

COMUNE DI
M A R O S T I C A
PROVINCIA DI VICENZA

**ADEGUAMENTO DELLA SCUOLA
SECONDARIA "N. DALLE LASTE"
ALLA NORMATIVA DI
PREVENZIONE INCENDI**

PROGETTO ESECUTIVO

ALL. AR

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE:
AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MAROSTICA
Via Livio Tempesta n. 17, 36063 MAROSTICA
VICENZA

DATA:
APRILE 2017

ING. PAOLO BOTTON

Via Trieste 10/A - fax 049.94.39.392 - tel 049.94.30.270
35010 CARMIGNANO DI BRENTA

mail to: studiobotton@libero.it - pec: paolo.botton@ingpec.eu
Iscrizione Ordine Ingegneri della Provincia di Padova al n. 2249



Dr. Geol. Tundo Umberto
Dr. Geol. Dalla Valle Giovanni



COMUNE DI MAROSTICA

PROVINCIA DI VICENZA

INTERVENTO EDI ADEGUAMENTO SISMICO PALESTRA SCUOLA MEDIA CAPOLUOGO

Committente: *Comune di Marostica*

RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA Analisi geologica, idrogeologica e sismica

MARZO 2016

Collaboratore



Dr. Geol. Umberto Tundo

Tecnico incaricato



Dr. Geol. Giovanni Dalla Valle



1- PREMESSA

Per conto dell'**Amministrazione Comunale di Marostica** (protocollo 936/2015 del 29.12.2015) è stata svolta una indagine geologica/geotecnica ai sensi del D.M. 14/01/2008 e della Circolare CSLP 617 del 02.02.2009, contenente le relative istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per il **progetto di adeguamento sismico della palestra scuola media capoluogo a Marostica** (Vicenza).

Lo studio è stato svolto nel mese di febbraio 2016 e dal punto di vista operativo le indagini si sono svolte in differenti fasi così di seguito riportate:

- analisi della bibliografia e di elaborati esistenti;
- rilievo topografico, geologico – geomorfologico di dettaglio;
- n° 4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH
- n° 1 profilo sismico con tecnica MASW
- analisi dei dati di campagna e valutazione del parametro V_{s30} .

Attraverso opportune indagini anche per fornire al Progettista gli elementi necessari relativi al sottosuolo si vuole pertanto:

- acquisire la conoscenza dei principali parametri morfologici, litologici, idrogeologici dell'area in oggetto;
- indicare eventuali accorgimenti tecnici da adottare in ordine a problemi di carattere particolare, utili per la progettazione e/o direzione dei lavori.

In generale, lo studio è suddiviso in due parti fondamentali:

- **La Relazione Geologica** che si propone di caratterizzare e modellizzare la geologia del sito di riferimento, e analizzare la pericolosità geologica del sito in assenza ed in presenza delle opere. La valenza di questo documento è fondamentale non solo per la progettazione esecutiva dell'opera ma per stabilire in fase di progettazione se l'opera è fattibile e quali saranno le problematiche relative alla stabilità dei terreni ed all'assetto idrogeologico dell'intorno.

- **La Relazione Geotecnica** che riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del solo "volume significativo" e deve valutare l'interazione opera/terreno.



Per eseguire lo studio geologico dell'intera area è stato indispensabile ricostruire la stratigrafia dell'area indagata nonché determinare le caratteristiche geologico-meccaniche del terreno di fondazione. Le osservazioni, precedute da un esame della bibliografia esistente, sono frutto di un rilievo geologico-morfologico di dettaglio e dai dati ottenuti da una serie di prove effettuate in situ e su siti confinanti.

2 - RELAZIONE MORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area in esame è localizzata a sud del centro di Marostica, a circa 100 m s.l.m., in zona pianeggiante (con una leggera pendenza del 1.0 % verso SSW) e posta a Sud del margine meridionale della scarpata dell'altipiano di Asiago. Il rilievo rappresenta un tratto della grande scarpata tettonica impostata sulla "piega a ginocchio" detta anche "flessura pedemontana" che borda il settore prealpino veneto; in particolare la scarpata corrisponde al nucleo della piega a ginocchio formato da rocce mesozoiche.

(Fig.1 – Corografia alla scala 1:15.000, estratto da Tavoletta IGM), (Fig. 2 – Estratto di ortofoto a colori alla scala 1:3.000).

Dal punto di vista morfologico l'area in studio è inserita nel margine sud-occidentale del vasto conoide alluvionale del fiume Brenta.

Dal punto di vista idrografico si segnala la presenza del Fiume Brenta che scorre con alveo a canali intrecciati "braided" a circa 3 km ad est, il torrente Longhella a circa 600 m a est e una rete di canali di irrigazione ai margini dell'area stessa.

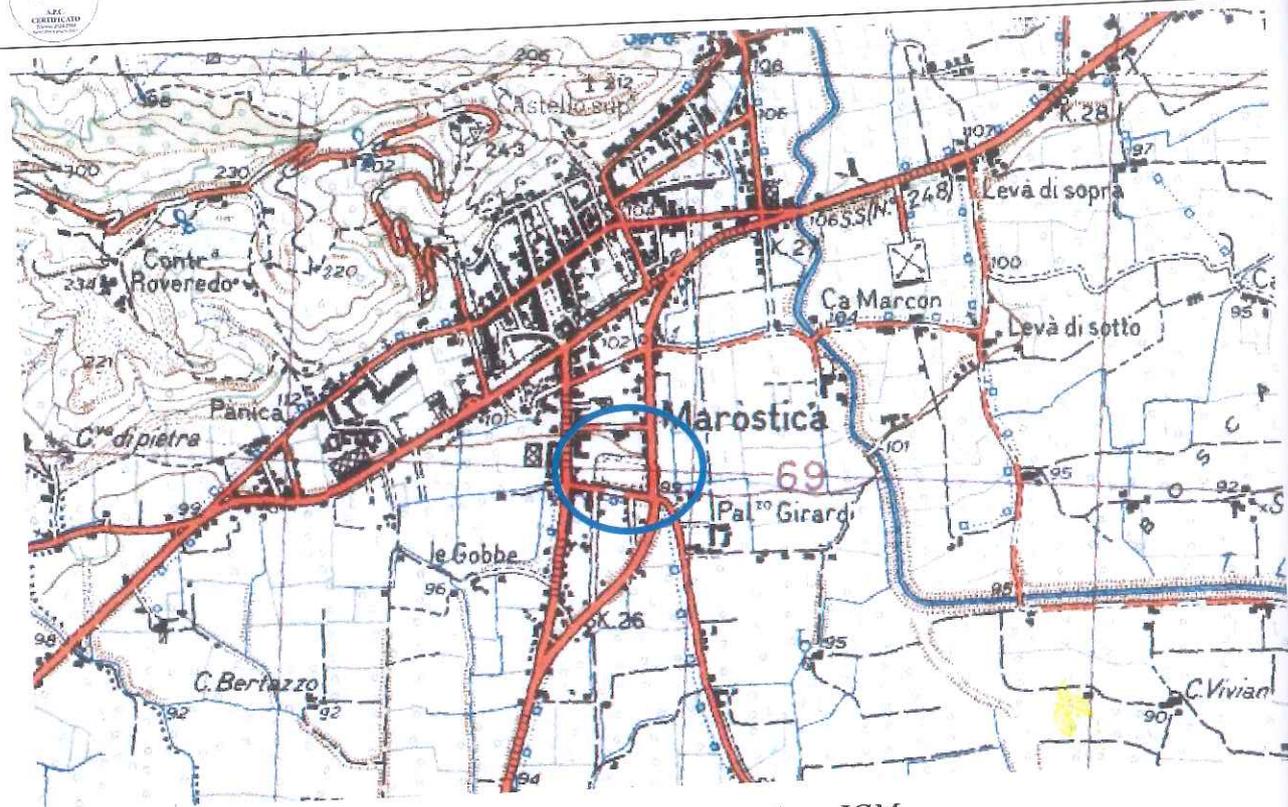


Fig.1 - Corografia alla scala 1:15.000, estratto da Tavoleta IGM



Fig.2 - Ortofoto a colori alla scala 1:3.000

3 - STRATIGRAFIA GENERALE

Il conoide del Brenta costituisce un elemento di grande rilevanza morfologica ed idrogeologica per l'alta pianura veneta. Le sue dimensioni sono notevoli: ad oriente si raccorda al conoide del Piave in corrispondenza del corso del torrente Muson, mentre ad occidente si unisce a quello del torrente Astico all'altezza del torrente Laverda. La zona in oggetto si è costituita con l'apporto di queste alluvioni d'origine fluviale.

Il conoide è costituito essenzialmente da ghiaie e ciottoli che hanno uno spessore variabile e nell'area intervalliva e nella fascia immediatamente a ridosso dei rilievi montuosi sono formate da ghiaie a matrice sabbiosa molto grossolane. Il deposito è di natura polimittica ed è costituito prevalentemente da ciottoli di calcare e dolomia. La granulometria del deposito diminuisce procedendo verso sud presentando livelli di ghiaie più minute con livelli sabbiosi e lenti limose ed argillose fino ad arrivare, nella zona delle risorgive, ad avere una prevalenza di sedimenti a grana ancora più fine con frequenti livelli argillosi. Questi, diventando continui, determinano la suddivisione del complesso idrico indifferenziato in un sistema multifalde.

Tutta l'area è interessata da due sistemi tettonici distinti: il sistema strutturale della Valsugana che si estende a tutte le Alpi Venete e che presenta il maggior risalto morfostrutturale; ed il sistema strutturale scledense.

4 - IDROGEOLOGIA LOCALE

Dal punto di vista idrogeologico l'area in esame è interessata a grande scala da una circolazione idrica sotterranea di tipo carsico, come evidenziano le numerose doline che costellano le sommità dell'altipiano.

Nel complesso alluvionale trova sede il sistema idrico sotterraneo che trae origine dalle pendici meridionali dei rilievi prealpini e si estende verso SE oltre la linea di costa. La sua zona di ricarica, caratterizzata da un cospicuo acquifero indifferenziato, è ristretta ad una striscia di territorio larga al massimo una ventina di chilometri, che si allunga ai piedi dei rilievi montuosi. Tale striscia ha uno spessore che va aumentando verso SE, raggiungendo, in corrispondenza

della "fascia delle risorgive" (emergenze che funzionano da troppo pieno), una potenza massima che oltrepassa i 600 metri. (Fig.3 – Schema dell'acquifero dell'alta pianura veneta).

A sud di tale fascia, i livelli continui impermeabili determinano la suddivisione del complesso idrico indifferenziato in un sistema multifalde e danno inizio al dominio delle falde in pressione.

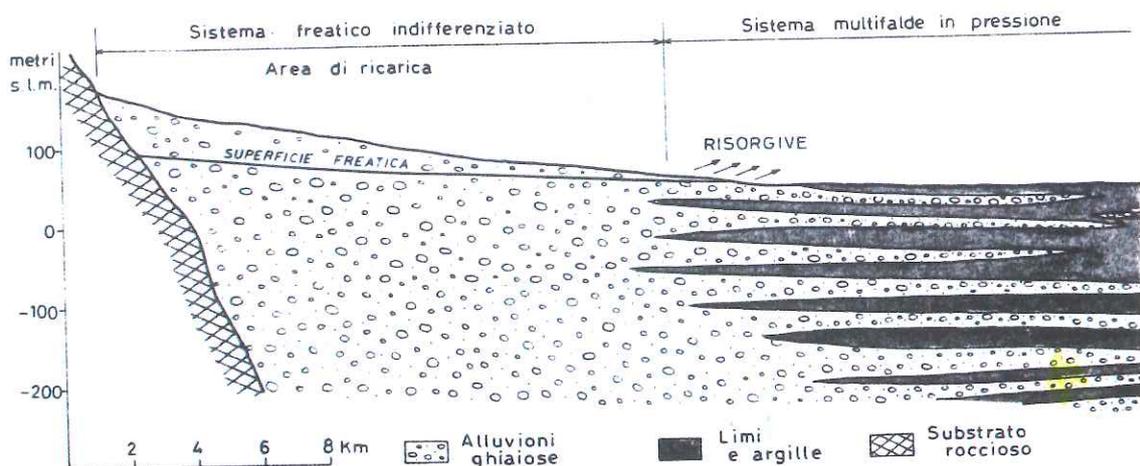


Fig. 3 - Schema dell'acquifero dell'alta pianura veneta

Tale sistema si sviluppa verticalmente in più acquiferi che, raggiungendo profondità notevoli appaiono ben differenziati per caratteristiche chimiche e valori delle pressioni di strato.

Durante le indagini effettuate in situ (5 febbraio 2016) e in zone limitrofe non è stata riscontrata circolazione idrica nel sottosuolo, essendo l'acquifero presumibilmente posto ad una profondità di circa 40 m entro il materasso alluvionale.

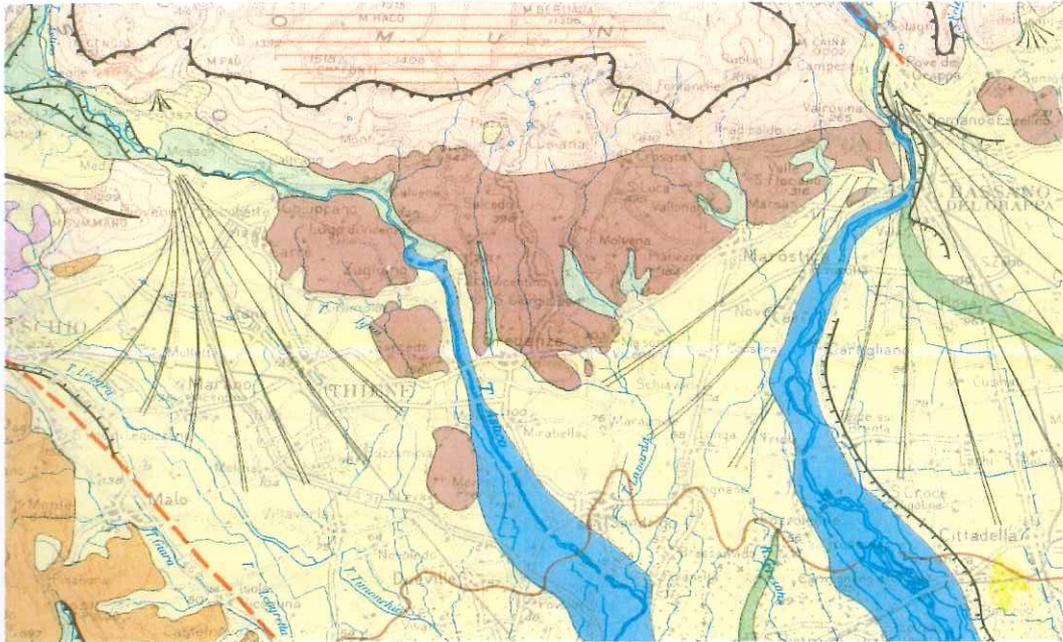
Non si esclude la presenza di una falda effimera sospesa, posta all'interno dei depositi argillosi di natura colluviale, presenti vicino alla superficie.

Considerata quindi la tipologia e la modesta profondità degli interventi di sbancamento si ritiene che le opere in progetto non andranno ad influenzare la corretta regimazione delle acque sotterranee né turberanno l'attuale assetto idrogeologico della zona.



Dr. Geol. Tundo Umberto
Dr. Geol. Dalla Valle Giovanni

Carta Geomorfológica della Regione del Veneto



FORME DI DENUDAZIONE



Fascia collinare sub-alpina dei depositi terrigeni neogenici (bordo meridionale dell'Altopiano di Asiago, Colli - Asolani, Strutture o pieghe dal Montello a Vittoria Veneto e della sinclinale Balunzese)

FORME DI ACCUMULO



Depositi fluvio-glaciali e alluvionali antichi e recenti delle vallate alpine e pre-alpine e della fascia di conoidi pedemontane (Pleistocene e Olocene) (Adige, Garda, Valli Lessines, Agno, Chiampo, Astico, Brenta, Piave, Livenza, Tagliamento)



Depositi fluviali della pianura alluvionale recente (Po, Adige, Bacchiglione, Brenta, Piave, Livenza, Tagliamento)



Fascia di divagazione delle aste fluviali attuali e recenti (Paleo-alvei); nel tratto medio e terminale dell'asta fluviale i depositi assumono a volte un risalto positivo tipico degli argini naturali (Po, Adige, Brenta, Piave, Tagliamento)



Fasce fluviali depresse e zone a delusso difficoltoso (rami fluviali anastomizzati del sistema Adige-Po)



Depositi mobili degli alvei fluviali attuali.

5 – SINTESI DELLE OSSERVAZIONI E DEI RILIEVI IN SITU

L'assetto stratigrafico del sottosuolo del sito di indagine, oltre che dall'analisi di fonti bibliografiche, è stato indirettamente desunto dai risultati di 4 prove penetrometriche Penetrometriche Dinamiche Superpesanti (DPSH), spinte fino alla profondità massima di 6.80 m dal p.c. locale e comunque fino al rifiuto strumentale per determinare la natura e le caratteristiche geotecniche dei terreni.

Le prove di campagna sono state ubicate all'interno del lotto oggetto di intervento ed in corrispondenza delle future opere edili, tenendo in considerazione le condizioni logistiche e di accessibilità del sito.

Si è eseguita, inoltre, una misura diretta del valore tramite stendimenti sismici acquisiti con tecnica attiva MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) ed integrata da un profilo di sismica a rifrazione con onde di compressione, per meglio differenziare i sismostrati e poter calcolare i principali parametri elastici dei terreni, valutati per basse deformazioni o di tipo dinamico.

Nella Tavola 1 in allegato è stata rappresentata l'ubicazione delle prove in situ

Descrizione della strumentazione utilizzata

Il test penetrometrico dinamico consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica, tramite la battitura di un maglio di peso standard da un'altezza ben definita; durante la percussione vengono misurati i colpi necessari alla penetrazione della punta per una lunghezza prefissata. Per quanto attiene al Penetrometro Superpesante (DPSH), il maglio ha una massa di 63.5 kg e viene misurato il numero di colpi necessario all'infissione ogni 20 cm. Lo strumento utilizzato è ampiamente standardizzato ed i risultati sono facilmente correlabili a quelli ottenuti dalla prova SPT (Standard Penetration Test), dalla quale, similare per modalità ed eseguita in foro di sondaggio, è possibile ricavare i parametri geotecnici necessari a caratterizzare i terreni di natura prevalentemente granulare e subordinatamente coesivi. Un'ampia casistica internazionale ha permesso inoltre di ottenere delle relazioni empiriche che legano i valori rilevati con i valori della capacità portante. Dall'analisi dei valori della resistenza dinamica e dell'andamento della resistenza stessa in funzione della profondità, si ottengono una serie di informazioni sui terreni attraversati, oltre che la profondità del substrato roccioso.

Nello specifico per la determinazione delle caratteristiche meccaniche, è stata utilizzata la correlazione tra N_{20} del Penetrometro Dinamico Medio (DPSH) ed il numero di colpi equivalente dello Standard Penetration Test (N_{spt}), per la quale $N_{20} = N_{spt} / 1.504$

Attraverso l'energia specifica per colpo è possibile inoltre calcolare la *Resistenza Dinamica* alla penetrazione di punta (**Rpd** in kg/cm^2), che è funzione del numero di colpi N ; a tal scopo si utilizza la correlazione nota come "*Formula degli Olandesi*", espressa come segue:

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

Dove:

Rpd = Resistenza Dinamica alla punta

e = infissione per colpo = δ / N

P = peso totale aste e sistema di battuta

A = area punta

M = peso massa battente

H = altezza di caduta

Generalità sul metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Per l'acquisizione dei dati sismici si è utilizzato un sismografo OYO DAS-1 con 48 canali ed acquisizione a 24 bit del segnale.

Per lo studio si sono utilizzati 24 geofoni verticali marca Sensor con frequenza di risonanza di 8 Hz e per l'energizzazione del terreno si è usata una apposita mazza di 7 Kg.

Per il profilo sismico MASW si è provveduto ad energizzare il terreno alle distanze offset di 2.5, 5 e 10.0 m dal primo ed ultimo geofono, ed in fase di elaborazione si sono scelti i sismogrammi che fornivano i migliori risultati.

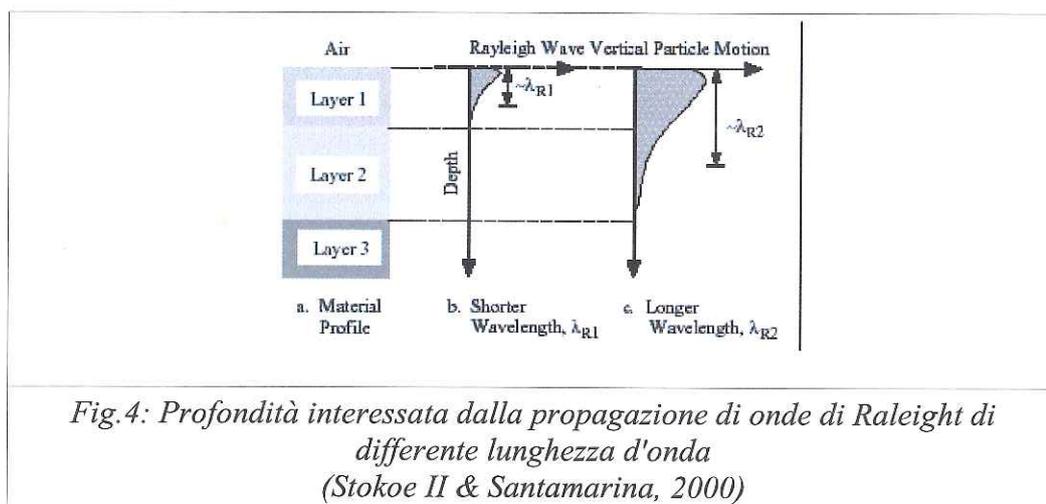
Dalla loro elaborazione, tramite un software dedicato, si ottiene l'immagine dello spettro e delle velocità di fase dei segnali, che permettono di calcolare il modello di distribuzione delle velocità V_s nel sottosuolo e su questo modello, si è calcolato il valore medio V_{s30} richiesto dalla normativa.

Il metodo MASW è una tecnica non invasiva che permette la misura delle velocità delle onde di taglio nel terreno misurando la perturbazione dell'onda sismica sulla superficie del terreno. Il contributo maggiore della perturbazione è data dalle onde di Rayleigh, che si propagano con una velocità che è strettamente correlata con le caratteristiche elastiche della porzione di suolo dove si propagano le onde.

In un semispazio stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè le onde di differente lunghezza d'onda si propagano con velocità diverse di fase e di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980).

Questo significa che la velocità di fase apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza.

Il fenomeno della dispersione è collegato al fatto che le onde con alta frequenza (corta lunghezza d'onda) viaggiano prevalentemente attraverso i terreni superficiali, mentre le onde di bassa frequenza (onda lunga) interessano strati più profondi durante la propagazione (Fig.4).



L'elaborazione dei dati acquisiti consiste nell'effettuare l'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh mediante una trasformata bidimensionale "slowness-frequency" ($p-f$) che analizza l'energia di propagazione del segnale lungo la linea sismica e la successiva rappresentazione su di un grafico $p-f$ dello spettro di potenza.

I dati selezionati nell'immagine $p-f$ vengono graficati in un diagramma velocità di fase-frequenza, da cui è possibile ottenere un primo modello monodimensionale, successivamente un

processo di inversione ad elementi finiti calcola la distribuzione delle velocità V_s nel sottosuolo che più si avvicina nei termini R.S.M. ai dati acquisiti.

Dall'interpretazione dei dati in possesso degli scriventi risulta evidente una certa omogeneità sia dal punto di vista stratigrafico che dal punto di vista della continuità laterale degli orizzonti individuati.

Dall'analisi dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche effettuate in loco ed in aree limitrofe è possibile affermare che il terreno di fondazione è costituito da degli orizzonti di origine sedimentaria costituiti da ghiaie più o meno sabbiose ricoperti da una coltre colluviale limoso sabbiosa di spessore variabile.

L'interpretazione stratigrafica ottenuta è schematizzata nella tabella sottostante.

| Profondità (m) | Litologia correlata | Orizzonte | N _{SPT} |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------|------------------|
| 0.00 – 1.80/2.20 | Terreno vegetale e limo argilloso | A | 2 |
| 1.80/2.20 – 2.60 / 3.20 | Ghiaia Limosa | B | 23 |
| 2.60 / 3.20 – fine prova | Ghiaia sabbiosa | C | 45 |

6 PROFILI SISMICI

Il diagramma velocità di fase-frequenza ottenuto con il profilo MASW evidenzia una curva di dispersione (Fig.4) ben individuabile e continua nel range di frequenze tra 4 e 70 Hz.

Il picking delle terne velocità di fase, frequenza ed ampiezza più idonee all'analisi, permettono di ottenere la curva di input per l'inversione dei dati sismici. La metodica di calcolo prevede di basare il calcolo su di un modello semplice, con il minor numero possibile di strati, tale da portare alla convergenza della soluzione e ridurre le possibili soluzioni di equivalenza. Per il calcolo del profilo MASW, si è utilizzato un modello iniziale sismo stratigrafico a due strati che permette un buon fitting tra i dati acquisiti e calcolati.

Dal modello calcolato si è infine calcolato il valore medio V_{s30} richiesto dalla normativa per la caratterizzazione sismica dei terreni. Dai sismogrammi registrati per il profilo MASW, impostando i corretti parametri in acquisizione, è possibile elaborare anche un profilo sismico a rifrazione.

La sismica a rifrazione a differenza del profilo MASW che si basa sull'analisi delle onde di superficie (onde di Rayleigh), valuta il tempo di primo arrivo ai geofoni della perturbazione sismica indotta.

Portando su di un grafico tempo-distanza dalla sorgente, il tempo di arrivo della perturbazione sismica lungo il tracciato del profilo sismico si ottiene il grafico delle dromocrone (Fig.10).

Da questo è possibile individuare ad ogni cambio di pendenza un diverso rifrattore sismico.

Nota la velocità dei diversi rifrattori è possibile di calcolarne la profondità.

L'elaborazione del profilo a rifrazione, evidenzia una interfaccia sismo-stratigrafica posta a circa 2.5 m da p.c., con velocità di 0.3 Km/s per la copertura detritico terrosa superficiale e di 0.8 Km/s per la parte sottostante più prettamente ghiaiosa.

I dati ottenuti sono in buon accordo con il risultato del profilo MASW.

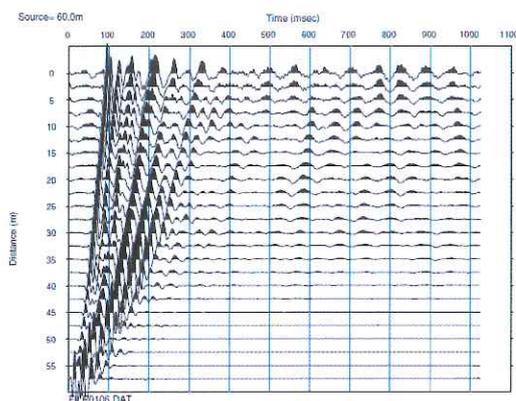


Fig.5: Sismogramma MASW 24 geofoni,
shot a 10 m offset

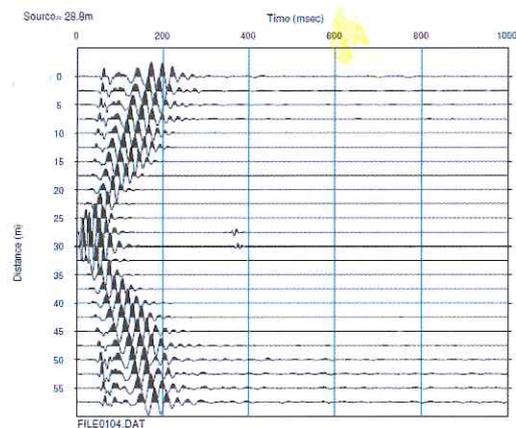


Fig.6: Sismogramma prof. rifraz. shot
intermedio a 28.8 m.

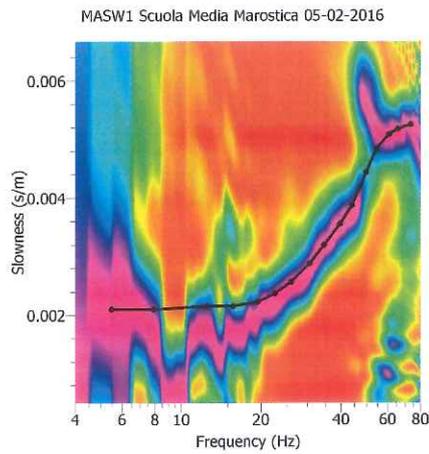


Fig.7: Curva di dispersione dati acquisiti
Slowness (s/m) - Frequenza (Hz)

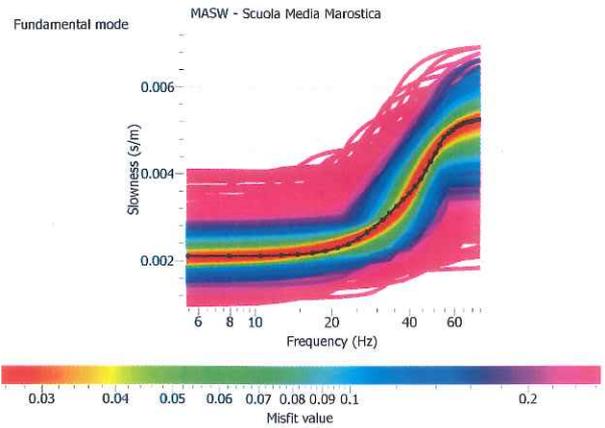


Fig.8: Curva di dispersione calcolata

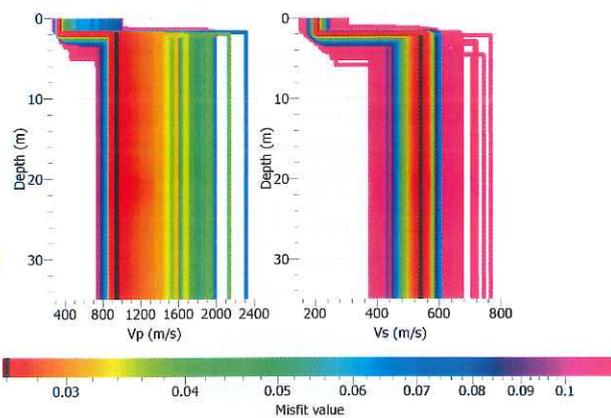


Fig. 9: Modelli elaborati velocità sismiche
onde di compressione V_p e di taglio V_s .

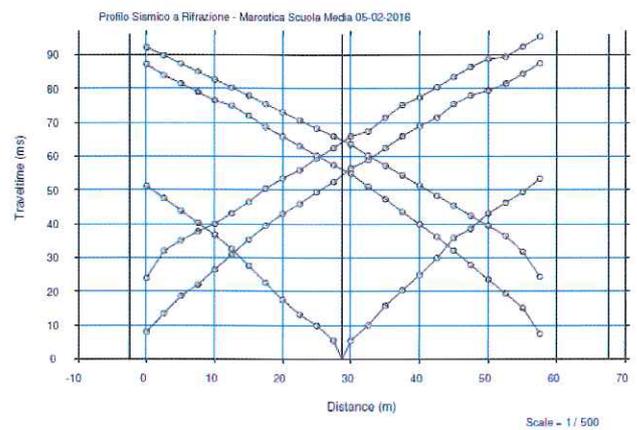


Fig.10: dromocrone profilo sismico a
rifrazione

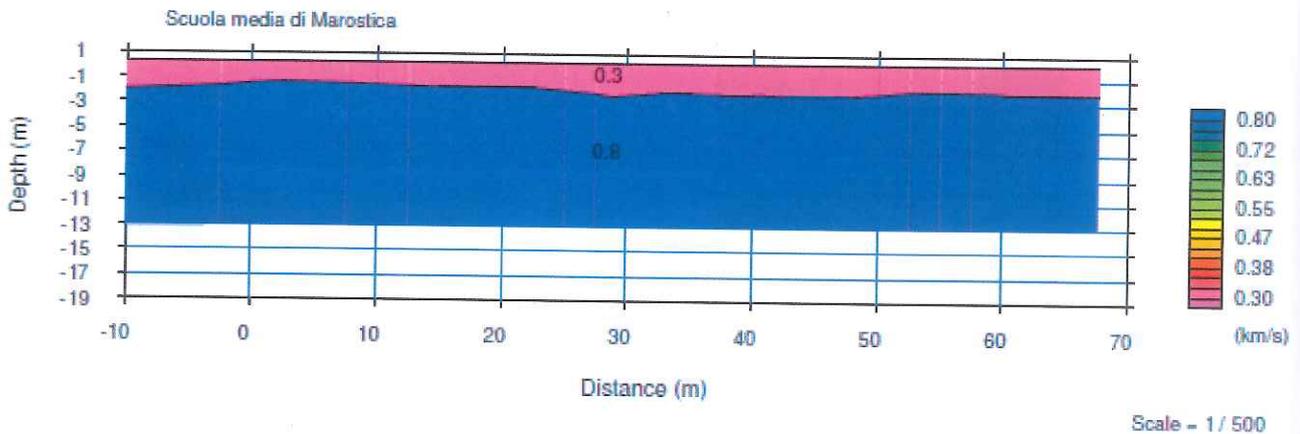


Fig.11: profilo sismico a rifrazione: sismostrati

Calcolo Vs 30 e classificazione sismica dei terreni

L'analisi dei dati dei profili sismici ha evidenziato velocità delle onde di taglio medie, il cui valore medio calcolato sui primi trenta metri è: $V_{s30} = 480$ m/sec.

Il presente DM 14 Genn. 2008 nel *Cap.3.2 AZIONE SISMICA, par. 3.2.2 Categorie di suolo e Condizioni topografiche*, classifica questa velocità come:

“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”.

*In conclusione nell'area esaminata la media dei terreni fino a 30 m rientra nella **CATEGORIA B**.*



Dr. Geol. Tundo Umberto
Dr. Geol. Dalla Valle Giovanni

6 – PROBLEMATICHE ANTISISMICHE

Sulla base dell'**Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri** n°3274 del 20 marzo 2003 il Comune di Marostica risulta inserito nella **Zona 3** della classificazione delle zone sismiche, caratterizzata da un valore dell'accelerazione sismica a_g pari a 0.15 g.

L'assenza nei primi trenta metri di terreni sabbiosi estesi al di sotto del livello di falda esclude la necessità di valutare il grado di liquefazione. Il **Coefficiente di Fondazione ϵ** , che ha lo scopo di introdurre gli eventuali effetti di amplificazione sismica dovuti alle caratteristiche litostratigrafiche del terreno, è stato valutato pari a 1.1.

RELAZIONE GEOTECNICA

7 - MODELLO GEOTECNICO

Partendo dai dati ottenuti dalla relazione Geologica ed interpretando con i metodi riportati in seguito i dati ottenuti dalle indagini penetrometriche è stato prodotto un modello geotecnico che meglio approssima i dati di campagna.

Per la caratterizzazione geotecnica dei litotipi di natura coesiva, sono stati utilizzati metodi di calcolo riconducibili a vari autori, come riportato in *Fig.5 - Correlazioni $C_u - N_{SPT}$* .

La valutazione della coesione non drenata (C_u) dei terreni di natura prevalentemente coesiva, è stato adottato il metodo proposto da Terzaghi e Peck (1948).

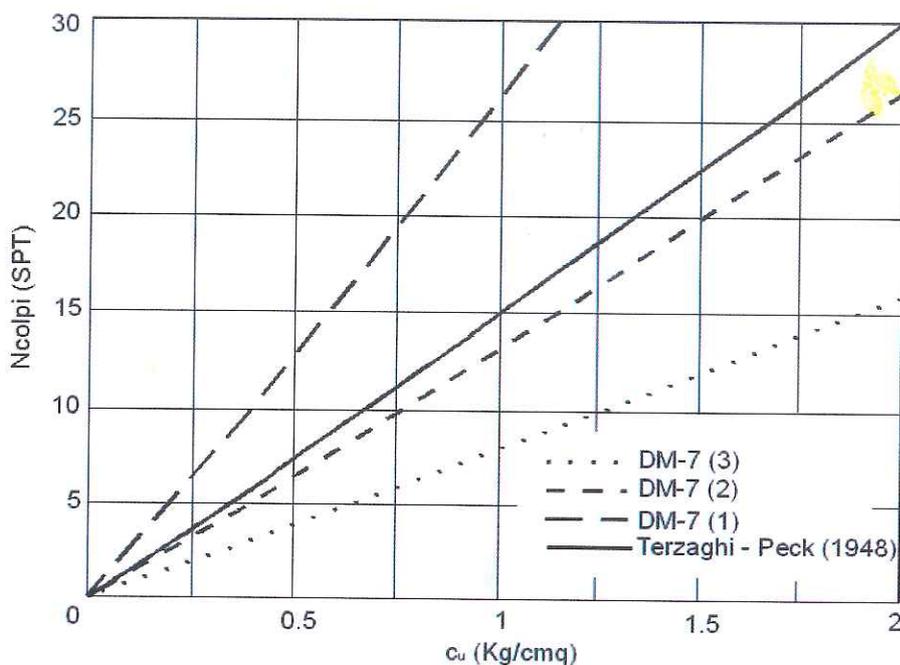


Fig.5 - Correlazioni $C_u - N_{SPT}$

La determinazione dell'angolo di attrito Φ , relativamente ai terreni di natura prevalentemente granulare, sono stati utilizzati vari metodi indicati da vari autori indicati nella *Fig. 6 - Correlazioni $\Phi - N_{SPT}$* .

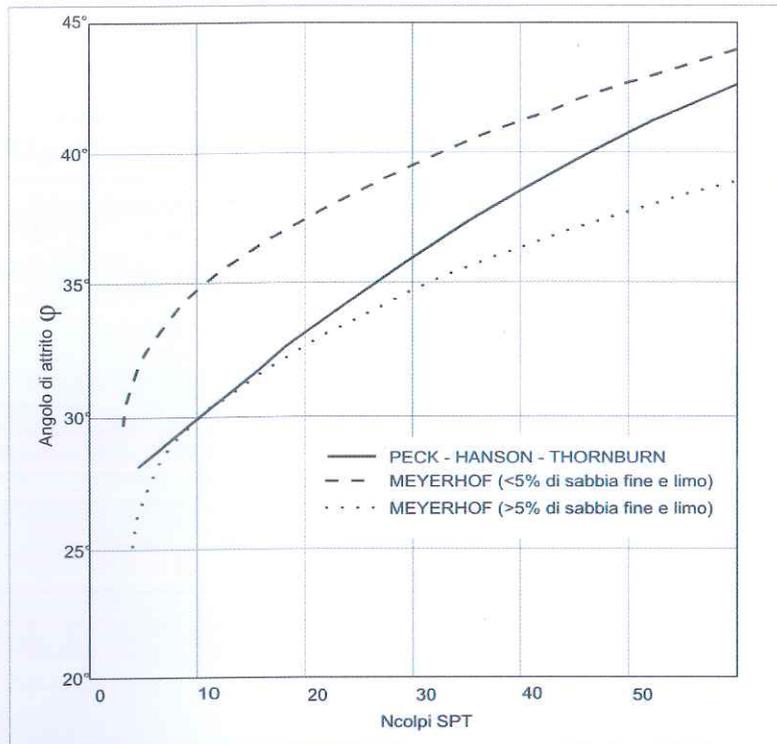


Fig. 6 – Correlazioni $\Phi - N_{SPT}$.

Le prove penetrometriche effettuate hanno fornito dei parametri di resistenza puntuali lungo le verticali dei punti indagati. I dati ottenuti da queste indagini (sia sul sito che in siti limitrofi) e le interpretazioni effettuate sono riportati nella tabella sottostante: essi possono essere considerati rappresentativi degli orizzonti stratigrafici individuati. L'indagine e la valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione è stata effettuata al fine di verificare dal punto di vista di resistenza meccanica il substrato di fondazione esistente.

Si determinano analiticamente i valori caratteristici (f_k) dei parametri di resistenza al taglio, coesione e angolo di attrito, partendo dai valori medi f_m riportati nella relazione geologica.

Il valore caratteristico è il valore al quale è associata una prefissata probabilità di non superamento.

$$\Phi'_k = \Phi'_m (1 + X \cdot V_\Phi)$$

$$c'_k = c'_m (1 + X \cdot V_c)$$

dove

Φ'_k = valore caratteristico dell'angolo di attrito interno
 c'_k = valore caratteristico della coesione



Dr. Geol. Tundo Umberto
Dr. Geol. Dalla Valle Giovanni

Φ'_m = valore medio dell'angolo di attrito

c'_m = valore medio della coesione

V_Φ = coefficiente di variazione di Φ' definito come il rapporto tra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di Φ' .

V_c = coefficiente di variazione di c' definito come il rapporto tra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di c' .

X = parametro dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottata. L'Eurocodice 7 fissa questa probabilità al 5% per il taglio e per una distribuzione di tipo gaussiano

| Orizzonte | Profondità (m) | Litologia correlata | Cu^k KN/m ² | Φ^k ° | γ_{NAT} KN/m ³ |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------|-------------------------------------|
| A | 0.00 – 1.80/2.20 | Terreno vegetale e limo argilloso | 20 | - | 16.5 |
| B | 1.80/2.20 – 2.60 / 3.20 | Ghiaia Limosa | - | 28 | 2.0 |
| C | 2.60 / 3.20 – fine prova | Ghiaia sabbiosa | - | 35 | 2.1 |

Si lascia comunque al Sig. Progettista la scelta definitiva ed esecutiva della tipologia e del dimensionamento delle strutture, che sarà subordinata all'individuazione dei parametri progettuali definitivi. In allegato fuori testo si riportano i tabulati relativi alle prove effettuate.

Mason, marzo 2016

Collaboratore



Dr. Geol. Umberto Tundo

Tecnico incaricato

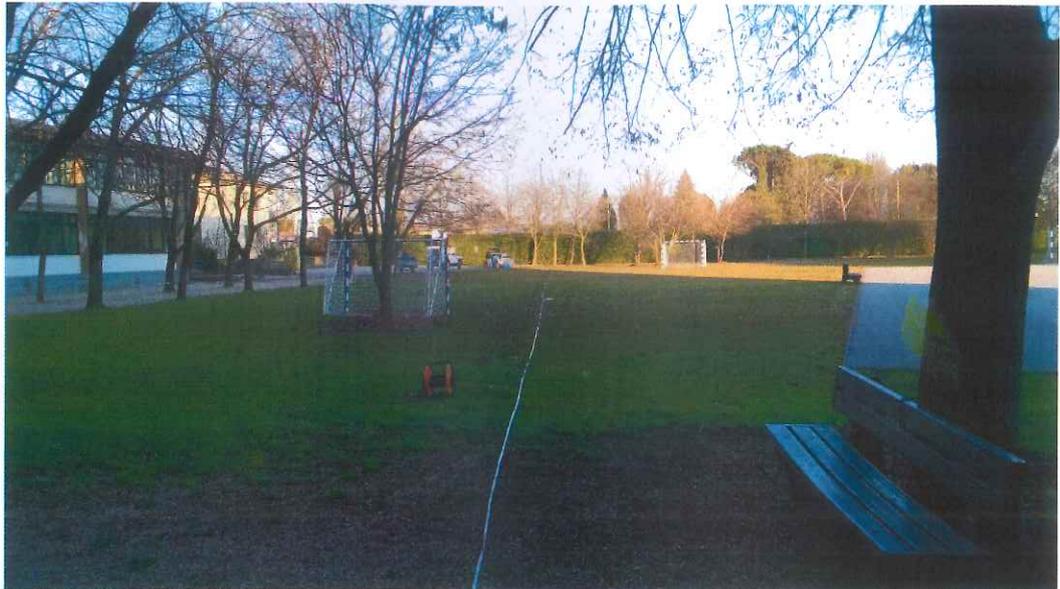


Dr. Geol. Giovanni Dalla Valle

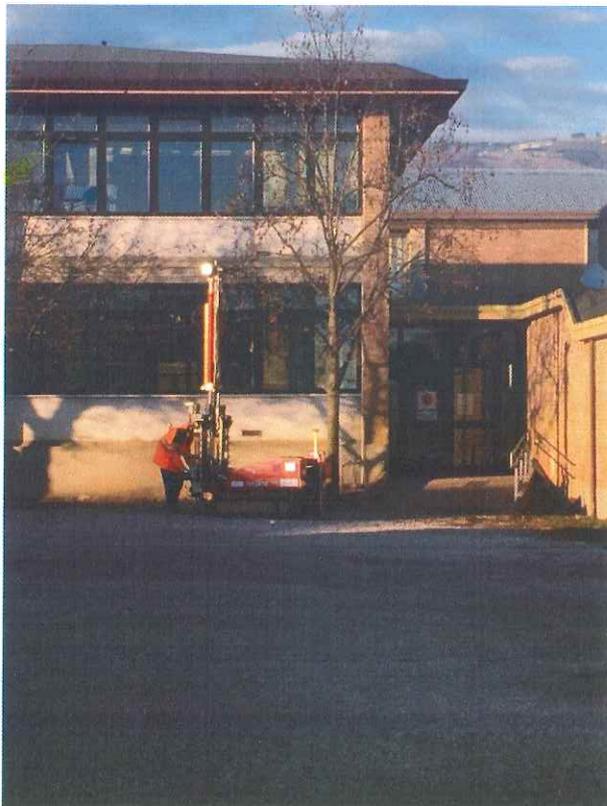
ALLEGATI FUORI TESTO

- *Documentazione fotografica*
- *Tabelle e diagrammi delle prove penetrometriche;*
- *Tavola 1 - Ubicazione delle prove in sito*

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Stendimento sismico per
tecnica MASW e dettaglio
dei sismografi utilizzati**



**Dettaglio e ubicazione di alcune delle prove
DPSH effettuate**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: COMUNE DI MAROSTICA
Cantiere: Palestra scuola media
Località: Via A. Dalle Laste

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| Rif. Norme | DIN 4094 |
| Peso Massa battente | 63,5 Kg |
| Altezza di caduta libera | 0,75 m |
| Peso sistema di battuta | 8 Kg |
| Diametro punta conica | 50,46 mm |
| Area di base punta | 20 cm ² |
| Lunghezza delle aste | 1 m |
| Peso aste a metro | 6,3 Kg/m |
| Profondità giunzione prima asta | 0,80 m |
| Avanzamento punta | 0,20 m |
| Numero colpi per punta | N(20) |
| Coeff. Correlazione | 1,504 |
| Rivestimento/fanghi | No |
| Angolo di apertura punta | 90 ° |

OPERATORE
Servizi Geologici

RESPONSABILE
Dr. Dalla Valle Giovanni

PROVA ...DPSH 1

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 05/02/2016
 Profondità prova 2,20 mt
 Falda non rilevata

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|----------------|-----------|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|
| 0,20 | 4 | 0,855 | 33,22 | 38,87 | 1,66 | 1,94 |
| 0,40 | 3 | 0,851 | 24,80 | 29,15 | 1,24 | 1,46 |
| 0,60 | 4 | 0,847 | 32,92 | 38,87 | 1,65 | 1,94 |
| 0,80 | 3 | 0,843 | 24,59 | 29,15 | 1,23 | 1,46 |
| 1,00 | 2 | 0,840 | 15,10 | 17,98 | 0,75 | 0,90 |
| 1,20 | 3 | 0,836 | 22,55 | 26,97 | 1,13 | 1,35 |
| 1,40 | 3 | 0,833 | 22,46 | 26,97 | 1,12 | 1,35 |
| 1,60 | 2 | 0,830 | 14,92 | 17,98 | 0,75 | 0,90 |
| 1,80 | 9 | 0,826 | 66,86 | 80,91 | 3,34 | 4,05 |
| 2,00 | 25 | 0,723 | 151,21 | 209,08 | 7,56 | 10,45 |
| 2,20 | 60 | 0,620 | 311,18 | 501,80 | 15,56 | 25,09 |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1**TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Cu (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|---------------|--------------------------|
| Strato 1 | 5,52 | 1,80 | Terzaghi-Peck | 0,35 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|------------------|--------------------------|
| Strato 1 | 5,52 | 1,80 | Robertson (1983) | 11,04 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Eed (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|------------------------|---------------------------|
| Strato 1 | 5,52 | 1,80 | Stroud e Butler (1975) | 25,33 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Ey (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|--------------|--------------------------|
| Strato 1 | 5,52 | 1,80 | Apollonia | 55,20 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Classificazione |
|----------|------|------------------|----------------------------|----------------------|
| Strato 1 | 5,52 | 1,80 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MODERAT. CONSISTENTE |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|----------|------|------------------|-------------------|--|
| Strato 1 | 5,52 | 1,80 | Meyerhof ed altri | 1,79 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m ³) |
|----------|------|------------------|--------------------------------------|---|
| Strato 1 | 5,52 | 1,80 | Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967 | 1,88 |

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Densità relativa (%) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | Gibbs & Holtz 1957 | 100 |

Angolo di resistenza al taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | Sowers (1961) | 45,9 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | Bowles (1982) Sabbia Media | 394,60 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia) | 158,76 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | Classificazione A.G.I. 1977 | MOLTO ADDENSATO |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | Meyerhof ed altri | 2,32 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma Saturo (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | --- |

Modulo di Poisson

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | (A.G.I.) | 0,22 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | Ohsaki (Sabbie) | 3237,52 |

Velocità onde

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Velocità onde m/s |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|-------------------|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | | 439,72 |

Liquefazione

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Potenziale Liquefazione |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | Seed (1979) (Sabbie e ghiaie) | > 0,35 |

Modulo di reazione Ko

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Ko |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|------------------|-------|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | Navfac 1971-1982 | 10,86 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|----------------|--------------------------|
| Strato 2 | 63,92 | 2,20 | 63,92 | Robertson 1983 | 127,84 |

PROVA ...DPSH 2

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 05/02/2016
 Profondità prova 4,40 mt
 Falda non rilevata

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|----------------|-----------|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|
| 0,20 | 1 | 0,855 | 8,31 | 9,72 | 0,42 | 0,49 |
| 0,40 | 1 | 0,851 | 8,27 | 9,72 | 0,41 | 0,49 |
| 0,60 | 1 | 0,847 | 8,23 | 9,72 | 0,41 | 0,49 |
| 0,80 | 7 | 0,843 | 57,37 | 68,02 | 2,87 | 3,40 |
| 1,00 | 1 | 0,840 | 7,55 | 8,99 | 0,38 | 0,45 |
| 1,20 | 2 | 0,836 | 15,04 | 17,98 | 0,75 | 0,90 |
| 1,40 | 19 | 0,783 | 133,72 | 170,81 | 6,69 | 8,54 |
| 1,60 | 15 | 0,780 | 105,12 | 134,85 | 5,26 | 6,74 |
| 1,80 | 14 | 0,776 | 97,71 | 125,86 | 4,89 | 6,29 |
| 2,00 | 12 | 0,823 | 82,61 | 100,36 | 4,13 | 5,02 |
| 2,20 | 13 | 0,770 | 83,73 | 108,72 | 4,19 | 5,44 |
| 2,40 | 15 | 0,767 | 96,24 | 125,45 | 4,81 | 6,27 |
| 2,60 | 21 | 0,714 | 125,44 | 175,63 | 6,27 | 8,78 |
| 2,80 | 27 | 0,711 | 160,65 | 225,81 | 8,03 | 11,29 |
| 3,00 | 28 | 0,709 | 155,14 | 218,92 | 7,76 | 10,95 |
| 3,20 | 24 | 0,706 | 132,48 | 187,64 | 6,62 | 9,38 |
| 3,40 | 23 | 0,703 | 126,49 | 179,83 | 6,32 | 8,99 |
| 3,60 | 22 | 0,701 | 120,55 | 172,01 | 6,03 | 8,60 |
| 3,80 | 40 | 0,598 | 187,15 | 312,74 | 9,36 | 15,64 |
| 4,00 | 29 | 0,696 | 148,16 | 212,87 | 7,41 | 10,64 |
| 4,20 | 40 | 0,594 | 174,32 | 293,61 | 8,72 | 14,68 |
| 4,40 | 56 | 0,591 | 243,11 | 411,05 | 12,16 | 20,55 |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Cu (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|---------------|--------------------------|
| Strato 1 | 3,26 | 1,20 | Terzaghi-Peck | 0,20 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|------------------|--------------------------|
| Strato 1 | 3,26 | 1,20 | Robertson (1983) | 6,52 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Eed (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|------------------------|---------------------------|
| Strato 1 | 3,26 | 1,20 | Stroud e Butler (1975) | 14,96 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Ey (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|--------------|--------------------------|
| Strato 1 | 3,26 | 1,20 | Apollonia | 32,60 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Classificazione |
|----------|------|------------------|---------------------|------------------|
| Strato 1 | 3,26 | 1,20 | Classificaz. A.G.I. | POCO CONSISTENTE |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|----------|------|------------------|-------------------|--|
| Strato 1 | 3,26 | 1,20 | Meyerhof ed altri | 1,65 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m ³) |
|----------|------|------------------|--------------|---|
| Strato 1 | 3,26 | 1,20 | Bowles 1982, | 1,86 |

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Densità relativa (%) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | Gibbs & Holtz | 99,58 |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | Gibbs & Holtz | 100 |

Angolo di resistenza al taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | Sowers (1961) | 34,56 |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | Sowers (1961) | 41,52 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | Bowles (1982) Sabbia Media | 192,10 |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | Bowles (1982) Sabbia Media | 316,45 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|------------------------|---|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | Begemann 1974 (Ghiaia) | 75,57 |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | Begemann 1974 (Ghiaia) | 126,65 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | Classificazione A.G.I. 1977 | MODERATAMENTE NTE ADDENSATO |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | Classificazione A.G.I. 1977 | ADDENSATO |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | Meyerhof ed altri | 2,05 |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | Meyerhof ed altri | 2,23 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma Saturo (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | --- |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | --- |

Modulo di Poisson

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | (A.G.I.) | 0,31 |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | (A.G.I.) | 0,26 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 1259,87 |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 2487,36 |

Velocità onde

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Velocità onde m/s |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|-------------------|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | | 266,17 |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | | 382,2 |

Liquefazione

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Potenziale Liquefazione |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | Seed (1979) (Sabbie e ghiaie) | 0.04-0.10 |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | Seed (1979) (Sabbie e ghiaie) | > 0.35 |

Modulo di reazione Ko

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Ko |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|------------------|------|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | Navfac 1971-1982 | 4,62 |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | Navfac 1971-1982 | 7,94 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|----------------|--------------------------|
| Strato 2 | 23,42 | 2,60 | 23,42 | Robertson 1983 | 46,84 |
| Strato 3 | 48,29 | 4,40 | 48,29 | Robertson 1983 | 96,58 |

PROVA ...DPSH 3

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 05/02/2016
 Profondità prova 6,80 mt
 Falda non rilevata

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|----------------|-----------|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|
| 0,20 | 6 | 0,855 | 49,83 | 58,31 | 2,49 | 2,92 |
| 0,40 | 2 | 0,851 | 16,54 | 19,44 | 0,83 | 0,97 |
| 0,60 | 2 | 0,847 | 16,46 | 19,44 | 0,82 | 0,97 |
| 0,80 | 1 | 0,843 | 8,20 | 9,72 | 0,41 | 0,49 |
| 1,00 | 1 | 0,840 | 7,55 | 8,99 | 0,38 | 0,45 |
| 1,20 | 1 | 0,836 | 7,52 | 8,99 | 0,38 | 0,45 |
| 1,40 | 2 | 0,833 | 14,97 | 17,98 | 0,75 | 0,90 |
| 1,60 | 2 | 0,830 | 14,92 | 17,98 | 0,75 | 0,90 |
| 1,80 | 3 | 0,826 | 22,29 | 26,97 | 1,11 | 1,35 |
| 2,00 | 3 | 0,823 | 20,65 | 25,09 | 1,03 | 1,25 |
| 2,20 | 2 | 0,820 | 13,72 | 16,73 | 0,69 | 0,84 |
| 2,40 | 1 | 0,817 | 6,83 | 8,36 | 0,34 | 0,42 |
| 2,60 | 1 | 0,814 | 6,81 | 8,36 | 0,34 | 0,42 |
| 2,80 | 2 | 0,811 | 13,57 | 16,73 | 0,68 | 0,84 |
| 3,00 | 2 | 0,809 | 12,65 | 15,64 | 0,63 | 0,78 |
| 3,20 | 8 | 0,806 | 50,41 | 62,55 | 2,52 | 3,13 |
| 3,40 | 10 | 0,803 | 62,81 | 78,18 | 3,14 | 3,91 |
| 3,60 | 13 | 0,751 | 76,32 | 101,64 | 3,82 | 5,08 |
| 3,80 | 16 | 0,748 | 93,62 | 125,10 | 4,68 | 6,25 |
| 4,00 | 18 | 0,746 | 98,57 | 132,12 | 4,93 | 6,61 |
| 4,20 | 18 | 0,744 | 98,26 | 132,12 | 4,91 | 6,61 |
| 4,40 | 17 | 0,741 | 92,52 | 124,78 | 4,63 | 6,24 |
| 4,60 | 23 | 0,689 | 116,36 | 168,83 | 5,82 | 8,44 |
| 4,80 | 18 | 0,737 | 97,39 | 132,12 | 4,87 | 6,61 |
| 5,00 | 18 | 0,735 | 91,52 | 124,51 | 4,58 | 6,23 |
| 5,20 | 21 | 0,683 | 99,21 | 145,26 | 4,96 | 7,26 |
| 5,40 | 28 | 0,681 | 131,90 | 193,68 | 6,60 | 9,68 |
| 5,60 | 27 | 0,679 | 126,84 | 186,76 | 6,34 | 9,34 |
| 5,80 | 21 | 0,677 | 98,38 | 145,26 | 4,92 | 7,26 |
| 6,00 | 32 | 0,625 | 130,90 | 209,29 | 6,55 | 10,46 |
| 6,20 | 38 | 0,624 | 155,01 | 248,53 | 7,75 | 12,43 |
| 6,40 | 37 | 0,622 | 150,52 | 241,99 | 7,53 | 12,10 |
| 6,60 | 54 | 0,570 | 201,43 | 353,17 | 10,07 | 17,66 |
| 6,80 | 57 | 0,569 | 212,02 | 372,79 | 10,60 | 18,64 |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Cu (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|---------------|--------------------------|
| Strato 1 | 3,41 | 2,20 | Terzaghi-Peck | 0,21 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|------------------|--------------------------|
| Strato 1 | 3,41 | 2,20 | Robertson (1983) | 6,82 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Eed (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|------------------------|---------------------------|
| Strato 1 | 3,41 | 2,20 | Stroud e Butler (1975) | 15,65 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Ey (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|--------------|--------------------------|
| Strato 1 | 3,41 | 2,20 | Apollonia | 34,10 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Classificazione |
|----------|------|------------------|---------------------|-----------------|
| Strato 1 | 3,41 | 2,20 | Classificaz. A.G.I. | POCO CONS. |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|----------|------|------------------|-------------------|--|
| Strato 1 | 3,41 | 2,20 | Meyerhof ed altri | 1,66 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m ³) |
|----------|------|------------------|----------------------------|---|
| Strato 1 | 3,41 | 2,20 | Bowles 1982, Terzaghi-Peck | 1,86 |

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Densità relativa (%) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | Gibbs & Holtz | 28,22 |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | Gibbs & Holtz | 99,8 |

Angolo di resistenza al taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | Sowers (1961) | 28,56 |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | Sowers (1961) | 38,02 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | Bowles (1982) Sabbia Media | --- |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | Bowles (1982) Sabbia Media | 254,00 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia) | 31,57 |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia) | 101,00 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|----------|------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | Classificazione A.G.I. 1977 | SCIOLTO |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | Classificazione A.G.I. 1977 | ADDENSATO |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma (t/m ³) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | Meyerhof ed altri | 1,40 |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | Meyerhof ed altri | 2,18 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma Saturo (t/m ³) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1,87 |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | --- |

Modulo di Poisson

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|----------|------|------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | (A.G.I.) | 0,35 |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | (A.G.I.) | 0,28 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 124,70 |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 1877,43 |

Velocità onde

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Velocità onde m/s |
|----------|------|------------------|----------------------------------|--------------|-------------------|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | | 77,78 |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | | 329,08 |

Liquefazione

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Potenziale Liquefazione |
|----------|------|------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | Seed (1979) (Sabbie e ghiaie) | < 0.04 |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | Seed (1979) (Sabbie e ghiaie) | 0.10-0.35 |

Modulo di reazione Ko

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Ko |
|----------|------|------------------|----------------------------------|------------------|------|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | Navfac 1971-1982 | 0,27 |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | Navfac 1971-1982 | 6,37 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|----------------|--------------------------|
| Strato 2 | 2 | 2,80 | 2 | Robertson 1983 | 4,00 |
| Strato 3 | 35,8 | 6,80 | 35,8 | Robertson 1983 | 71,60 |

PROVA ...DPSH 4

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 05/02/2016
 Profondità prova 5,60 mt
 Falda non rilevata

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|----------------|-----------|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|
| 0,20 | 4 | 0,855 | 33,22 | 38,87 | 1,66 | 1,94 |
| 0,40 | 2 | 0,851 | 16,54 | 19,44 | 0,83 | 0,97 |
| 0,60 | 3 | 0,847 | 24,69 | 29,15 | 1,23 | 1,46 |
| 0,80 | 2 | 0,843 | 16,39 | 19,44 | 0,82 | 0,97 |
| 1,00 | 1 | 0,840 | 7,55 | 8,99 | 0,38 | 0,45 |
| 1,20 | 2 | 0,836 | 15,04 | 17,98 | 0,75 | 0,90 |
| 1,40 | 3 | 0,833 | 22,46 | 26,97 | 1,12 | 1,35 |
| 1,60 | 2 | 0,830 | 14,92 | 17,98 | 0,75 | 0,90 |
| 1,80 | 4 | 0,826 | 29,71 | 35,96 | 1,49 | 1,80 |
| 2,00 | 16 | 0,773 | 103,46 | 133,81 | 5,17 | 6,69 |
| 2,20 | 18 | 0,770 | 115,93 | 150,54 | 5,80 | 7,53 |
| 2,40 | 17 | 0,767 | 109,07 | 142,18 | 5,45 | 7,11 |
| 2,60 | 12 | 0,814 | 81,72 | 100,36 | 4,09 | 5,02 |
| 2,80 | 6 | 0,811 | 40,72 | 50,18 | 2,04 | 2,51 |
| 3,00 | 11 | 0,809 | 69,55 | 86,00 | 3,48 | 4,30 |
| 3,20 | 8 | 0,806 | 50,41 | 62,55 | 2,52 | 3,13 |
| 3,40 | 17 | 0,753 | 100,14 | 132,91 | 5,01 | 6,65 |
| 3,60 | 26 | 0,701 | 142,47 | 203,28 | 7,12 | 10,16 |
| 3,80 | 25 | 0,698 | 136,51 | 195,46 | 6,83 | 9,77 |
| 4,00 | 15 | 0,746 | 82,14 | 110,10 | 4,11 | 5,51 |
| 4,20 | 12 | 0,794 | 69,91 | 88,08 | 3,50 | 4,40 |
| 4,40 | 24 | 0,691 | 121,81 | 176,17 | 6,09 | 8,81 |
| 4,60 | 24 | 0,689 | 121,42 | 176,17 | 6,07 | 8,81 |
| 4,80 | 25 | 0,687 | 126,09 | 183,51 | 6,30 | 9,18 |
| 5,00 | 30 | 0,685 | 142,15 | 207,52 | 7,11 | 10,38 |
| 5,20 | 31 | 0,633 | 135,74 | 214,43 | 6,79 | 10,72 |
| 5,40 | 48 | 0,581 | 192,92 | 332,02 | 9,65 | 16,60 |
| 5,60 | 52 | 0,579 | 208,31 | 359,69 | 10,42 | 17,98 |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 4

TERRENI COESIVI**Coesione non drenata**

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Cu (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|---------------|--------------------------|
| Strato 1 | 3,85 | 1,80 | Terzaghi-Peck | 0,24 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|------------------|--------------------------|
| Strato 1 | 3,85 | 1,80 | Robertson (1983) | 7,70 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Eed (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|------------------------|---------------------------|
| Strato 1 | 3,85 | 1,80 | Stroud e Butler (1975) | 17,66 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Ey (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|--------------|--------------------------|
| Strato 1 | 3,85 | 1,80 | Apollonia | 38,50 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Classificazione |
|----------|------|------------------|----------------------------|------------------|
| Strato 1 | 3,85 | 1,80 | Classificaz. A.G.I. (1977) | POCO CONSISTENTE |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|----------|------|------------------|-------------------|--|
| Strato 1 | 3,85 | 1,80 | Meyerhof ed altri | 1,69 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m ³) |
|----------|------|------------------|----------------------------|---|
| Strato 1 | 3,85 | 1,80 | Bowles 1982, Terzaghi-Peck | 1,87 |

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Densità relativa (%) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | Gibbs & Holtz | 85,45 |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 41,24 | Gibbs & Holtz | 100 |

Angolo di resistenza al taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | Sowers (1961) | 33,29 |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 41,24 | Sowers (1961) | 39,55 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | Bowles (1982) Sabbia Media | 169,55 |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 41,24 | Bowles (1982) Sabbia Media | 281,20 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|---|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | Begemann 1974 | 66,31 |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 41,24 | Begemann 1974 | 112,17 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|---------------------|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | A.G.I. 1977 | MOD. ADD. |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 41,24 | A.G.I. 1977 | ADDENSATO |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | Meyerhof ed altri | 1,97 |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 41,24 | Meyerhof ed altri | 2,21 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma Saturo (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------------------|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | Terzaghi-Peck | 1,97 |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 41,24 | Terzaghi-Peck | --- |

Modulo di Poisson

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | (A.G.I.) | 0,32 |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 41,24 | (A.G.I.) | 0,27 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | Ohsaki (Sabbie) | 1030,39 |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 41,24 | Ohsaki (Sabbie) | 2144,44 |

Velocità onde

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Velocità onde m/s |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|-------------------|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | | 239,17 |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 41,24 | | 353,2 |

Liquefazione

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Potenziale Liquefazione |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | Seed (1979) | 0.04-0.10 |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 41,24 | Seed (1979) | > 0.35 |

Modulo di reazione Ko

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Ko |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|------------------|------|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | Navfac 1971-1982 | 3,86 |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 41,24 | Navfac 1971-1982 | 7,04 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|----------------|--------------------------|
| Strato 2 | 18,91 | 3,20 | 18,91 | Robertson 1983 | 37,82 |
| Strato 3 | 41,24 | 5,60 | 1,24 | Robertson 1983 | 82,48 |

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 1
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : COMUNE DI MAROSTICA
Cantiere : Palestra scuola media
Località : Via A. Dalle Laste

Data :05/02/2016

Scala 1:10



,31
,17

te
DD.
TO

1,97
2,21

ro
1,97

0,32
0,27

0,39
4,44

le
9,17
53,2

te
-0,10
0,35

3,86
7,04

37,82
82,48

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 2
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : COMUNE DI MAROSTICA
 Cantiere : Palestra scuola media
 Località : Via A. Dalle Laste

Data : 05/02/2016

Scala 1:19



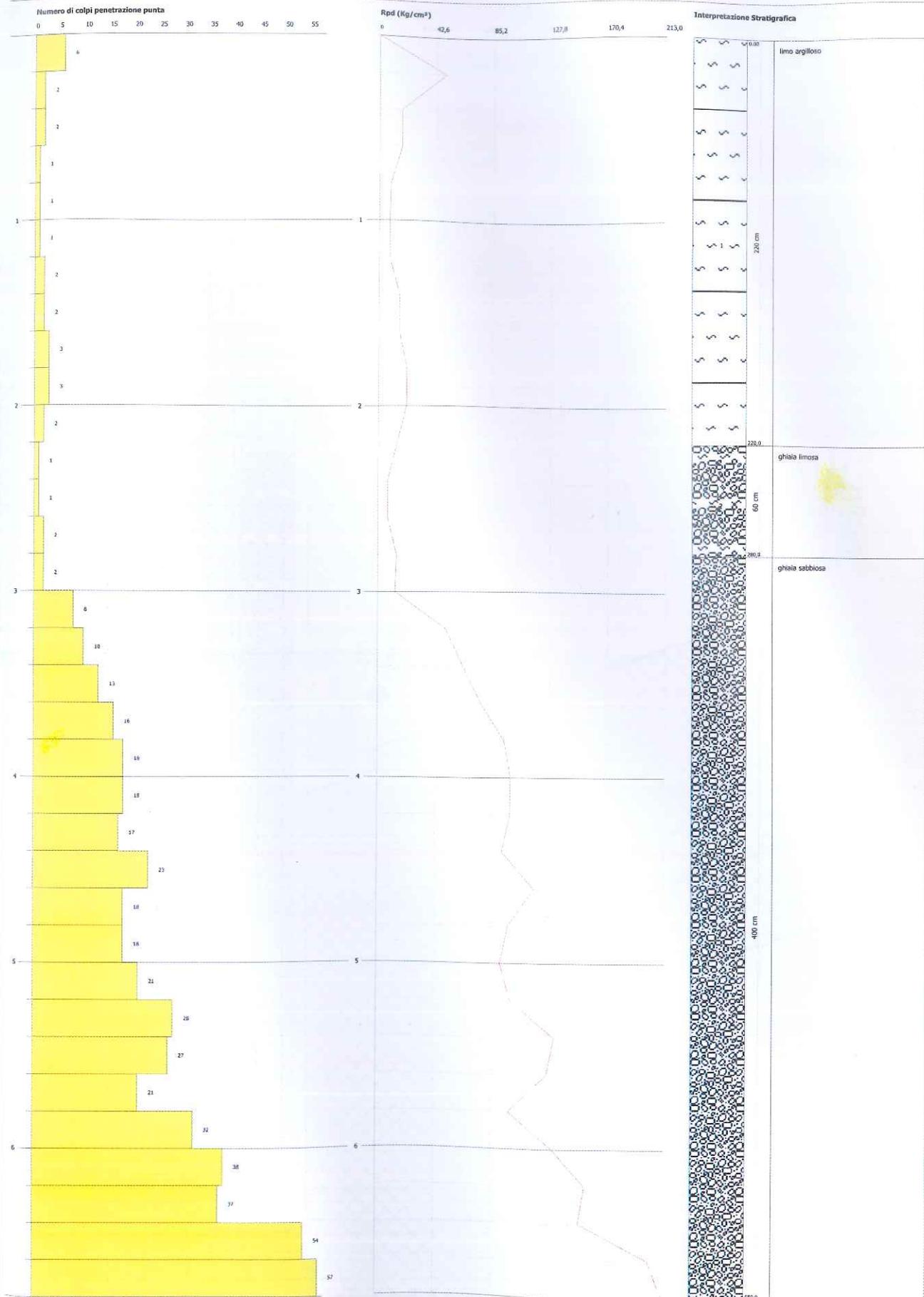
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 3
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : COMUNE DI MAROSTICA
 Cantiere : Palestra scuola media
 Località : Via A. Dalle Laste

Data :05/02/2016

Scala 1:19

Scala 1:29

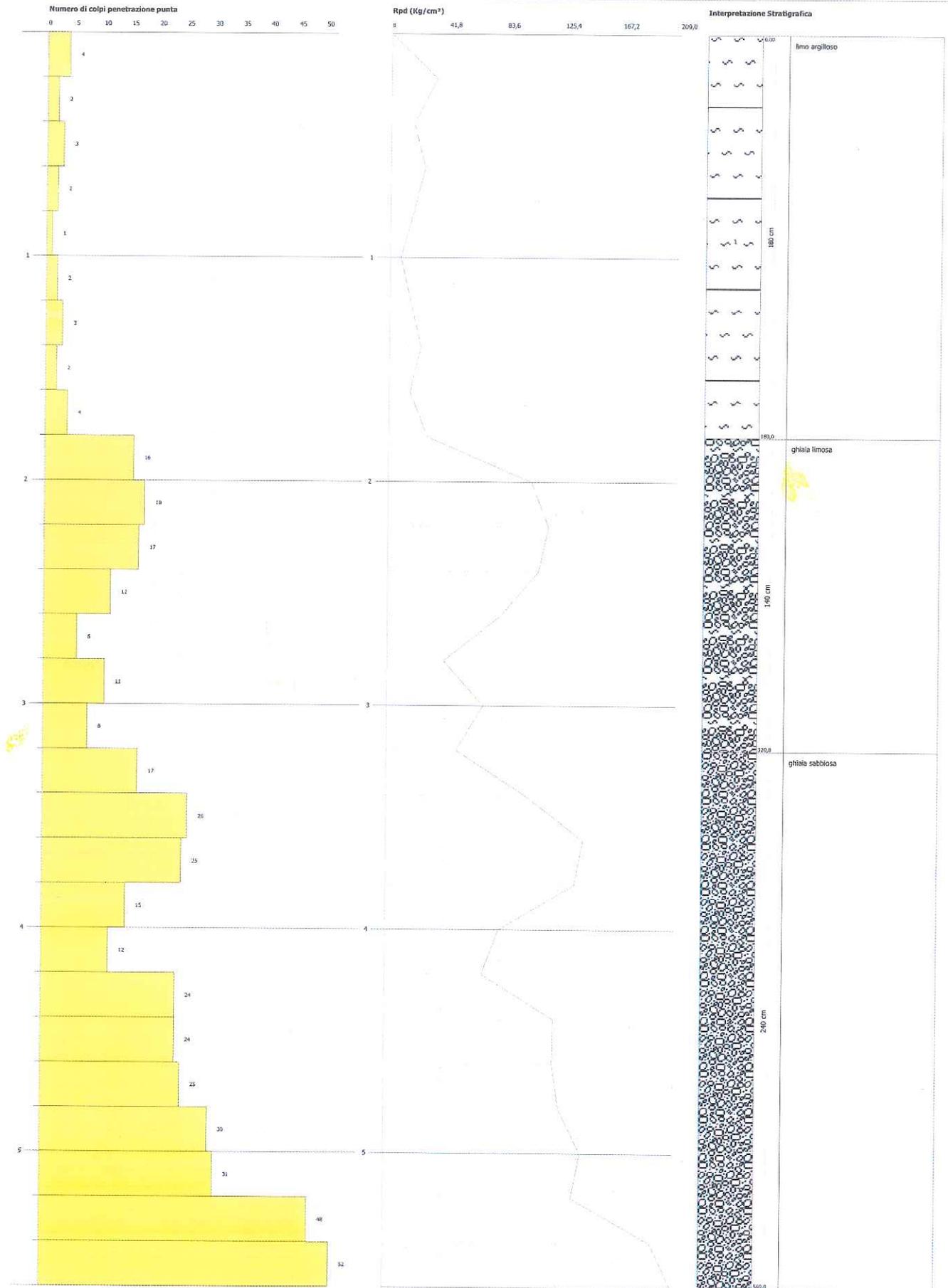


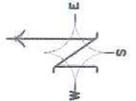
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 4
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : COMUNE DI MAROSTICA
Cantiere : Palestra scuola media
Località : Via A. Dalle Laste

Data :05/02/2016

Scala 1:20





PLANIMETRIA scala 1:500

