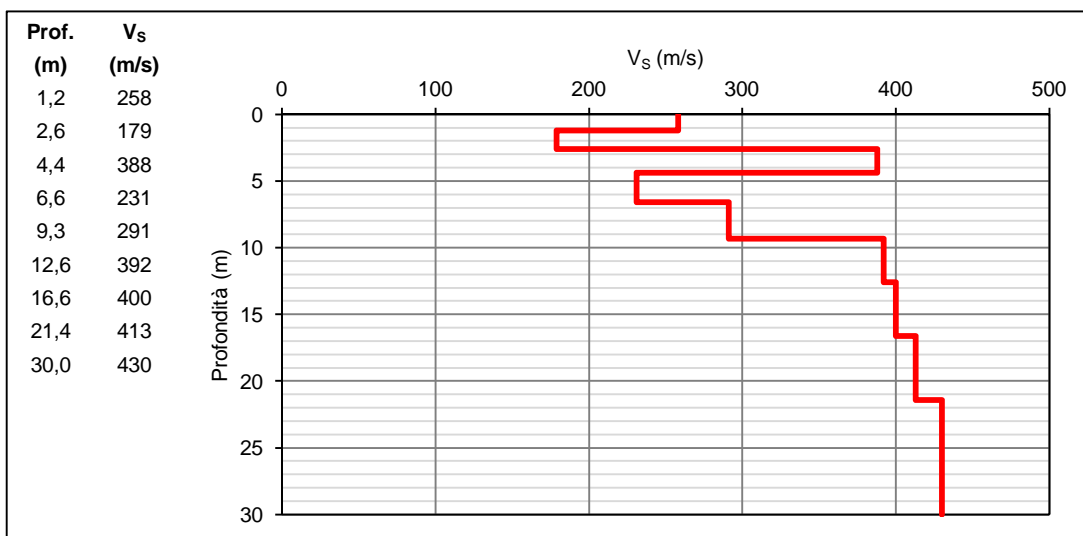
### *Dominio FK*



### *Curva di dispersione*

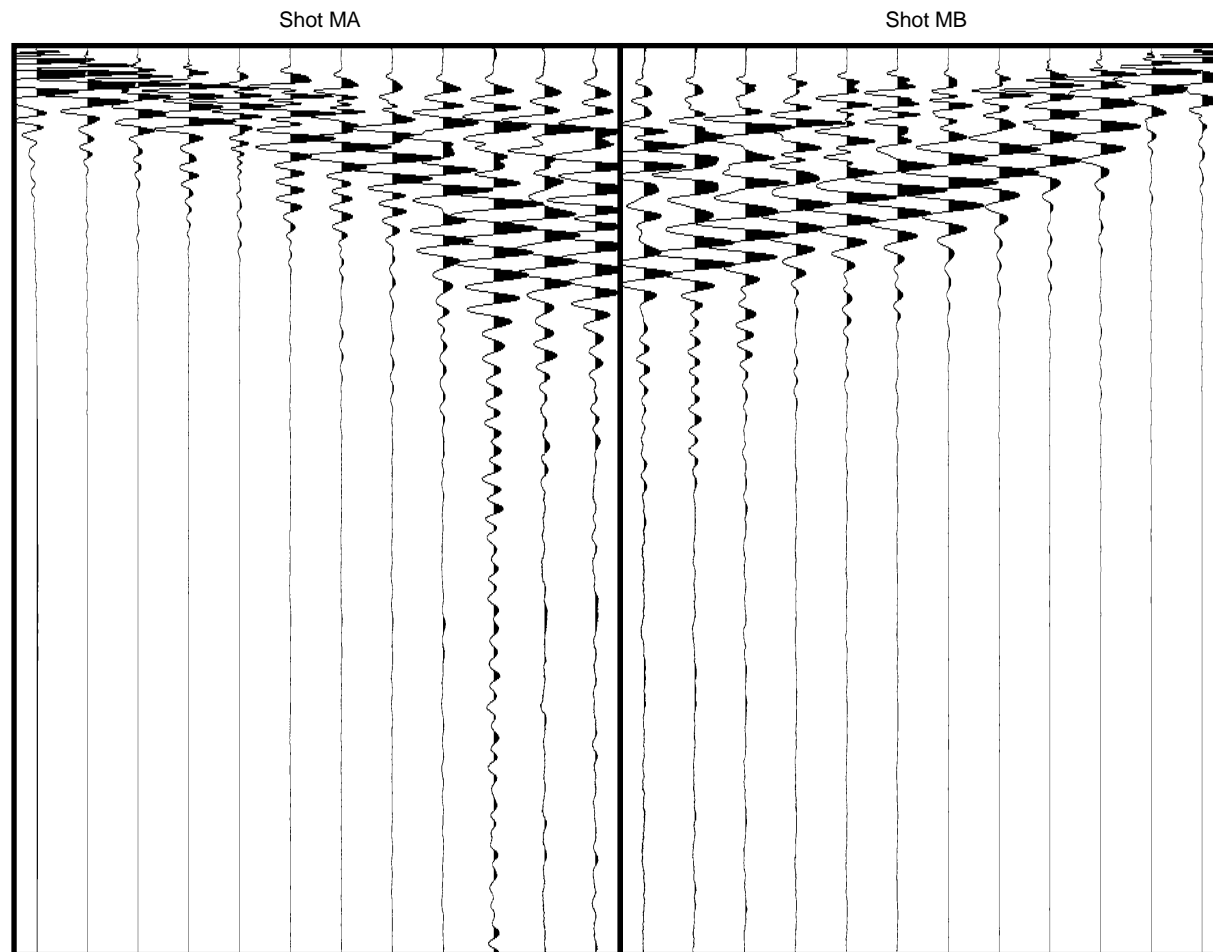


### *Profilo onde di taglio $V_s$*





## SISMOGRAMMI MASW1



Comune: Mosciano Sant'Angelo (TE)  
Committente: CTIP BLU S.r.l.  
Oggetto: Impianto di digestione anaerobica con produzione di biometano  
Data: 28/04/2017

Lunghezza linea: 39 m  
Geofoni: 12  
Distanza intergeofonica: 3 m  
Shots: 2

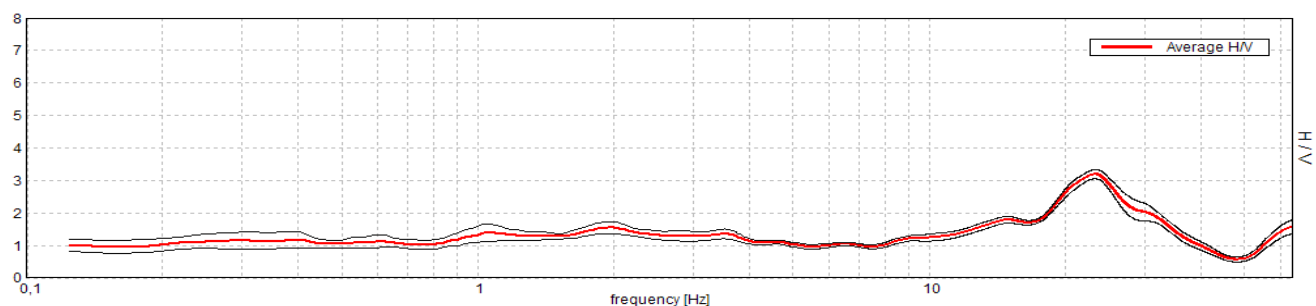
Sismografo: ECHO 12-24  
Tempo di registrazione: 1000 ms  
Sample interval: 0,13 ms - Samples: 7650  
Trace equalization: Si - Filtro high-cut: No

**MICROTREMORI**

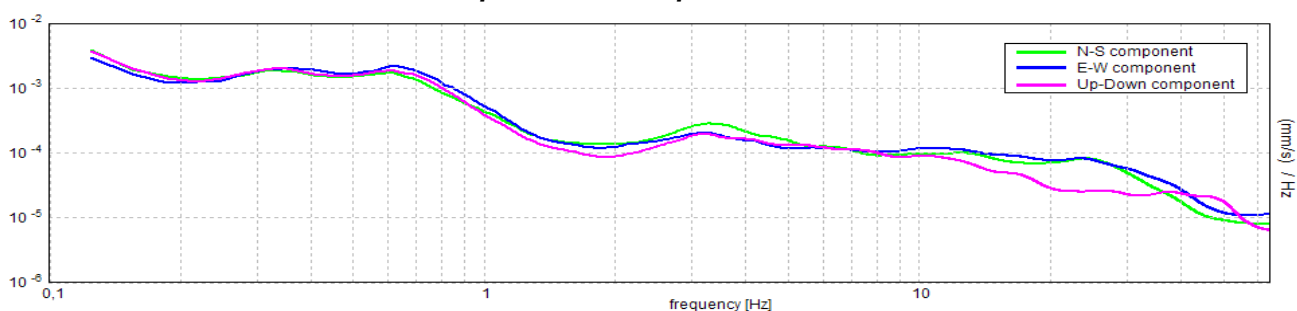


# MICROTREMORI MT1

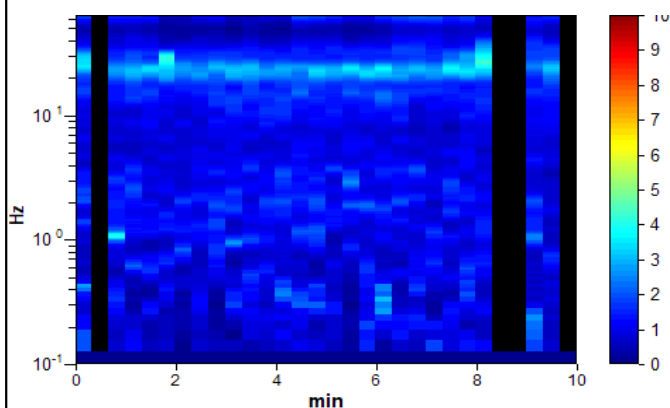
## HVSR



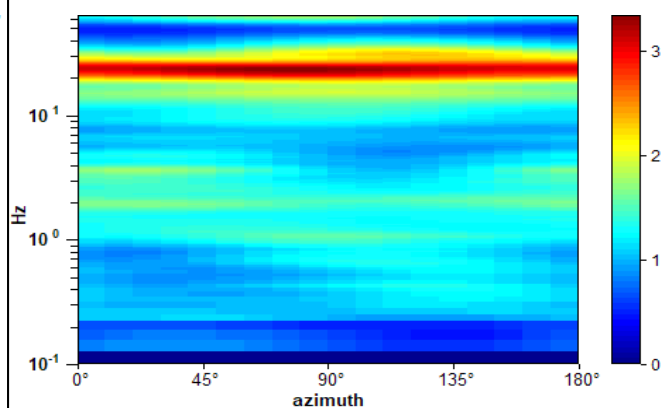
## Spettri delle componenti



## Serie temporale HVSR



## HVSR direzionale



## Criteri linee guida SESAME

<b>Picco massimo HVSR (Hz)</b>	<b>23,3</b>
Criteri di affidabilità curva HVSR	
$f_0 > 10 / L_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma A(f) < 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5\text{Hz}$	OK
Criteri di affidabilità picco HVSR	
Esiste $f'$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f') < A_0/2$	OK
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	OK
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

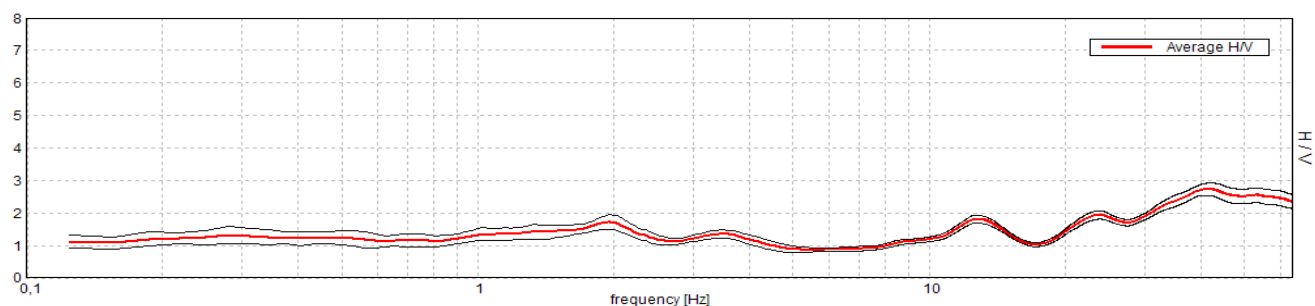
Comune: Mosciano Sant'Angelo (TE)  
Committente: CTIP BLU S.r.l.  
Progetto: Impianto di digestione anaerobica con produzione di biometano  
Data: 28/04/2017

Tromografo: Tromino TRZ-0014/01-09  
Tempo di registrazione: 10 min  
Frequenza di campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Lisciamento: Triangular window 15%

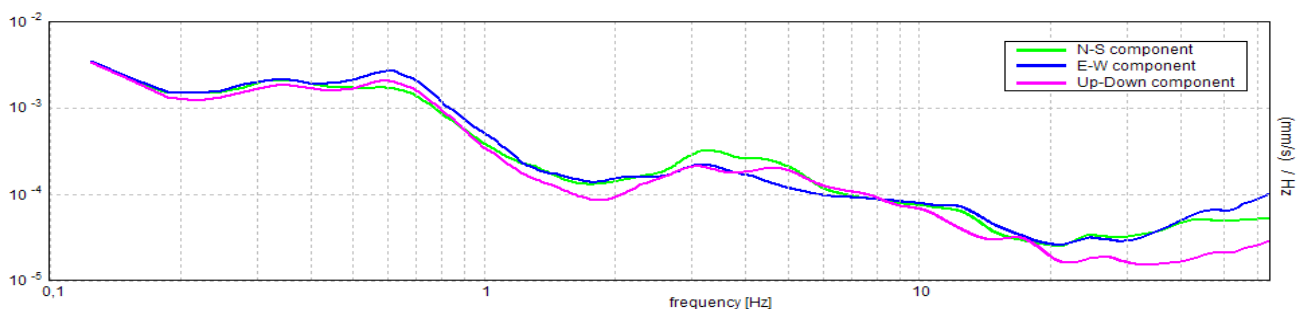


## MICROTREMORI MT2

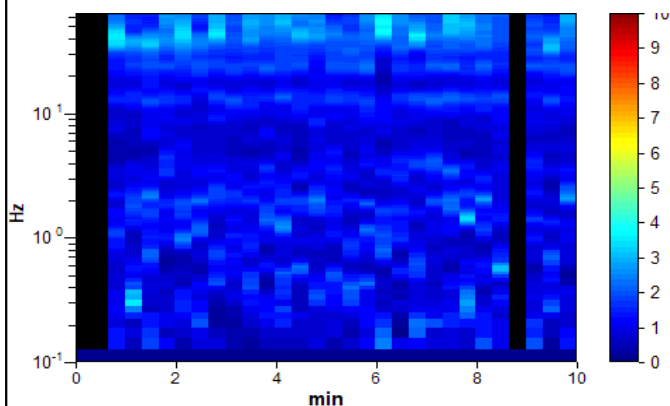
### HVSR



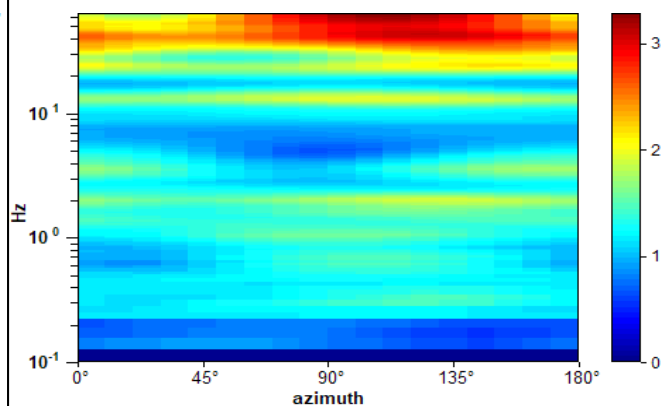
### Spettri delle componenti



### Serie temporale HVSR



### HVSR direzionale



### Criteri linee guida SESAME

#### Picco massimo HVSR (Hz)

41,7

Criteri di affidabilità curva HVSR

$$f_0 > 10 / L_w$$

OK

$$n_c(f_0) > 200$$

OK

$$\sigma A(f) < 2 \text{ per } 0,5f_0 < f < 2f_0 \text{ se } f_0 > 0,5\text{Hz}$$

OK

Criteri di affidabilità picco HVSR

$$\text{Esiste } f' \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f') < A_0/2$$

OK

$$\text{Esiste } f^* \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$$

NO

$$A_0 > 2$$

OK

$$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$$

NO

$$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$$

NO

$$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$$

OK

Comune: Mosciano Sant'Angelo (TE)

Committente: CTIP BLU S.r.l.

Progetto: Impianto di digestione anaerobica con produzione di biometano

Data: 28/04/2017

Tromografo: Tromino TRZ-0014/01-09

Tempo di registrazione: 10 min

Frequenza di campionamento: 128 Hz

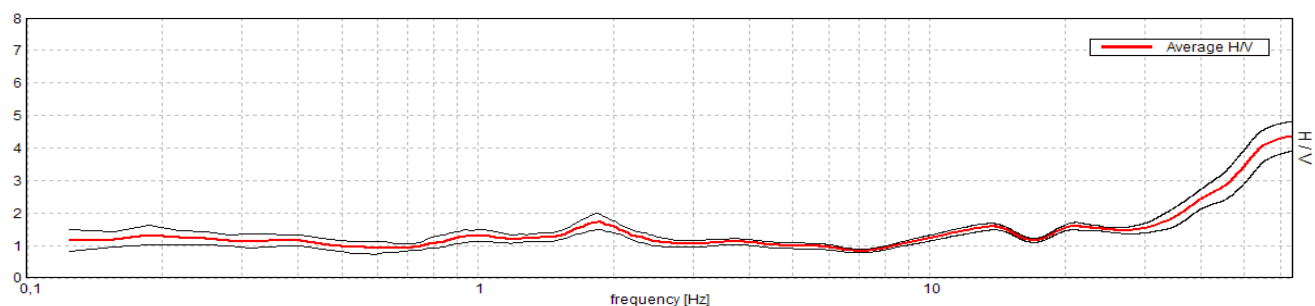
Lunghezza finestre: 20 s

Lisciamento: Triangular window 15%

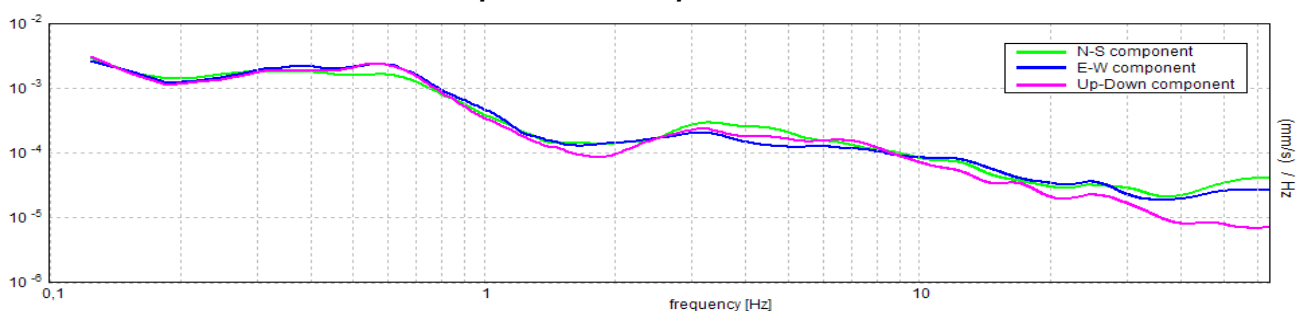


## MICROTREMORI MT3

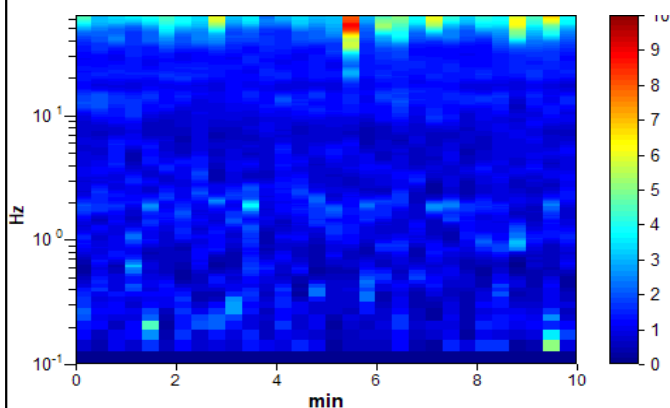
### HVSR



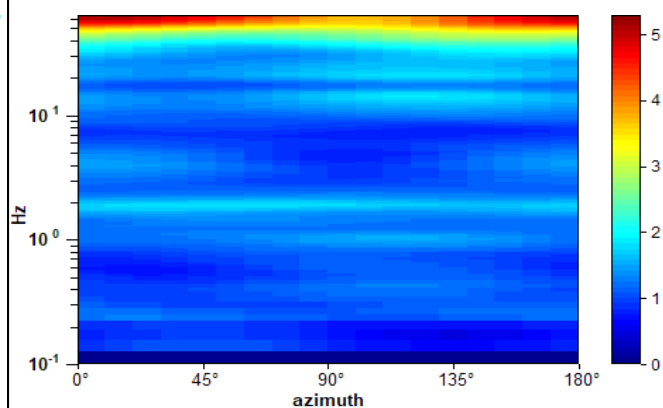
### Spettri delle componenti



### Serie temporale HVSR



### HVSR direzionale



### Criteri linee guida SESAME

<b>Picco massimo HVSR (Hz)</b>	<b>63,9</b>
Criteri di affidabilità curva HVSR	
$f_0 > 10 / L_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma A(f) < 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5\text{Hz}$	OK
Criteri di affidabilità picco HVSR	
Esiste $f'$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f') < A_0/2$	OK
Esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	NO
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

Comune: Mosciano Sant'Angelo (TE)  
Committente: CTIP BLU S.r.l.  
Progetto: Impianto di digestione anaerobica con produzione di biometano  
Data: 28/04/2017

Tromografo: Tromino TRZ-0014/01-09  
Tempo di registrazione: 10 min  
Frequenza di campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Lisciamento: Triangular window 15%