



Abruzzo Ambiente S.r.l.

Via G. Pascoli, 1A – 67100 L'Aquila – Tel./Fax 0862/65711

P.IVA e C.F. 01712820669

[www.abruzzoambiente.eu](http://www.abruzzoambiente.eu)



Geol. Daniela De Angelis

via Crisologo n°25, 65125 Pescara - cell. 393 2205894

P.IVA 01859470682

[deangelisdaniela@hotmail.it](mailto:deangelisdaniela@hotmail.it) - [www.geologiambiente.eu](http://www.geologiambiente.eu)

COMMITTENTE

Demorec S.r.l.

Cod.Fisc./ P.IVA. 01890820663

Via Umberto I, Colle di Preturo, 67100 L'Aquila

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA MESSA IN RISERVA (R13) ED IL RECUPERO (R5)  
DI RIFIUTI NON PERICOLOSI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE

**Integrazione alla relazione geologica**  
**con indagini sito specifiche**

Pescara, novembre 2013

IL TECNICO INCARICATO

Dott. Geol. Daniela De Angelis

## 1 - INTRODUZIONE

La presente integrazione fa riferimento al giudizio n°229 del 29/10/2013 del Comitato di Coordinamento Regionale per la valutazione d'Impatto Ambientale, in merito alla Verifica di Assoggettabilità Ambientale (ai sensi dell'art. 20 del D.Lgs. N°152/2006 e ss.mm.ii), presentato dalla ditta Demorec S.r.l., Via Umberto I, Colle di Preturo, 67100 L'Aquila, a supporto del progetto "Realizzazione di un impianto per la messa in riserva (R13) ed il recupero (R5) di rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione", sita nel Comune di L'Aquila in località Sassa, nell'Agglomerato Industriale di Sassa-Scoppito.

Nella presente integrazione saranno presentati i risultati della campagna geognostica e sismica effettuata nell'area di studio e la ricostruzione della possibile circolazione idrica sotterranea o superficiale.

## 2 – IDROGEOLOGIA DELL'AREA

L'area di studio si trova all'interno dei Depositi Alluvionali Olocenici del Torrente Raio. Questi depositi sono caratterizzati dalla sovrapposizione di lenti e strati tra loro interdigitati a depositi con differente grado di permeabilità.

Nell'area di studio sono state effettuate n° 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH per la caratterizzazione dei terreni.

Le prove effettuate hanno intercettato la falda rispettivamente a :

Prova	Quota prova s.l.m.	Soggiacenza falda dal p.c.
DPSH 1	658 m	2.6 m
DPSH 2	658.6 m	6 m
DPSH 3	657 m	Non riscontrata

le quote fanno riferimento alla CTNR della Regione Abruzzo scala 1:5.000

Queste prove hanno riscontrato la presenza di falde idriche sovrapposte. I litotipi presenti sono permeabili per porosità, che varia da zona a zona in funzione della granulometria dei depositi. Le falde fanno probabilmente parte di un'unica circolazione idrica, ma non sono presenti in tutti i litotipi e si trovano a quote diverse.

L'area è attraversata da molti canali artificiali di drenaggio, che veicolano la circolazione idrica superficiale. I canali sono poco profondi e venivano utilizzati per l'irrigazione dei campi. Attualmente non sono utilizzati se non per il deflusso superficiale durante le piogge. Di questo tipo fa parte anche il Rio Forcella, che si trova a 50 mt nella zona sud-ovest del sito.

Le falde individuate sono alimentate sia in maniera diretta, che indiretta.

A sud del sito è presente il Torrente Raio. Si trova ad una quota di 656-658 mt s.l.m. e ad una distanza di 860 mt. I canali e il deflusso idrico superficiale defluiscono verso il Torrente.

La ricostruzione è concorde con le caratteristiche del “**Complesso fluvio-lacustre (fl)**” della *Carta dei complessi Idrogeologici della Regione Abruzzo*, nel quale ricade la nostra area di studio.

Per quanto riguarda il rischio idraulico presente nell’area, come si può notare dalla Carta della Pericolosità del Piano Stralcio Difesa Alluvioni PSDA della Regione Abruzzo, la zona di studio non rientra all’interno di nessuna area a rischio.



Figura 1 – CTRN con ubicazione delle misure della piezometrica e le quote in blu, in rosso è delineata l’area di intervento, in azzurro i canali di drenaggio e l’area considerata a pericolo idrogeologico del PSDA e in blu la traccia del torrente Raio e le linee di drenaggio.

La struttura in progetto è un sito di stoccaggio e recupero di materiali non pericolosi da costruzione e demolizione. Non essendoci un deflusso idrico superficiale perenne immediatamente adiacente all’area di stoccaggio, non ci sono pericoli immediati di contaminazione dell’acqua da parte dei materiali stoccati.

### 3 – PROVE GEOGNOSTICHE E STRATIGRAFIA

#### 3.1 – PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Al fine di ricostruire la stratigrafia di dettaglio della nostra area di studio conoscere le caratteristiche geotecniche dei terreni, sono state reperiti n°3 prove penetrometriche superpesanti DPSH. Le prove 1, 2 e 3 si sono spinte rispettivamente fino a 8 , 7.60 e 7.60 m di prof dal p.c.

L’ubicazione delle prove e la stratigrafia sono presenti in allegato.

Le prove hanno confermato la presenza di sedimenti sabbioso-limosi e ciottolosi tipici della deposizione fluviale che ha generato la valle. I sedimenti hanno geometrie lenticolari che si intersecano tra di loro e sono tutti di matrice sabbiosa da fine a grossolana con ciottoli sparsi o ghiaie da poco addensate ad addensate.



Figura 2 – CTRN con ubicazione delle prove DPSH in verde, in azzurro la traccia della sezione MASW e in blu le tracce delle sezioni geologiche.

Qui di seguito riportiamo una tabella con le litologie incontrate e le profondità di riferimento:

STRATI	Prof. Strato	Classificaz. A.G.I. (1977)	Nspt	Peso unità di volume	Peso unità di volume saturo	Cu	Eed	Ey	Angolo d'attrito
	(m)		(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(°)
<b>DPSH1</b>									
STRATO 1	4,8	POCO ADDENSATO	5,7	1,57	1,89	---	39,17	----	29,6
STRATO 2	7,2	MODERATAMENTE ADDENSATO	10,66	1,82	1,94	---	49,36	128,30	30,98
STRATO 3	8	MOLTO ADDENSATO	55,49	2,18	2,5	---	99,86	251,23	37,87
<b>DPSH 2</b>									
STRATO 1	1,4	POCO ADDENSATO	4,81	1,58	1,89	---	37,34	---	29,35
STRATO 2	7	POCO ADDENSATO	9,8	1,5	1,88	---	47,59	---	30,74
STRATO 3	7,6	ADDENSATO	59,53	1,5	1,88	---	104,01	261,33	38,43
<b>DPSH 3</b>									
STRATO 1	3	POCO ADDENSATO	7,14	1,63	1,9	---	42,13	---	30
STRATO 2	7,2	POCO ADDENSATO	7,04	1,62	1,9	---	41,92	---	29,97
STRATO 3	7,6	MOLTO ADDENSATO	47,53	2,23	2,5	---	125,09	312,65	41,31

Le sezioni geolitologiche mostrano geometria dei depositi alluvionali. In blu è segnata la superficie piezometrica.

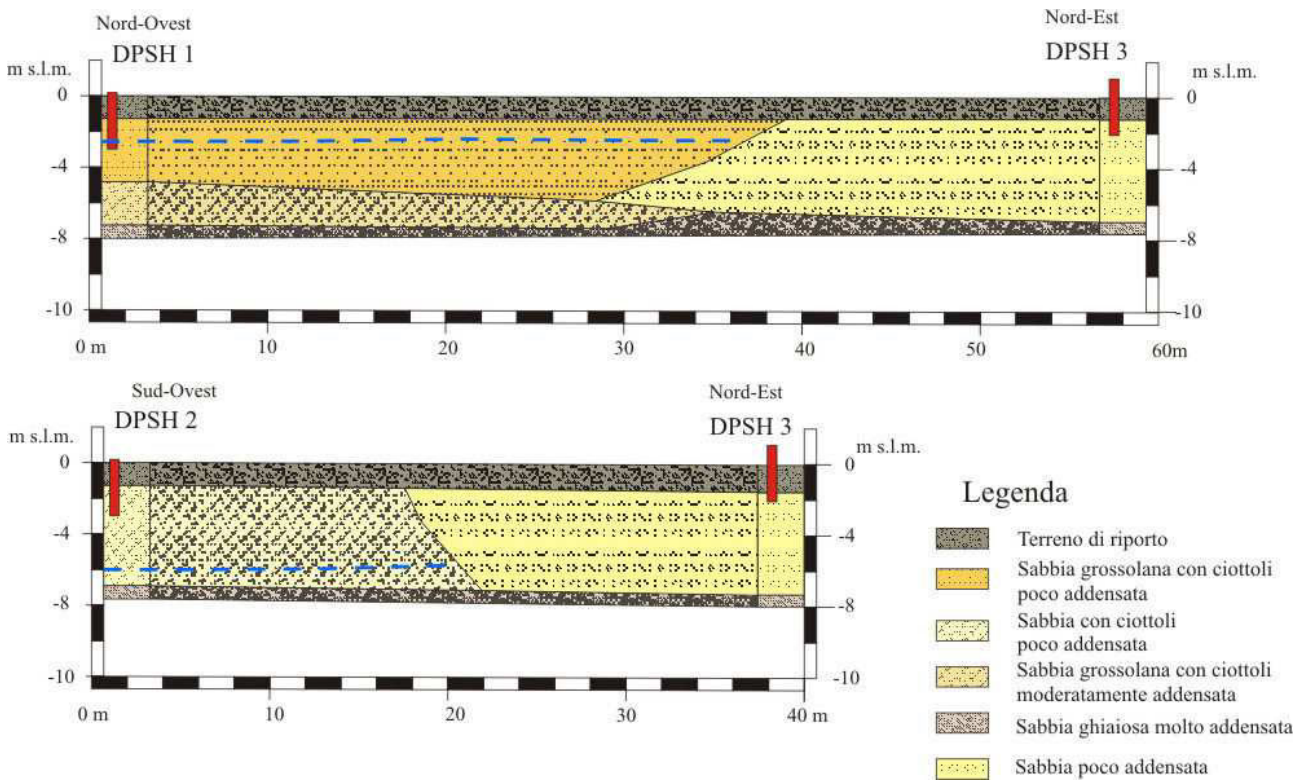


Figura 3 – Sezioni geolitologiche dell'area oggetto di studio.

## 4 - PROVE GEOFISICHE

### 4.1 –MASW – MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES

E' stata effettuata una prova sismica Masw – Multichannel Analysis of surface waves per trovare la categoria di suolo e il valore di Vs30 del sito in esame.



Figura 4 – CTRN con ubicazione della traccia della MASW.

Il report della prova effettuata ha evidenziato che il Vs30 dell'area è di **320 m/s**, che corrisponde alla categoria di suolo **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 Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < \text{NSPT30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < \text{cu30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

## CONCLUSIONI

La presente integrazione fa riferimento al giudizio n°229 del 29/10/2013 del Comitato di Coordinamento Regionale per la valutazione d'Impatto Ambientale, in merito alla Verifica di Assoggettabilità Ambientale (ai sensi dell'art. 20 del D.Lgs. N°152/2006 e ss.mm.ii), presentato dalla ditta Demorec S.r.l., Via Umberto I, Colle di Preturo, 67100 L'Aquila, a supporto del progetto "Realizzazione di un impianto per la messa in riserva (R13) ed il recupero (R5) di rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione", sita nel Comune di L'Aquila in località Sassa, nell'Agglomerato Industriale di Sassa-Scoppito.

Nell'area di studio sono state effettuate n° 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH per la caratterizzazione dei terreni. Le prove DPSH 1 e 2 hanno intercettato la falda rispettivamente a 2.6 , 6 m di profondità dal piano campagna, mentre la prova DPSH 3 non ha intercettato nessuna falda.

Queste prove hanno riscontrato la presenza di falde idriche sovrapposte. L'area è attraversata da molti canali artificiali di drenaggio, che veicolano la circolazione idrica superficiale. I canali sono poco profondi e venivano utilizzati per l'irrigazione dei campi. Attualmente non sono utilizzati se non per il deflusso superficiale durante le piogge. Di questo tipo fa parte anche il Rio Forcella, che si trova a 50 mt nella zona sud-ovest del sito. A sud del sito è presente il Torrente Raio. Si trova ad una quota di 656-658 mt s.l.m. e ad una distanza di 860 mt. I canali e il deflusso idrico superficiale defluiscono verso il Torrente.

Le prove penetrometriche superpesanti DPSH si sono spinte rispettivamente fino a 8 , 7.60 e 7.60 m di prof dal p.c.

Le prove hanno confermato la presenza di sedimenti sabbioso-limosi e ciottolosi tipici della deposizione fluviale che ha generato la valle. I sedimenti hanno geometrie lenticolari che si intersecano tra di loro e sono tutti di matrice sabbiosa da fine a grossolana con ciottoli sparsi o ghiaie da poco addensate ad addensate. La geometria è visibile dalla sezione geolitologica esemplificativa, presente nell'allegato 3.



E' stata effettuata una prova sismica MASW per individuare la categoria di suolo e il valore di Vs30 del sito in esame. Il report della prova effettuata ha evidenziato che la categoria di suolo è C e il Vs30 è di **320** m/s.

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti.

Il tecnico incaricato

Dott. Geol. Daniela De Angelis

*Daniela De Angelis*



## SOMMARIO

1 - INTRODUZIONE .....	1
2 – IDROGEOLOGIA DELL’AREA .....	1
3.1 – PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE .....	2
4 - PROVE GEOFISICHE .....	4
4.1 –MASW – MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES .....	4
CONCLUSIONI.....	5

*Allegati :*

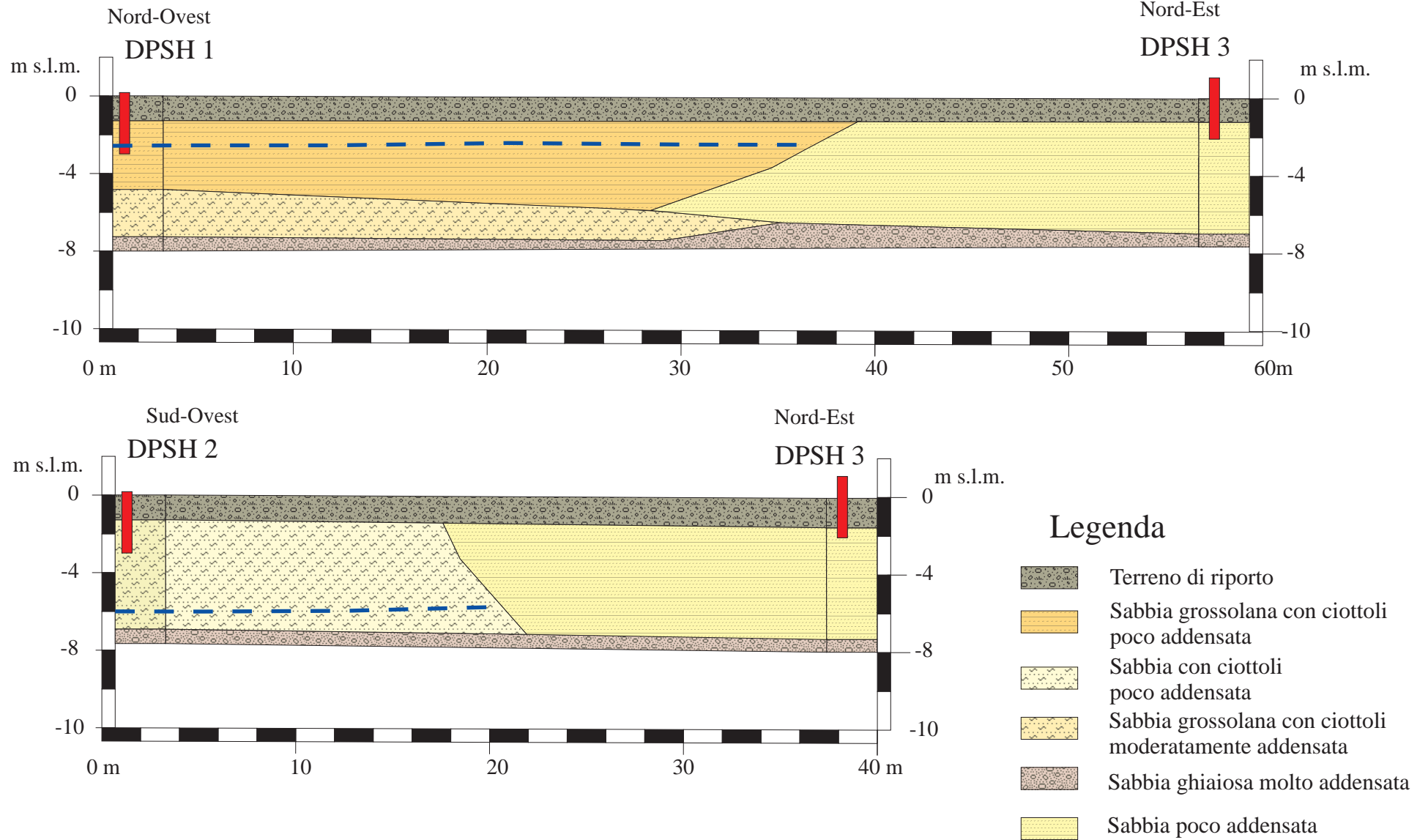
- 1. Stralcio CTRN con ubicazione prove effettuate, scala 1:10.000.*
- 2. Stralcio CTRN con quote piezometrica, scala 1:10.000.*
- 3. Sezione geolitologica.*
- 4. Certificati ed elaborazione delle prove DPSH effettuate.*
- 5. Relazione della prova MASW effettuata.*



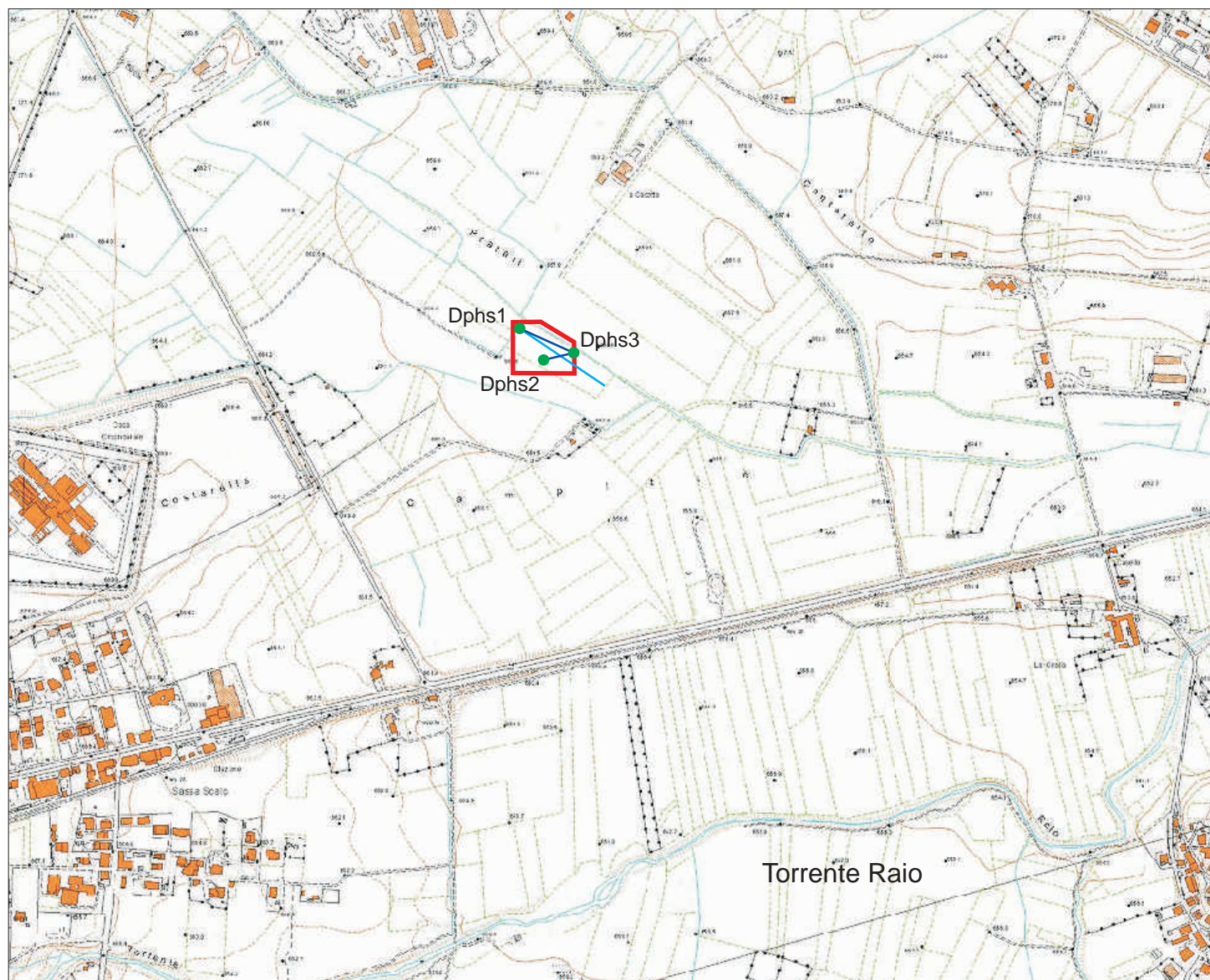


# ALLEGATI


# ALLEGATO 3 : SEZIONI GEOLITOLOGICHE



# ALLEGATO 1 - STRALCIO CTRN DELLA REGIONE ABRUZZO CON UBICAZIONE DELLE PROVE



## LEGENDA






-  Area di studio
-  Dphs1 Localizzazione prove geognostiche
-  Traccia stendimento sismico MASW
-  Traccia sezioni

SCALA 1:10.000

## ALLEGATO 2 - STRALCIO CTRN DELLA REGIONE ABRUZZO CON QUOTE PIEZOMETRICA



### LEGENDA

-  Area di studio
-  652 Ubicazione e misure della piezometrica
-  Canali di drenaggio
-  Torrente Raio
-  PSDA - Pericolosità

SCALA 1:10.000



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
all'esecuzione e certificazione di indagini, prelievo di campioni e prove geotecniche in  
situ, in conformità all'art. 59 D.P.R 380/2001 e s.m.i, con Autorizzazione Ministeriale  
n. 1840 del 16/02/2012

LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001-2008 N. IT 239533

DATA DI EMISSIONE 25/09/2013

NUMERO DI SERIE #0391#

## LABORATORIO GEOTECNICO IN SITU

### GEOLOGIA E PERFORAZIONI DI GALLI E CANNESE SNC

VIA LIGURIA 19/L 67051 AVEZZANO (AQ), TEL/FAX 0863/441434 DOTT. CANNESE 3407601856 DOTT. GALLI 340 7736916, PARTITA IVA 01681900666

<b>CERTIFICATO PROVA PENETROMETRICADINAMICA DPSH</b> ALL6M- PGQ09 - VER 00-28/05/13	
<i>DATI COMMITTENTE</i>	
NOME, COGNOME O RAGIONE SOCIALE: <b>Abruzzo Ambiente srl</b>	
<i>IDENTIFICAZIONE CANTIERE</i>	
LOCALITA' DEL CANTIERE: <b>loc. nucleo industriale di Sassa (Aq)</b>	NOTE: <b>/</b>
NOME PROGETTO OPPURE OPERA DA REALIZZARE: <b>Progettazione di un edificio industriale</b>	
ALLEGATI : Ubicazione prova, foto illustrative.	

<i>DATI DELLA PROVA</i>			
<b>SIGLA PROVA</b> <b>DPSH1</b>	<b>DATA INDAGINE</b> <b>19/09/2013</b>	<b>MARCA E MODELLO</b> <b>STRUMENTO</b> PAGANI TG63-200KN Statico-dinamico	<b>COORDINATE GEOGRAFICHE (WGS-84DATUM):</b> <b>42°21'59"N 13°18'03"E</b> Nota: I valori di coordinate sono approssimati con un errore medio di circa +/- 50metri
<b>-TIPO DI</b> MAGLIO 63,5 KG <b>-CADUTA</b> 0,75M	<b>-MASSA DEL</b> COMPLESSO ASTA DI GUIDA E TESTA DI BATTUTA MAX 30KG	<b>-LUNGHEZZA ASTA 1M</b> <b>-MASSA ASTA 6,21 KG/M</b> <b>-DIAMETRO ASTA</b> 32MM <b>DIAMETRO</b> RIVESTIMENTO 48MM <b>USO RIVESTIMENTO: NO</b>	<b>-DIAMETRO BASE PUNTA</b> CONICA 50.5MM <b>-ANGOLO APERTURA CONO 90°</b> <b>-ALTEZZA COMPLESSIVA PUNTA</b> 126,3MM <b>- AREA BASE 20CM<sup>2</sup></b> <b>-PENETRAZIONE STANDARD 20CM</b> <b>-NUMERO DI COLPI /PENETRAZIONE STANDARD (N<sub>20</sub>)</b> <b>-COMPRESSIONE LEASTICA MASSIMA RISPETTO ALLA</b> <b>PENETRAZIONE 50%</b> <b>-CAMPO DI COLPI STANDARD 5-100</b> <b>-LAVORO SPECIFICO PER COLPO MgH/A 234 kj/m<sup>2</sup></b> -
PER EVENTUALI ALTRE DATI TECNICI NECESSARI, PREGO RICHIEDERLI A GEOLOGIA E PERFORAZIONI SNC OPPURE CONSULTARE LA METODOLOGIA SEGUITA DA <b>GEOLOGIA E PERFORAZIONI snc</b> PROCEDURA ISSMFE (International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering)			

#### MISURE ESAMI E RISULTATI DPSH

Prof.(m)	Num colpi	Prof (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof(m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi		
0.2	-----	2.2	2	4.2	4	6.2	7	8.2	/	10.2	/	12.2	/	14.2	/	16.2	/	18.2	/
0.4	6	2.4	4	4.4	5	6.4	7	8.4	/	10.4	/	12.4	/	14.4	/	16.4	/	18.4	/
0.6	5	2.6	3	4.6	5	6.6	5	8.6	/	10.6	/	12.6	/	14.6	/	16.6	/	18.6	/
0.8	5	2.8	3	4.8	5	6.8	8	8.8	/	10.8	/	12.8	/	14.8	/	16.8	/	18.8	/
1.0	4	3.0	5	5.0	9	7.0	7	9.0	/	11.0	/	13.0	/	15.0	/	17.0	/	19.0	/
1.2	3	3.2	6	5.2	8	7.2	13	9.2	/	11.2	/	13.2	/	15.2	/	17.2	/	19.2	/
1.4	3	3.4	5	5.4	6	7.4	20	9.4	/	11.4	/	13.4	/	15.4	/	17.4	/	19.4	/
1.6	2	3.6	5	5.6	8	7.6	36	9.6	/	11.6	/	13.6	/	15.6	/	17.6	/	19.6	/
1.8	2	3.8	4	5.8	5	7.8	45	9.8	/	11.8	/	13.8	/	15.8	/	17.8	/	19.8	/
2.0	3	4.0	4	6.0	4	8.0	Rif.	10.0	/	12.0	/	14.0	/	16.0	/	18.0	/	20.0	/

*MISURE, ESAMI, RISULTATI (CORREDATE EVENTUALMENTE, IN ALLEGATO, DA TABELLE, GRAFICI, DISEGNI, FOTOGRAFIE)*

Rilievo della falda nel corso della prova (da eventuale piezometro presente nell'area): <b>m / dal piano campagna</b>
DATA INDAGINE: <b>19/09/2013</b>
Anomalie riscontrate eventuali: <b>aste umide da -2.6 metri</b>
Si ricorda che per la corretta interpretazione dei risultati, in base alle raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana (1977) è opportuno disporre del profilo stratigrafico ed eventualmente dei risultati delle prove di laboratorio su campioni indisturbati, prelevati in sondaggio a carotaggio o con tecniche similari..



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
all'esecuzione e certificazione di indagini, prelievo di campioni e prove geotecniche in  
situ, in conformità all'art. 59 D.P.R 380/2001 e s.m.i, con Autorizzazione Ministeriale  
n. 1840 del 16/02/2012

LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001-2008 N. IT 239533

DATA DI EMISSIONE 25/09/2013

NUMERO DI SERIE #0392#

## LABORATORIO GEOTECNICO IN SITU

### GEOLOGIA E PERFORAZIONI DI GALLI E CANNESE SNC

VIA LIGURIA 19/L 67051 AVEZZANO (AQ), TEL/FAX 0863/441434 DOTT. CANNESE 3407601856 DOTT. GALLI 340 7736916, PARTITA IVA 01681900666

<b>CERTIFICATO PROVA PENETROMETRICADINAMICA DPSH</b> ALL6M- PGQ09 - VER 00-28/05/13	
<i>DATI COMMITTENTE</i>	
NOME, COGNOME O RAGIONE SOCIALE: <b>Abruzzo Ambiente srl</b>	
<i>IDENTIFICAZIONE CANTIERE</i>	
LOCALITA' DEL CANTIERE: <b>loc. nucleo industriale di Sassa (Aq)</b>	NOTE: /
NOME PROGETTO OPPURE OPERA DA REALIZZARE: <b>Realizzazione di un edificio industriale</b>	
ALLEGATI : Ubicazione prova, foto illustrative.	

<i>DATI DELLA PROVA</i>			
<b>SIGLA PROVA</b> <b>DPSH2</b>	<b>DATA INDAGINE</b> <b>19/09/2013</b>	<b>MARCA E MODELLO STRUMENTO</b> PAGANI TG63-200KN Statico-dinamico	<b>COORDINATE GEOGRAFICHE (WGS-84DATUM):</b> <b>42°21'58"N 13°18'05"E</b> Nota: I valori di coordinate sono approssimati con un errore medio di circa +/- 50metri
-TIPO DI MAGLIO 63,5 KG -CADUTA 0,75M	-MASSA DEL COMPLESSO ASTA DI GUIDA E TESTA DI BATTUTA MAX 30KG	-LUNGHEZZA ASTA 1M -MASSA ASTA 6,21 KG/M -DIAMETRO ASTA 32MM DIAMETRO RIVESTIMENTO 48MM USO RIVESTIMENTO: NO	-DIAMETRO BASE PUNTA CONICA 50.5MM -ANGOLO APERTURA CONO 90° -ALTEZZA COMPLESSIVA PUNTA 126,3MM - AREA BASE 20CM <sup>2</sup> -PENETRAZIONE STANDARD 20CM -NUMERO DI COLPI /PENETRAZIONE STANDARD (N <sub>20</sub> ) -COMPRESSIONE LEASTICA MASSIMA RISPETTO ALLA PENETRAZIONE 50% -CAMPO DI COLPI STANDARD 5-100 -LAVORO SPECIFICO PER COLPO MgH/A 234 kj/m <sup>2</sup>
PER EVENTUALI ALTRE DATI TECNICI NECESSARI, PREGO RICHIEDERLI A GEOLOGIA E PERFORAZIONI SNC OPPURE CONSULTARE LA METODOLOGIA SEGUITA DA <b>GEOLOGIA E PERFORAZIONI snc</b> PROCEDURA ISSMFE (International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering)			

#### MISURE ESAMI E RISULTATI DPSH

Prof.(m)	Num colpi	Prof (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof(m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi
0.2	-----	2.2	2	4.2	5	6.2	7	8.2	/	10.2	/	12.2	/	14.2	/	16.2	/
0.4	6	2.4	3	4.4	7	6.4	7	8.4	/	10.4	/	12.4	/	14.4	/	16.4	/
0.6	5	2.6	3	4.6	4	6.6	7	8.6	/	10.6	/	12.6	/	14.6	/	16.6	/
0.8	5	2.8	3	4.8	6	6.8	7	8.8	/	10.8	/	12.8	/	14.8	/	16.8	/
1.0	4	3.0	4	5.0	4	7.0	12	9.0	/	11.0	/	13.0	/	15.0	/	17.0	/
1.2	4	3.2	5	5.2	4	7.2	15	9.2	/	11.2	/	13.2	/	15.2	/	17.2	/
1.4	3	3.4	6	5.4	6	7.4	31	9.4	/	11.4	/	13.4	/	15.4	/	17.4	/
1.6	2	3.6	5	5.6	7	7.6	Rif.	9.6	/	11.6	/	13.6	/	15.6	/	17.6	/
1.8	2	3.8	5	5.8	7	7.8	/	9.8	/	11.8	/	13.8	/	15.8	/	17.8	/
2.0	3	4.0	5	6.0	9	8.0	/	10.0	/	12.0	/	14.0	/	16.0	/	18.0	/

*MISURE, ESAMI, RISULTATI (CORREDATE EVENTUALMENTE, IN ALLEGATO, DA TABELLE, GRAFICI, DISEGNI, FOTOGRAFIE)*

Rilievo della falda nel corso della prova (da eventuale piezometro presente nell'area): <b>m / dal piano campagna</b>
DATA INDAGINE: <b>19/09/2013</b>
Anomalie riscontrate eventuali: <b>aste umide da -6.0 metri</b>
Si ricorda che per la corretta interpretazione dei risultati, in base alle raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana (1977) è opportuno disporre del profilo stratigrafico ed eventualmente dei risultati delle prove di laboratorio su campioni indisturbati, prelevati in sondaggio a carotaggio o con tecniche similari..



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
all'esecuzione e certificazione di indagini, prelievo di campioni e prove geotecniche in  
situ, in conformità all'art. 59 D.P.R 380/2001 e s.m.i, con Autorizzazione Ministeriale  
n. 1840 del 16/02/2012

LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001-2008 N. IT 239533

DATA DI EMISSIONE 25/09/2013

NUMERO DI SERIE #0393#

## LABORATORIO GEOTECNICO IN SITU

### GEOLOGIA E PERFORAZIONI DI GALLI E CANNESE SNC

VIA LIGURIA 19/L 67051 AVEZZANO (AQ), TEL/FAX 0863/441434 DOTT. CANNESE 3407601856 DOTT. GALLI 340 7736916, PARTITA IVA 01681900666

<b>CERTIFICATO PROVA PENETROMETRICADINAMICA DPSH</b> ALL6M- PGQ09 - VER 00-28/05/13	
<i>DATI COMMITTENTE</i>	
NOME, COGNOME O RAGIONE SOCIALE: <b>Abruzzo Ambiente srl</b>	
<i>IDENTIFICAZIONE CANTIERE</i>	
LOCALITA' DEL CANTIERE: <b>loc. nucleo industriale di Sassa (Aq)</b>	NOTE: <b>/</b>
NOME PROGETTO OPPURE OPERA DA REALIZZARE: <b>Realizzazione di un edificio industriale</b>	
ALLEGATI : Ubicazione prova, foto illustrative.	

<i>DATI DELLA PROVA</i>			
<b>SIGLA PROVA</b> <b>DPSH3</b>	<b>DATA INDAGINE</b> <b>19/09/2013</b>	<b>MARCA E MODELLO</b> <b>STRUMENTO</b> PAGANI TG63-200KN Statico-dinamico	<b>COORDINATE GEOGRAFICHE (WGS-84DATUM):</b> <b>42°21'59"N 13°18'07"E</b> Nota: I valori di coordinate sono approssimati con un errore medio di circa +/- 50metri
-TIPO DI MAGLIO 63,5 KG -CADUTA 0,75M	-MASSA DEL COMPLESSO ASTA DI GUIDA E TESTA DI BATTUTA MAX 30KG	-LUNGHEZZA ASTA 1M -MASSA ASTA 6,21 KG/M -DIAMETRO ASTA 32MM DIAMETRO RIVESTIMENTO 48MM USO RIVESTIMENTO: NO	-DIAMETRO BASE PUNTA CONICA 50.5MM -ANGOLO APERTURA CONO 90° -ALTEZZA COMPLESSIVA PUNTA 126,3MM - AREA BASE 20CM <sup>2</sup> -PENETRAZIONE STANDARD 20CM -NUMERO DI COLPI /PENETRAZIONE STANDARD (N <sub>20</sub> ) -COMPRESSIONE LEASTICA MASSIMA RISPETTO ALLA PENETRAZIONE 50% -CAMPO DI COLPI STANDARD 5-100 -LAVORO SPECIFICO PER COLPO MgH/A 234 kj/m <sup>2</sup>
PER EVENTUALI ALTRE DATI TECNICI NECESSARI, PREGO RICHIEDERLI A GEOLOGIA E PERFORAZIONI SNC OPPURE CONSULTARE LA METODOLOGIA SEGUITA DA <b>GEOLOGIA E PERFORAZIONI snc</b> PROCEDURA ISSMFE (International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering)			

#### MISURE ESAMI E RISULTATI DPSH

Prof.(m)	Num colpi	Prof (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof(m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi	Prof. (m)	Num colpi		
0.2	-----	2.2	2	4.2	4	6.2	7	8.2	/	10.2	/	12.2	/	14.2	/	16.2	/	18.2	/
0.4	6	2.4	3	4.4	4	6.4	5	8.4	/	10.4	/	12.4	/	14.4	/	16.4	/	18.4	/
0.6	5	2.6	5	4.6	4	6.6	8	8.6	/	10.6	/	12.6	/	14.6	/	16.6	/	18.6	/
0.8	5	2.8	5	4.8	5	6.8	9	8.8	/	10.8	/	12.8	/	14.8	/	16.8	/	18.8	/
1.0	6	3.0	6	5.0	4	7.0	7	9.0	/	11.0	/	13.0	/	15.0	/	17.0	/	19.0	/
1.2	6	3.2	5	5.2	5	7.2	15	9.2	/	11.2	/	13.2	/	15.2	/	17.2	/	19.2	/
1.4	6	3.4	6	5.4	4	7.4	32	9.4	/	11.4	/	13.4	/	15.4	/	17.4	/	19.4	/
1.6	2	3.6	4	5.6	4	7.6	Rif.	9.6	/	11.6	/	13.6	/	15.6	/	17.6	/	19.6	/
1.8	2	3.8	5	5.8	5	7.8	/	9.8	/	11.8	/	13.8	/	15.8	/	17.8	/	19.8	/
2.0	2	4.0	4	6.0	8	8.0	/	10.0	/	12.0	/	14.0	/	16.0	/	18.0	/	20.0	/

*MISURE, ESAMI, RISULTATI (CORREDATE EVENTUALMENTE, IN ALLEGATO, DA TABELLE, GRAFICI, DISEGNI, FOTOGRAFIE)*

Rilievo della falda nel corso della prova (da eventuale piezometro presente nell'area): <b>m / dal piano campagna</b>
DATA INDAGINE: <b>19/09/2013</b>
Anomalie riscontrate eventuali: <b>/</b>
<b>Si ricorda che per la corretta interpretazione dei risultati, in base alle raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana (1977) è opportuno disporre del profilo stratigrafico ed eventualmente dei risultati delle prove di laboratorio su campioni indisturbati, prelevati in sondaggio a carotaggio o con tecniche similari..</b>



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
all'esecuzione e certificazione di indagini, prelievo di campioni e prove geotecniche in  
situ, in conformità all'art. 59 D.P.R 380/2001 e s.m.i, con Autorizzazione Ministeriale  
n. 1840 del 16/02/2012

LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001-2008 N. IT 239533

## LABORATORIO GEOTECNICO IN *SITU* GEOLOGIA E PERFORAZIONI DI GALLI E CANNESSE SNC

VIA LIGURIA 19/L 67051 AVEZZANO (AQ), TEL/FAX 0863/441434 DOTT. CANNESSE 3407601856 DOTT. GALLI 340 7736916, PARTITA IVA 01681900666

ALLEGATO AL CERTIFICATO N°: #0391#; #0392#; #0393#.

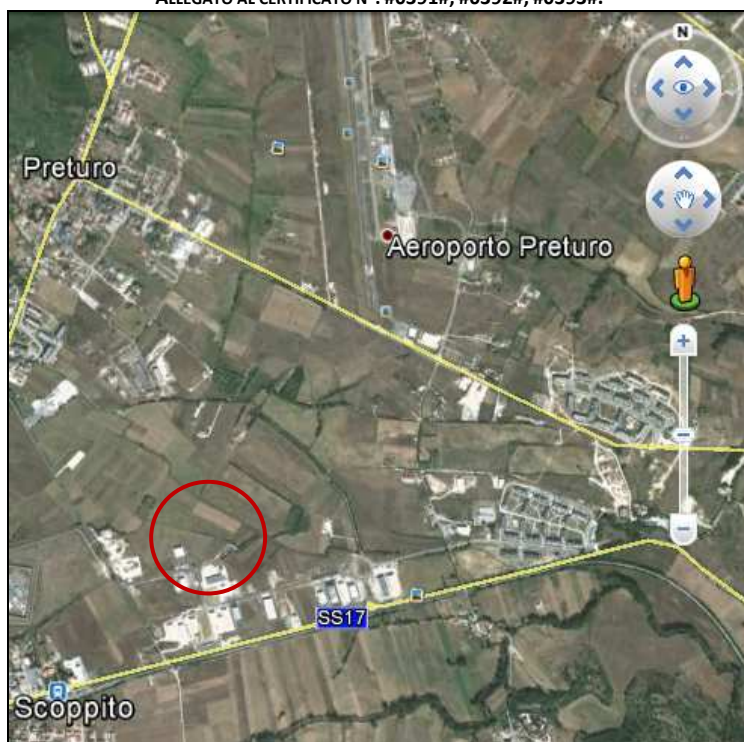


Figura 1- Ubicazione area indagine (cerchio rosso) immagine da Google earth

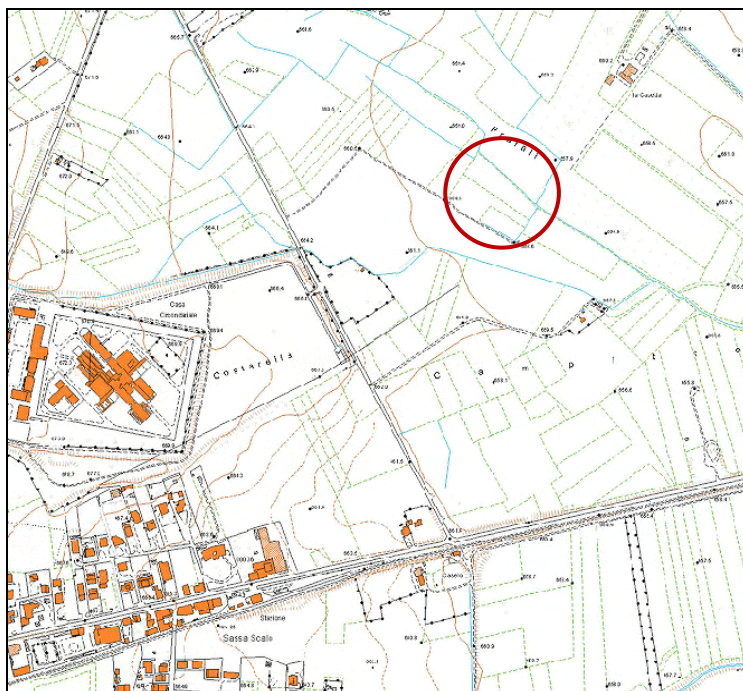


Figura 2- Ubicazione area indagine(cerchio rosso)-Stralcio carta CTRN Regione Abruzzo (scala 1:5000)





*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
all'esecuzione e certificazione di indagini, prelievo di campioni e prove geotecniche in  
situ, in conformità all'art. 59 D.P.R 380/2001 e s.m.i, con Autorizzazione Ministeriale  
n. 1840 del 16/02/2012*

LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001-2008 N. IT 239533

## LABORATORIO GEOTECNICO IN *SITU* GEOLOGIA E PERFORAZIONI DI GALLI E CANNESSE SNC

VIA LIGURIA 19/L 67051 AVEZZANO (AQ), TEL/FAX 0863/441434 DOTT. CANNESSE 3407601856 DOTT. GALLI 340 7736916, PARTITA IVA 01681900666



Figura 3 Ubicazione punti d'indagine prove DPSH (da immagine da Google Earth).

### **ALLEGATO-Foto illustrative:**



DPSH1



*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
all'esecuzione e certificazione di indagini, prelievo di campioni e prove geotecniche in  
situ, in conformità all'art. 59 D.P.R 380/2001 e s.m.i, con Autorizzazione Ministeriale  
n. 1840 del 16/02/2012*

LABORATORIO CERTIFICATO ISO 9001-2008 N. IT 239533

## LABORATORIO GEOTECNICO IN *SITU* GEOLOGIA E PERFORAZIONI DI GALLI E CANNESSE SNC

VIA LIGURIA 19/L 67051 AVEZZANO (AQ), TEL/FAX 0863/441434 DOTT. CANNESSE 3407601856 DOTT. GALLI 340 7736916, PARTITA IVA 01681900666



DPSH2u



DPSH3

---

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Abruzzo ambiente srl Cantiere: Comune di L'Aquila Località: Sassa nucleo industriale	
---	--

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

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

**penetrometri in uso in Italia**

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
 massa battente  $M = 20$  kg, altezza di caduta  $H=0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha= 60-90^\circ$ ), diametro  $D$  35.7 mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
 massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
 massa battente  $M=63.5$  kg, altezza caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con $N_{spt}$

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{spt}$  è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

$M$  = peso massa battente;

$M'$  = peso aste;

$H$  = altezza di caduta;

$A$  = area base punta conica;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

$R_{pd}$  = resistenza dinamica punta (area  $A$ );

$e$  = infissione media per colpo ( $\delta/N$ );

$M$  = peso massa battente (altezza caduta  $H$ );

$P$  = peso totale aste e sistema battuta.

### Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$  è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa/\sigma'_{vo})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

---

$$N_{60} = N_{SPT} \times (ER/60) \times C_s \times C_T \times C_d$$

ER/60: Rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

$C_s$ : Parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

$C_d$ : Funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

$C_T$ : Parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

### **Metodologia di Elaborazione.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

### **Valutazioni statistiche e correlazioni**

#### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### **Media**

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media + s**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media - s**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Distribuzione normale R.C.**

---

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove  $s_{N_{spt}}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

#### **Distribuzione normale R.N.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di  $N_{spt}$  distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove  $n$  è il numero di letture.

#### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione  $d = 1$  mt..

#### **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

##### **Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

##### **Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda**

$N_{spt}$  corretto =  $15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda) .

##### **Angolo di Attrito**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da  $D_r$  %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.

- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### **Densità relativa (%)**

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### **Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### **Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### **Peso di volume saturo**

- Terzaghi-Peck 1948-1967

#### **Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

#### **Potenziale di liquefazione (*Stress Ratio*)**

- Seed-Idriss 1978-1981. Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### **Velocità onde di taglio $V_s$ (m/sec)**

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

#### **Modulo di deformazione di taglio ( $G$ )**

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

#### **Modulo di reazione ( $K_0$ )**

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.



---

### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson 1983  $Q_c$

### **Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

#### **Coazione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$ , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). *Cu min-max*.
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$ , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coazione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu- $N_{spt}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago). Coazione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982, valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson 1983  $Q_c$

#### **Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )**

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli ( $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt}=6-12$ ).

#### **Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

#### **Peso di volume saturo**

- Meyerhof ed altri.

PROVA ...DPSH1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 19/09/2013  
 Profondità prova 8,00 mt  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	6	0,851	53,64	63,04	2,68	3,15
0,60	5	0,847	40,84	48,22	2,04	2,41
0,80	5	0,843	40,66	48,22	2,03	2,41
1,00	4	0,840	32,39	38,57	1,62	1,93
1,20	3	0,836	24,19	28,93	1,21	1,45
1,40	3	0,833	24,10	28,93	1,20	1,45
1,60	2	0,830	14,78	17,82	0,74	0,89
1,80	2	0,826	14,73	17,82	0,74	0,89
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	2	0,820	14,62	17,82	0,73	0,89
2,40	4	0,817	29,13	35,64	1,46	1,78
2,60	3	0,814	20,23	24,85	1,01	1,24
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	5	0,809	33,49	41,41	1,67	2,07
3,20	6	0,806	40,05	49,69	2,00	2,48
3,40	5	0,803	33,27	41,41	1,66	2,07
3,60	5	0,801	30,98	38,68	1,55	1,93
3,80	4	0,798	24,70	30,94	1,24	1,55
4,00	4	0,796	24,63	30,94	1,23	1,55
4,20	4	0,794	24,56	30,94	1,23	1,55
4,40	5	0,791	30,61	38,68	1,53	1,93
4,60	5	0,789	28,64	36,28	1,43	1,81
4,80	5	0,787	28,56	36,28	1,43	1,81
5,00	9	0,785	51,27	65,31	2,56	3,27
5,20	8	0,783	45,46	58,06	2,27	2,90
5,40	6	0,781	34,01	43,54	1,70	2,18
5,60	8	0,779	42,60	54,67	2,13	2,73
5,80	5	0,777	26,56	34,17	1,33	1,71
6,00	4	0,775	21,20	27,34	1,06	1,37
6,20	7	0,774	37,01	47,84	1,85	2,39
6,40	7	0,772	36,93	47,84	1,85	2,39
6,60	5	0,770	24,87	32,29	1,24	1,61
6,80	8	0,769	39,72	51,66	1,99	2,58
7,00	7	0,767	34,68	45,20	1,73	2,26
7,20	13	0,716	60,08	83,95	3,00	4,20
7,40	20	0,714	92,24	129,16	4,61	6,46
7,60	36	0,613	135,01	220,35	6,75	11,02
7,80	45	0,561	154,60	275,44	7,73	13,77
8,00	50	0,560	171,36	306,04	8,57	15,30

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
4,8	3,88	33,2	Incoerente	0	1,57	1,89	0,38	1,47	5,7	STRATO1
7,2	7,25	49,32	Incoerente	0	1,82	1,94	0,72	1,47	10,66	STRATO2
8	37,75	232,75	Incoerente	0	2,18	2,5	0,89	1,47	55,49	STRATO3

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH1**

**TERRENI INCOERENTI I**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	Gibbs & Holtz 1957	22,42
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	Gibbs & Holtz 1957	29,48
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	Gibbs & Holtz 1957	65,93

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	Sowers (1961)	29,6
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	Sowers (1961)	30,98
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	Sowers (1961)	37,87

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	Bowles (1982) Sabbia Media	128,30
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	Bowles (1982) Sabbia Media	251,23

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	39,17
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	49,36
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	99,86

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	Meyerhof ed altri	1,57
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	Meyerhof ed altri	1,75
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	Meyerhof ed altri	2,18

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	Terzaghi-Peck	1,89

				1948-1967	
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

#### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	(A.G.I.)	0,34
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	(A.G.I.)	0,33
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	(A.G.I.)	0,28

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	Ohsaki (Sabbie pulite)	333,76
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	Ohsaki (Sabbie pulite)	601,18
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	Ohsaki (Sabbie pulite)	1850,06

#### Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	Ohta & Goto (1978) Limi	109,46
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	Ohta & Goto (1978) Limi	145,58
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	Ohta & Goto (1978) Limi	187,4

#### Liquefazione

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	Seed e Idriss (1971)	0,503
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	Seed e Idriss (1971)	>10

#### Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	Navfac 1971-1982	1,15
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	Navfac 1971-1982	2,24
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	Navfac 1971-1982	6,30

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO1	5,7	4,80	5,7	Robertson 1983	11,40
[2] - STRATO2	10,66	7,20	10,66	Robertson 1983	21,32
[3] - STRATO3	55,49	8,00	35,245	Robertson 1983	70,49

PROVA ...DPSH2

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 19/09/2013  
 Profondità prova 7,60 mt  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	6	0,851	53,64	63,04	2,68	3,15
0,60	5	0,847	40,84	48,22	2,04	2,41
0,80	5	0,843	40,66	48,22	2,03	2,41
1,00	4	0,840	32,39	38,57	1,62	1,93
1,20	4	0,836	32,26	38,57	1,61	1,93
1,40	3	0,833	24,10	28,93	1,20	1,45
1,60	2	0,830	14,78	17,82	0,74	0,89
1,80	2	0,826	14,73	17,82	0,74	0,89
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	2	0,820	14,62	17,82	0,73	0,89
2,40	3	0,817	21,84	26,73	1,09	1,34
2,60	3	0,814	20,23	24,85	1,01	1,24
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	4	0,809	26,79	33,13	1,34	1,66
3,20	5	0,806	33,38	41,41	1,67	2,07
3,40	6	0,803	39,92	49,69	2,00	2,48
3,60	5	0,801	30,98	38,68	1,55	1,93
3,80	5	0,798	30,88	38,68	1,54	1,93
4,00	5	0,796	30,79	38,68	1,54	1,93
4,20	5	0,794	30,70	38,68	1,53	1,93
4,40	7	0,791	42,86	54,15	2,14	2,71
4,60	4	0,789	22,91	29,03	1,15	1,45
4,80	6	0,787	34,27	43,54	1,71	2,18
5,00	4	0,785	22,79	29,03	1,14	1,45
5,20	4	0,783	22,73	29,03	1,14	1,45
5,40	6	0,781	34,01	43,54	1,70	2,18
5,60	7	0,779	37,27	47,84	1,86	2,39
5,80	7	0,777	37,18	47,84	1,86	2,39
6,00	9	0,775	47,70	61,51	2,38	3,08
6,20	7	0,774	37,01	47,84	1,85	2,39
6,40	7	0,772	36,93	47,84	1,85	2,39
6,60	7	0,770	34,82	45,20	1,74	2,26
6,80	7	0,769	34,75	45,20	1,74	2,26
7,00	12	0,767	59,45	77,49	2,97	3,87
7,20	15	0,716	69,32	96,87	3,47	4,84
7,40	31	0,614	122,95	200,19	6,15	10,01
7,60	50	0,563	172,21	306,04	8,61	15,30

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
3	3,27	30,35	Incoerente	0	1,58	1,89	0,24	1,47	4,81	Strato 1

7,2	6,67	47,23	Incoerente	0	1,5	1,88	0,79	1,47	9,8	Strato 2
7,6	40,5	253,12	Incoerente	0	1,5	1,88	1,05	1,47	59,53	Strato 3

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH2

### TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	Gibbs & Holtz 1957	21,61
[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	Gibbs & Holtz 1957	26,91
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	Gibbs & Holtz 1957	65,32

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	Sowers (1961)	29,35
[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	Sowers (1961)	30,74
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	Sowers (1961)	38,43

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	Bowles (1982) Sabbia Media	261,33

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,34
[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	47,59
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	104,01

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
-------------	------	------------------	----------------------------------	--------------	---------------------------

[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	Meyerhof ed altri	1,53
[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	Meyerhof ed altri	1,72
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	Meyerhof ed altri	2,19

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	(A.G.I.)	0,34
[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	(A.G.I.)	0,33
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	(A.G.I.)	0,28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	Ohsaki (Sabbie pulite)	284,53
[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	Ohsaki (Sabbie pulite)	555,48
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	Ohsaki (Sabbie pulite)	1949,56

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	Ohta & Goto (1978) Limi	97,08
[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	Ohta & Goto (1978) Limi	139,05
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	Ohta & Goto (1978) Limi	188,24

Liquefazione

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	Seed e Idriss (1971)	>10

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	Navfac 1971-1982	0,94
[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	Navfac 1971-1982	2,06
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	Navfac 1971-1982	6,56

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato 1	4,81	3,00	4,81	Robertson 1983	9,62

[2] - Strato 2	9,8	7,20	9,8	Robertson 1983	19,60
[3] - Strato 3	59,53	7,60	37,265	Robertson 1983	74,53

PROVA ...DPSH 3

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 19/09/2013  
 Profondità prova 7,60 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	6	0,851	53,64	63,04	2,68	3,15
0,60	5	0,847	40,84	48,22	2,04	2,41
0,80	5	0,843	40,66	48,22	2,03	2,41
1,00	6	0,840	48,59	57,86	2,43	2,89
1,20	6	0,836	48,39	57,86	2,42	2,89
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	2	0,830	14,78	17,82	0,74	0,89
1,80	2	0,826	14,73	17,82	0,74	0,89
2,00	2	0,823	14,67	17,82	0,73	0,89
2,20	2	0,820	14,62	17,82	0,73	0,89
2,40	3	0,817	21,84	26,73	1,09	1,34
2,60	5	0,814	33,72	41,41	1,69	2,07
2,80	5	0,811	33,60	41,41	1,68	2,07
3,00	6	0,809	40,18	49,69	2,01	2,48
3,20	5	0,806	33,38	41,41	1,67	2,07
3,40	6	0,803	39,92	49,69	2,00	2,48
3,60	4	0,801	24,78	30,94	1,24	1,55
3,80	5	0,798	30,88	38,68	1,54	1,93
4,00	4	0,796	24,63	30,94	1,23	1,55
4,20	4	0,794	24,56	30,94	1,23	1,55
4,40	4	0,791	24,49	30,94	1,22	1,55
4,60	4	0,789	22,91	29,03	1,15	1,45
4,80	5	0,787	28,56	36,28	1,43	1,81
5,00	4	0,785	22,79	29,03	1,14	1,45
5,20	5	0,783	28,41	36,28	1,42	1,81
5,40	4	0,781	22,67	29,03	1,13	1,45
5,60	4	0,779	21,30	27,34	1,06	1,37
5,80	5	0,777	26,56	34,17	1,33	1,71
6,00	8	0,775	42,40	54,67	2,12	2,73
6,20	7	0,774	37,01	47,84	1,85	2,39
6,40	5	0,772	26,38	34,17	1,32	1,71
6,60	8	0,770	39,80	51,66	1,99	2,58
6,80	9	0,769	44,68	58,12	2,23	2,91
7,00	7	0,767	34,68	45,20	1,73	2,26
7,20	15	0,716	69,32	96,87	3,47	4,84
7,40	32	0,614	126,92	206,65	6,35	10,33
7,60	50	0,563	172,21	306,04	8,61	15,30

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
------------------	------	--------------------------	------	-------------------	--	-----------------------------	---	------------------------------	------	-------------



						(t/m <sup>3</sup> )					
1,4	4,86	47,58	Incoerente	0	1,63	1,9	0,11	1,47	7,14	STRATO 1	
7	4,79	35,6	Incoerente	0	1,62	1,9	0,68	1,47	7,04	STRATO 2	
7,6	32,33	203,19	Incoerente	0	2,23	2,5	1,2	1,47	47,53	STRATO 3	

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 3

#### TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO 1	7,14	1,40	7,14	Gibbs & Holtz 1957	31,57
[2] - STRATO2	7,04	7,00	7,04	Gibbs & Holtz 1957	22,04
[3] - STRATO3	47,53	7,60	47,53	Gibbs & Holtz 1957	57,01

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO 1	7,14	1,40	7,14	Sowers (1961)	30
[2] - STRATO2	7,04	7,00	7,04	Sowers (1961)	29,97
[3] - STRATO3	47,53	7,60	47,53	Sowers (1961)	41,31

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7,14	1,40	7,14	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - STRATO2	7,04	7,00	7,04	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[3] - STRATO3	47,53	7,60	47,53	Bowles (1982) Sabbia Media	312,65

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - STRATO 1	7,14	1,40	7,14	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	42,13
[2] - STRATO2	7,04	7,00	7,04	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	41,92
[3] - STRATO3	47,53	7,60	47,53	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	125,09

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO 1	7,14	1,40	7,14	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - STRATO2	7,04	7,00	7,04	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - STRATO3	47,53	7,60	47,53	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - STRATO 1	7,14	1,40	7,14	Meyerhof ed altri	1,63
[2] - STRATO2	7,04	7,00	7,04	Meyerhof ed altri	1,62
[3] - STRATO3	47,53	7,60	47,53	Meyerhof ed altri	2,23

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - STRATO 1	7,14	1,40	7,14	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] - STRATO2	7,04	7,00	7,04	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[3] - STRATO3	47,53	7,60	47,53	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	7,14	1,40	7,14	(A.G.I.)	0,34
[2] - STRATO2	7,04	7,00	7,04	(A.G.I.)	0,34
[3] - STRATO3	47,53	7,60	47,53	(A.G.I.)	0,26

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - STRATO 1	7,14	1,40	7,14	Ohsaki (Sabbie pulite)	412,47
[2] - STRATO2	7,04	7,00	7,04	Ohsaki (Sabbie pulite)	407,03
[3] - STRATO3	47,53	7,60	47,53	Ohsaki (Sabbie pulite)	2450,55

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - STRATO 1	7,14	1,40	7,14	Ohta & Goto (1978) Limi	89,73
[2] - STRATO2	7,04	7,00	7,04	Ohta & Goto (1978) Limi	126,48
[3] - STRATO3	47,53	7,60	47,53	Ohta & Goto (1978) Limi	195,82

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
[1] - STRATO 1	7,14	1,40	7,14	Navfac 1971-1982	1,48
[2] - STRATO2	7,04	7,00	7,04	Navfac 1971-1982	1,45
[3] - STRATO3	47,53	7,60	47,53	Navfac 1971-1982	7,84

$Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

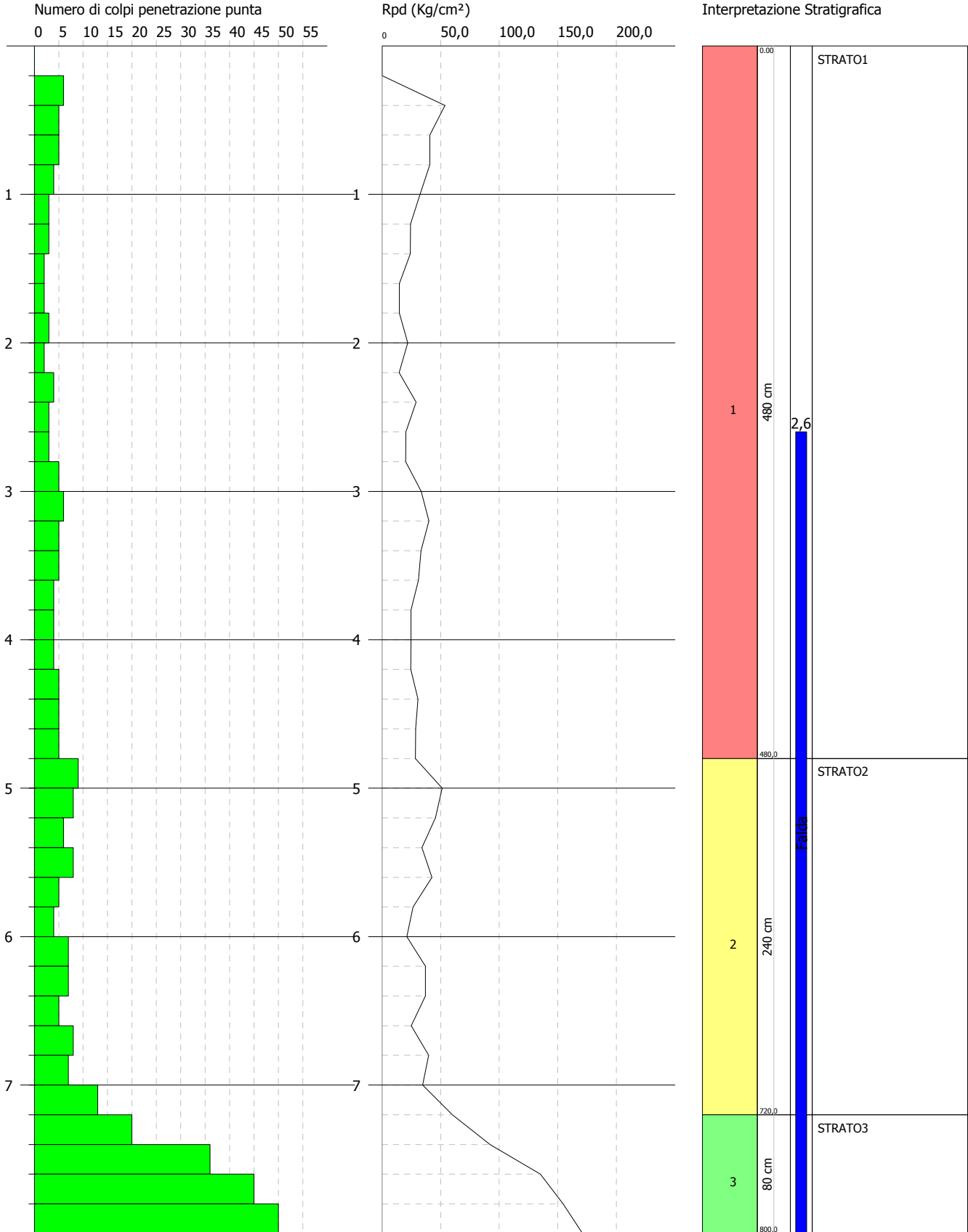
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$Q_c$ (Kg/cm²)
[1] - STRATO 1	7,14	1,40	7,14	Robertson 1983	14,28
[2] - STRATO2	7,04	7,00	7,04	Robertson 1983	14,08
[3] - STRATO3	47,53	7,60	47,53	Robertson 1983	95,06

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

Committente: Abruzzo ambiente srl  
 Cantiere: Comune di L'Aquila  
 Località: Sassa nucleo industriale

Data: 15/10/2013

Scala 1:37

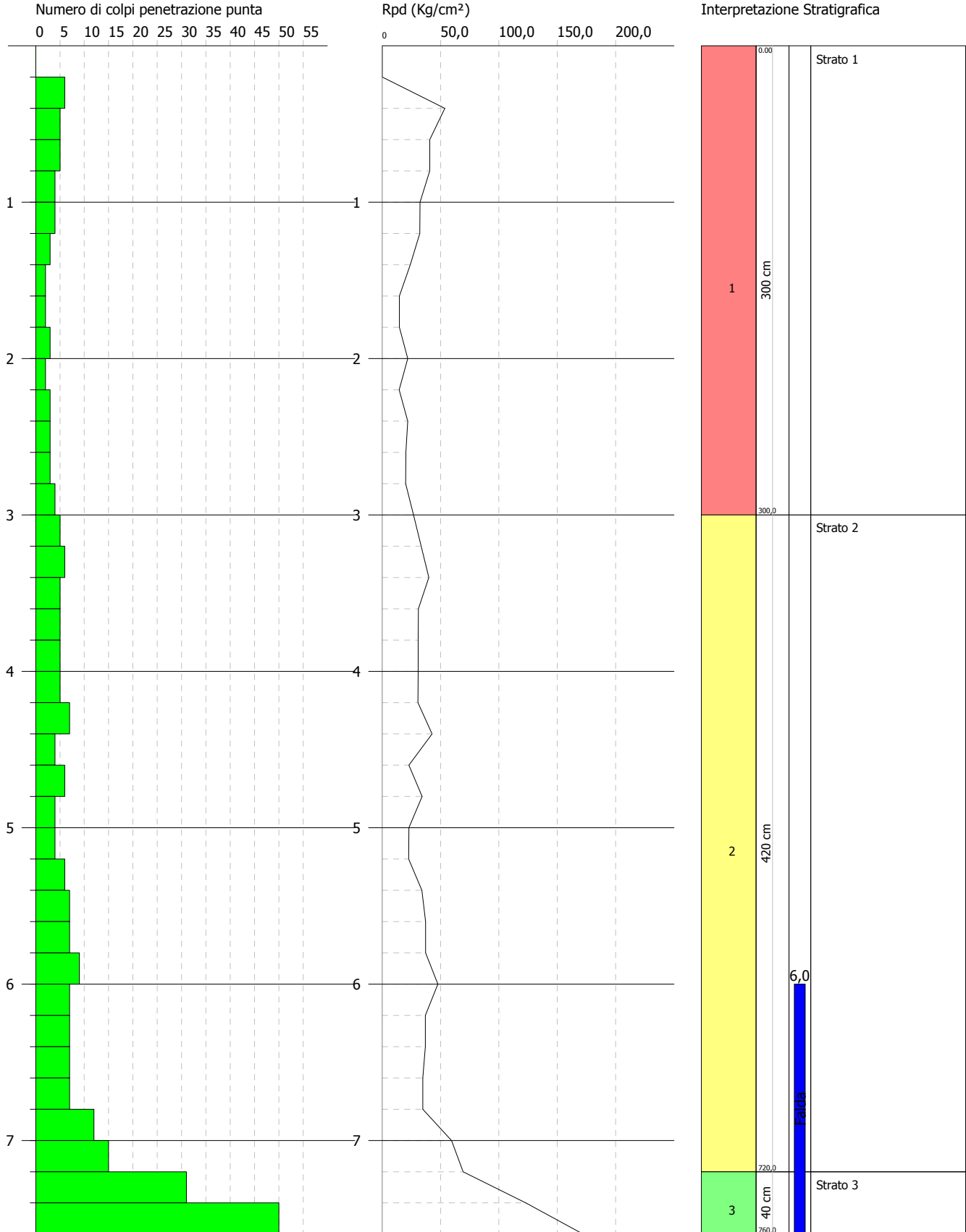


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Abruzzo ambiente srl  
 Cantiere: Comune di L'Aquila  
 Località: Sassa nucleo industriale

Data: 15/10/2013

Scala 1:35

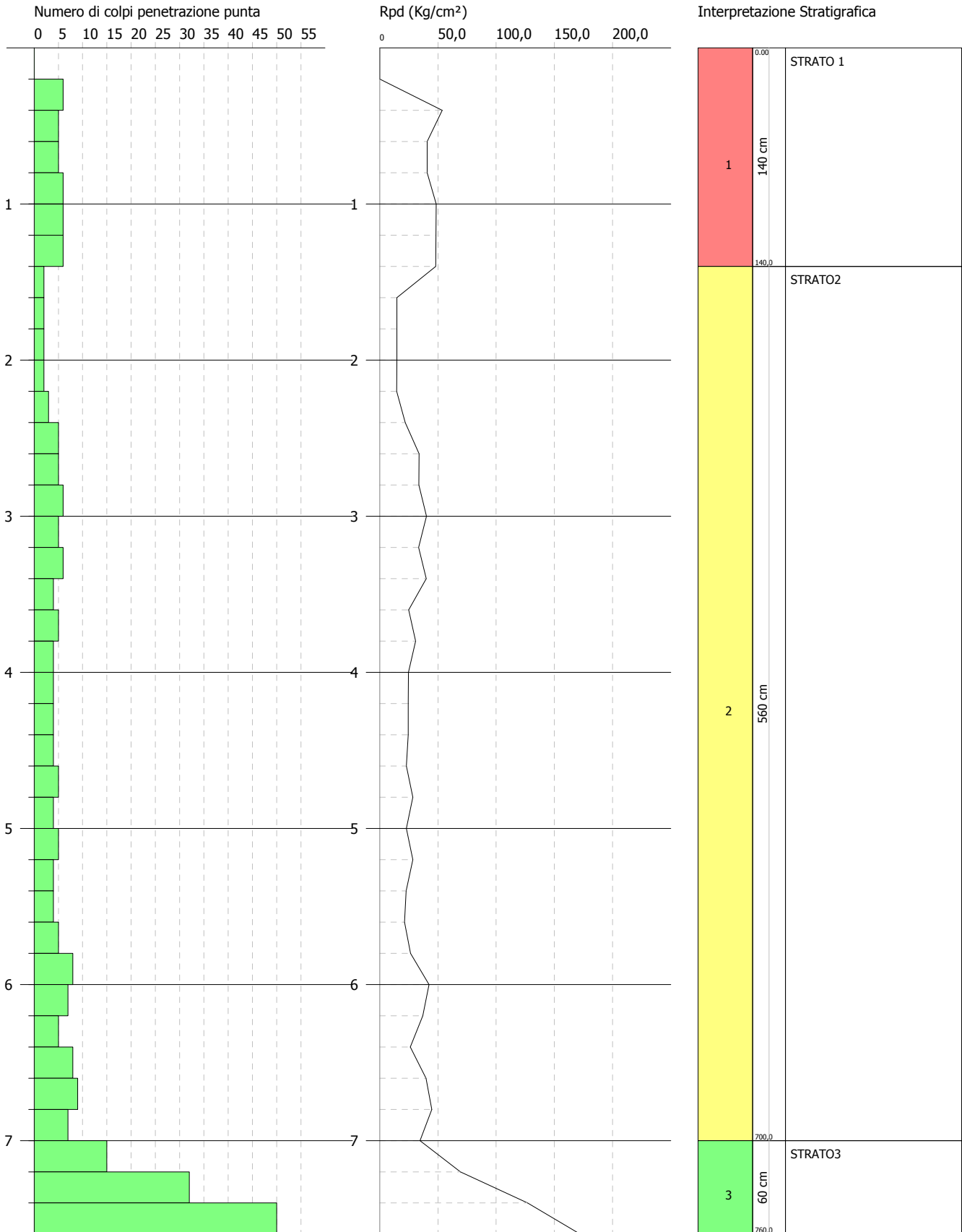


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 3  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Abruzzo ambiente srl  
 Cantiere: Comune di L'Aquila  
 Località: Sassa nucleo industriale

Data: 15/10/2013

Scala 1:35





COMMITTENTE

Abruzzo Ambiente srl

Via dei barili, 7

Fonte Avignone - Rocca di Mezzo

CF (P.IVA) 0171282066

## *GEOLOGIA E PERFORAZIONI SNC*

*GEOFISICA DI SUPERFICIE (RIFRAZIONE E RIFLESSIONE) ED IN FORO (DOWN-HOLE, CROSS-HOLE)*

*VERIFICA SISMICA DEGLI EDIFICI- DETERMINAZIONE SUOLO DI FONDAZIONE, VS 30*

*(MASW, TROMINO, DOWN-HOLE, VERIFICA LIQUEFAZIONE, ECC)*

**STUDIO FATTIBILITÀ, PROGETTAZIONE E PERFORAZIONI PER INSTALLAZIONE IMPIANTI GEOTERMICI**

**INSTALLAZIONI ATTREZZATURE DI MONITORAGGIO (PIEZOMETRI, INCLINOMETRI, ASSESTIMETRI)**

**RICERCA DI ACQUA CON INDAGINI GEOELETTRICHE E SISMICHE**

**SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI - PROVE IN SITO**

**RELAZIONI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE, SISMICHE**

**CONSULENZE GEOLOGICO-TECNICHE**

**INDAGINI GEORADAR**

***Via Liguria 19/L, 67051 Avezzano (AQ) tel/fax 0863 441434***

***340 7601856 – 340 7736916***

**[www.geologiaeperforazioni.com](http://www.geologiaeperforazioni.com)**

**[info@geologiaeperforazioni.com](mailto:info@geologiaeperforazioni.com)**

## *Indagine Geofisica*

**INDAGINE SISMICA: METODO INVESTIGATIVO CON  
METODOLOGIA MASW**

**Relazione sulla misura delle onde sismiche VS30 per :**

Realizzazione edificio industriale in località nucleo industriale  
Sassa, Comune di L'Aquila (AQ)

**Ottobre 2013**

PGQ/09 All.9

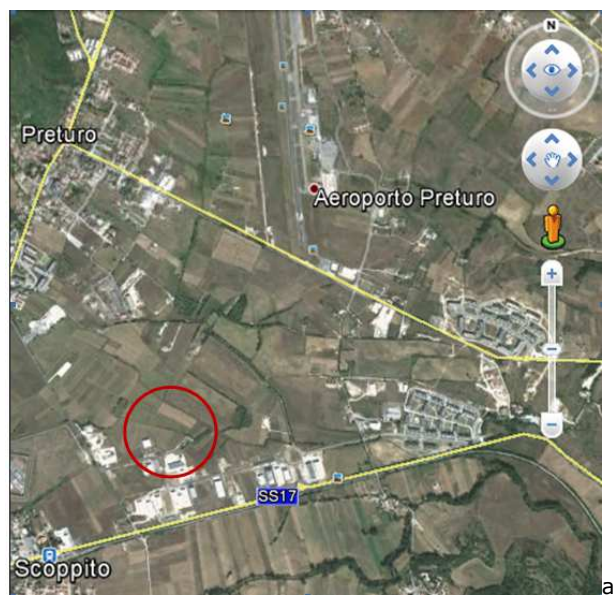
n.00159/13/M

Tot. num. pag. 8

## INDAGINE METODO INVESTIGATIVO CON METODOLOGIA MASW

### INTRODUZIONE

In questo lavoro vengono riportati gli elaborati di un'indagine sismica che si fonda sull'analisi delle onde di superficie con tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), acquisiti dalla campagna di indagini eseguita nel Comune di L'Aquila, località Sassa nucleo industriale, il 19/09/2013 (vedi figura n.1), dalla società Geologia e Perforazioni, che ha ricevuto l'incarico dalla società Abruzzo Ambiente srl.



**Fig.1** – Ubicazione stesa sismica: a)immagine da Google Earth (area indagine-cerchio rosso); b) foto dal primo geofono verso l'ultimo; c)foto dal ultimo geofono verso il primo.

Lo scopo delle indagini è stato quindi l'individuazione della categoria di suolo di fondazione per la definizione dell'azione sismica di progetto, ai sensi del D.M. 14/01/2008 3.2.1 ottenuta dai valori del parametro  $V_{s30}$ .

Tale parametro viene dedotto dall'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità, attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh.

## **1. METODOLOGIA DI INDAGINE**

Si basa sull'analisi delle onde di superficie. Le registrazioni vengono effettuate secondo il metodo investigativo con tecnica MASW, mediante il quale è possibile distinguere ed evidenziare, all'interno del sismogramma di registrazione, le onde di Rayleigh, le quali sono caratterizzate da un'elevata ampiezza del segnale (circa 60% dell'energia prodotta dalla sorgente di energia si distribuisce in onde di superficie).

Il principio di misura viene sintetizzato come segue:

Si generano onde di Superficie (Rayleigh). Le onde di Rayleigh si producono alla superficie libera di un mezzo dalla combinazione delle onde longitudinali e trasversali).

Dalle registrazioni si calcola la relazione frequenza-velocità di fase (curva di dispersione).

Si calcola la velocità delle onde S in funzione della profondità invertendo la curva di dispersione.

Lo studio della dispersione delle onde superficiali costituisce uno dei metodi utilizzati per la determinazione della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ).

## **2.STRUMENTI E MODALITA' DI ACQUISIZIONE**

La strumentazione utilizzata nell'ambito di tale studio è composta da un'unità di energizzazione, un'unità di registrazione e un sistema di elaborazione dati.



L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto da:

a) **Sismografo**

Per l'acquisizione dei dati della prova MASW è stato utilizzato un sismografo della PASI srl; l'acquisizione finale è a 24 canali.

b) **Sistema energizzante:**

Come sorgente energizzante nell'acquisizione MASW è stata utilizzata una mazza del peso di 8,5 Kg, battente su una piastra metallica .

c) **Trigger:**

Nell'acquisizione MASW il trigger utilizzato consiste in un circuito elettrico che viene chiuso mediante un geofono starter nell'istante in cui il sistema energizzante colpisce la base di battuta determinando l'inizio della registrazione.

d) **Sistema di ricezione:**

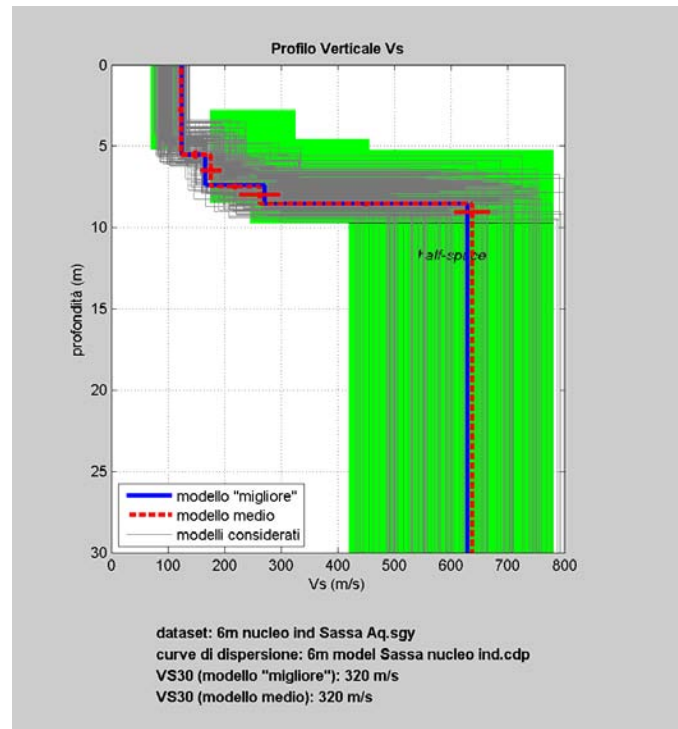
Per la ricezione delle onde superficiali durante la prospezione sismica sono stati utilizzati dei geofoni verticali.

Lo stendimento sismico è stato disposto sul terreno come array lineare di 24 geofoni con distanza intergeofonica pari a 1 metri.

Inoltre nell'acquisizione la piastra di battuta per la energizzazione è stata posta ad una distanza (offset) dal primo geofono ricevente pari 2m, 4m, 6m, 12m.

### **3.CONCLUSIONI**

Il dato finale fornito, viene evidenziato di seguito (figura n.2), ed i valori di Vs30 stimati sono pari a  **$Vs = 320,00 \text{ m/s}$** , in base alla normativa italiana (D.M. 14.01.2008), approccio semplificato per la definizione dell'azione sismica (3.2.2 D.M. 14.01.2008).

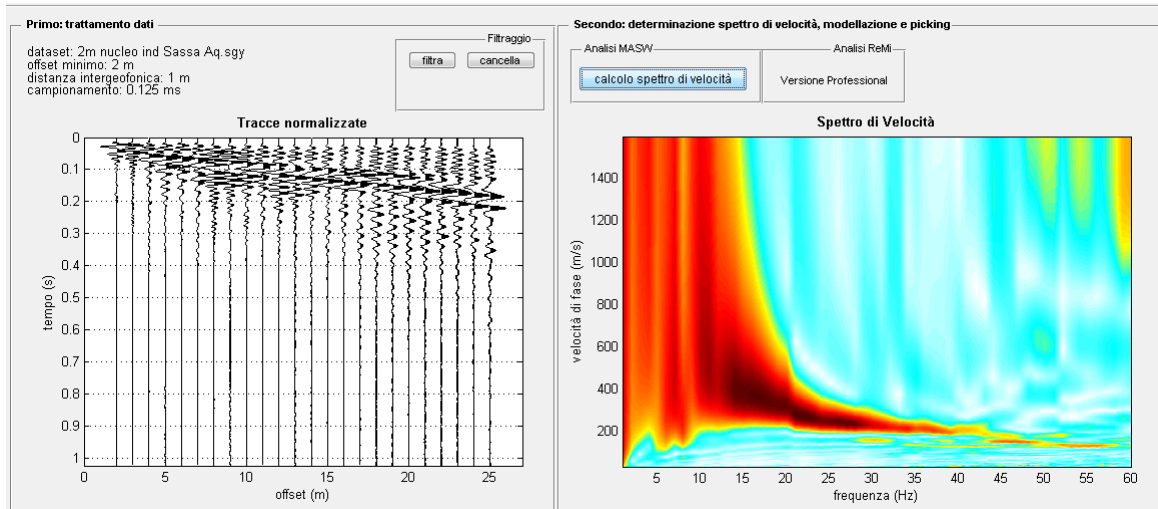


**Fig.2** – Variazione delle onde di taglio Vs con la profondità e valore desunto del parametro Vs30 in m/s

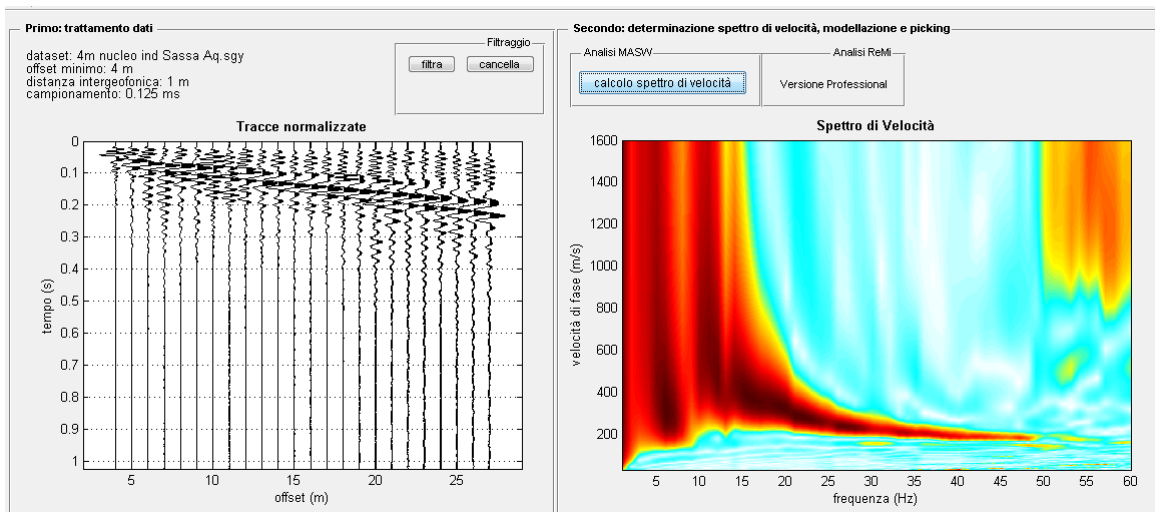
In allegato vengono forniti esempi delle registrazioni di campagna ottenute e l'elaborazioni tecniche dei dati raccolti.

# **ALLEGATI**

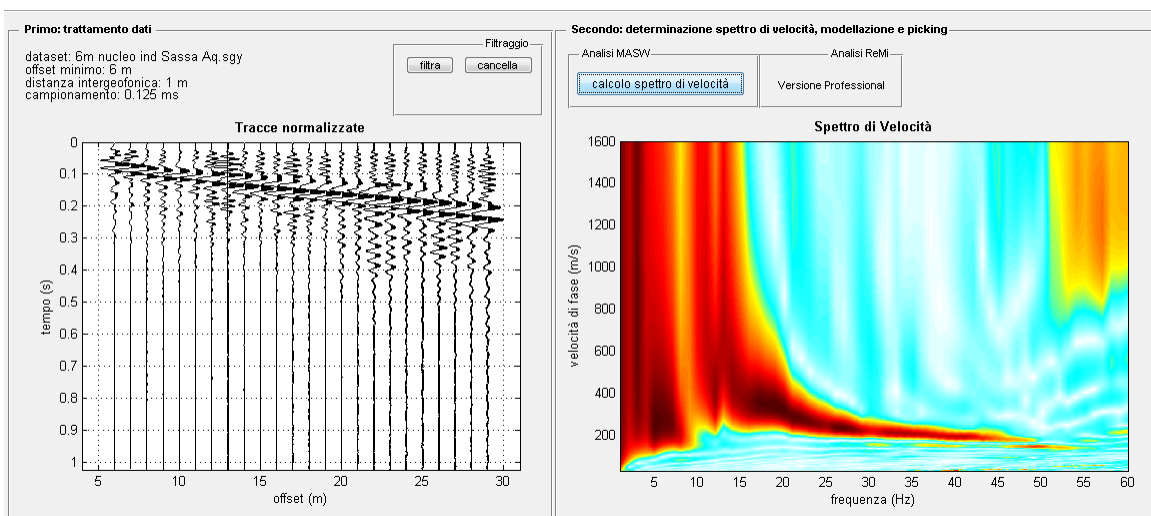
### Prima battuta (2m)



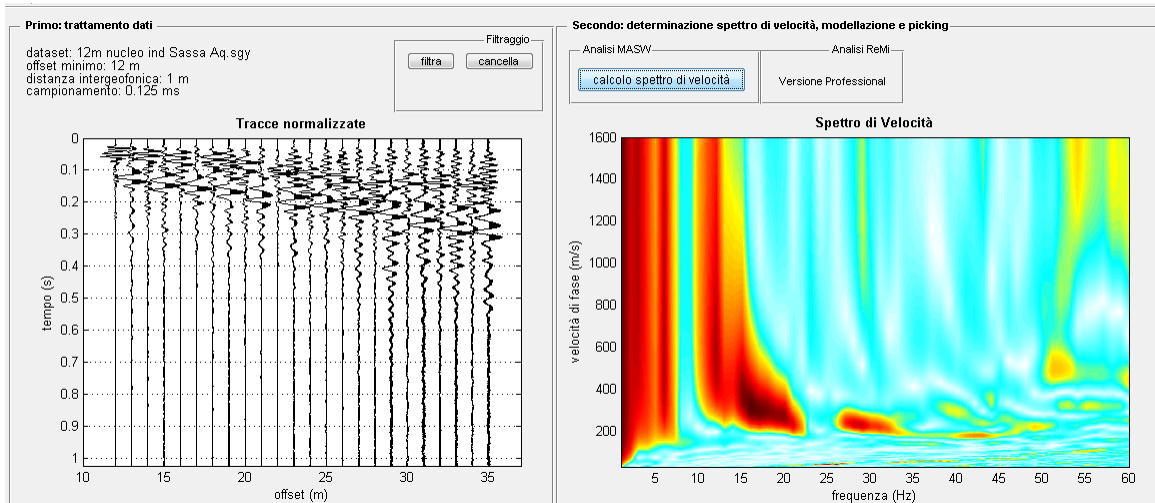
### Seconda battuta (4m)



### Terza battuta (6m)



Quarta battuta (12m)



Variazione delle onde di taglio Vs con la profondità con il metodo MASW

