



Dott. Riccardo Dragoni
geologo

dicembre 2018

Provincia di Rimini
Comune di Misano Adriatico

RELAZIONE GEOLOGICA

OGGETTO:
PIANO PARTICOLAREGGIATO SECONDO LA LEGGE
URBANISTICA NAZIONALE N° 1150 DEL 1942 ALL'INTERNO
DELL' AUTODROMO MISANO WORLD CIRCUIT "MARCO
SIMONCELLI"

Committente: Spett.le Santa Monica s.p.a.

Località: via D. Kato

Il Geologo





Dott. Riccardo Dragoni
Geologo

INDICE

| | | |
|---|------|----|
| 1. PREMESSA..... | Pag. | 2 |
| 2. AMPIEZZA, TIPO E FINALITÀ DELLE INDAGINI SVOLTE | Pag. | 2 |
| 3. QUADRO GEOMORFOLOGICO | Pag. | 3 |
| 4. NOTE DI IDROGEOLOGIA..... | Pag. | 3 |
| 5. LITOLOGIA E STRATIGRAFIA | Pag. | 4 |
| 6. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE..... | Pag. | 5 |
| 6.1 CARICO LIMITE..... | Pag. | 6 |
| 6.1.1 PARAMETRI CARATTERISTICI DEL TERRENO | Pag. | 6 |
| 6.2 CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI CAPACITÀ PORTANTE... | Pag. | 7 |
| 7. SPETTRI DI RISPOSTA (DM 17/01/2018)..... | Pag. | 7 |
| 7.1 PERICOLOSITÀ DEL SITO (S1 INGV)..... | Pag. | 7 |
| 7.2 SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE..... | Pag. | 9 |
| 7.3 DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO | Pag. | 10 |
| 8. VERIFICA AL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE..... | Pag. | 11 |
| 9. CONCLUSIONI..... | Pag. | 12 |

Allegati:

- stralcio corografia IGM;
- stralcio planimetria e Carta delle Indagini;
- stralcio Carta geologica;
- Sezione stratigrafica;
- elaborati prove penetrometriche;
- Report indagini sismiche.



Dott. Riccardo Dragoni
Geologo

1. PREMESSA

Su incarico della **Spett.le Santa Monica s.p.a.** è stata eseguita un'indagine geologica e geotecnica sui terreni di interessati da un Piano Particolareggiato secondo la legge urbanistica nazionale n° 1150 del 1942.

Il presente lavoro è volto ad individuare sia gli aspetti geomorfologici, idrogeologici e litologici dell'area in esame, che ad accertare le caratteristiche geotecniche delle terre direttamente interessate dalle opere fondali, e lo studio della Pericolosità sismica di base (Macrozonazione, Microzonazione e Azione Sismica), al fine di valutarne le potenzialità urbanistiche in accordo con quanto disposto dal PRG.

L'area in studio, situata in loc. Santa Monica, nel comune di **Misano Adriatico**, è compresa nel Foglio N° **268 "PESARO"** della Carta d'Italia, ed é distinta al **foglio catastale n°16**.

2. AMPIEZZA, TIPO E FINALITÀ DELLE INDAGINI SVOLTE

L'ampiezza dell'area investigata è stata definita in funzione delle sue caratteristiche litologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche, nonché in base all'ubicazione e delle dimensioni dell'intervento in progetto.

L'indagine è stata dedicata ad un attento e dettagliato rilevamento di campagna, volto a definire le caratteristiche generali e particolari dell'area, così da verificare l'idoneità del sito in funzione delle sue caratteristiche peculiari e dei carichi applicati.

In particolare questo studio è mirato alla caratterizzazione geologica, geomorfologica e litologica dei depositi di sedime, al fine di verificare la loro idoneità a garantire la stabilità di opere in progetto; utile in tal senso è stato lo studio degli affioramenti presenti nell'intorno del sito interessato, lo studio della bibliografia esistente e in particolare l'esecuzione di n°2 prove penetrometriche dinamiche medie e una campagna geofisica, effettuate in precedenza in occasione di altri lavori, limitrofe al sito in oggetto; tali indagini si considerano utili ed esaustive al fine di ricostruirne una stratigrafia di massima del lotto in oggetto.

Da quanto emerso nel corso dello studio, si può asserire che i dati acquisiti siano sufficienti per poter responsabilmente estrapolare quanto necessario alla fase preliminare.



Dott. Riccardo Dragoni
Geologo

3. QUADRO GEOMORFOLOGICO

La morfologia generale della zona in esame è contraddistinta da una topografia subpianeggiante, la zona interessata si trova ad una quota di circa 25 metri s.l.m.

In particolare ci troviamo in corrispondenza di una piana alluvionale generata principalmente da due corsi d'acqua, il Rio Agina, che defluisce ad Ovest del fabbricato in progetto, e il Fiume Conca.

La topografia locale, per lo più pianeggiante, degrada leggermente verso i quadranti sud-occidentali; in base alle NTC 2018 il sito indagato rientra nella categoria di condizione topografica T1 (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

La morfologia generale non mostra alcun aspetto o problematica degna di rilievo, pertanto si omette la Carta Geomorfologica: essa infatti non si presenta particolarmente modificata dall'azione antropica, se si esclude la pratica agricola, e non si notano dei fenomeni di instabilità, né segni caratteristici dell'azione erosiva delle acque di corrivazione superficiale; il sito si considera pertanto in sostanziali condizioni di stabilità.

4. NOTE DI IDROGEOLOGIA

L'idrografia generale della zona è costituita da fossi e rivoli con portate abbastanza esigue che ruscellano nei campi coltivati, e, giunti al centro della piana alluvionale, si immettono nel T. Rio Agina, che defluisce nelle vicinanze del sito in oggetto; il corso d'acqua che rappresenta il collettore principale dell'area è il Fiume Conca.

Questi difficilmente riescono ad infiltrarsi nel sottosuolo vista la medio-bassa permeabilità dei terreni ricchi in frazione argillosa, e con portate influenzate dall'entità degli apporti meteorici.

Conseguentemente la densità di drenaggio aumenta sostanzialmente nella piana alluvionale con un maggior numero di aste fluviali per unità di superficie.

Le prove penetrometriche eseguite in situ hanno rilevato la presenza di una prima debole circolazione idrica alla profondità minima registrata di 5,0 metri dal p.c.; la falda freatica, ad andamento irregolare in funzione dell'anisotropia dei sedimenti di copertura, si attesta in genere a una profondità superiore ai 7-8 metri dal p.c.



Dott. Riccardo Dragoni
Geologo

5. LITOLOGIA E STRATIGRAFIA

La stratigrafia laterale e soprattutto verticale dell'area è stata desunta dal rilevamento in sito, dalla bibliografia esistente nel PRG “Parte Strutturale, dalla campagna geognostica condotta.

In merito a questi e al rilevamento di campagna da Noi realizzato viene caratterizzata l'area di sedime dal punto di vista geologico-geotecnico; si specifica che con tale indagine il volume significativo di terreno indagato e la ricostruzione del modello geotecnico, i quali sono funzione del tipo di opera e della complessità del contesto, sono sviluppati in modo sufficientemente esaustivo, come espresso al Cap. 6.2.1 delle NTC.

Dal punto di vista litologico ci troviamo in presenza di depositi terrigeni litoranei terrazzati del III ordine, Pleistocenici, costituiti da alternanze di argille-limose e limi-argillosi massivi di origine fluviale-palustre di bassa energia.

I sedimenti di copertura sopradescritti possiedono una medio-bassa permeabilità, che si riflette nella zona in una fitta rete idrica superficiale, tipica di aree ad alta densità di drenaggio, e un medio-alto grado di gerarchizzazione fluviale, con aste di III e IV ordine, e hanno uno spessore di alcune decine di metri.

La descrizione e i parametri geotecnici dei livelli attraversati è riportata in allegato nell'elaborazione delle prove penetrometriche.

Dalla presa visione dell'elaborazione sismica si evince che nel sito in oggetto tali depositi alluvionali hanno uno spessore di circa 17-18,0 mt. dal p.c.; in sequenza stratigrafica si ritrova complesso argilloso Pliocenico basale.

INDAGINE GEOFISICA MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)

Per la classificazione dei terreni secondo quanto imposto dai dettami del DM 14/01/18 è stato eseguita una linea sismica, finalizzata alla determinazione del profilo verticale di velocità delle Onde di taglio (Onde S) mediante la metodologia MASW (“*Multichannel Analysis of Surface Waves*”).

Tale metodologia sismica permette, tramite l'acquisizione di registrazioni multicanale delle onde superficiali di Rayleigh generate da masse battenti, di generare un profilo Vs in funzione della profondità.



Dott. Riccardo Dragoni
Geologo

L'acquisizione di campagna è stata condotta mediante il sismografo DoReMi a 24 bit, con 24 geofoni verticali a 4,5 Hz, spaziatura intergeofonica 2.00 m, durata di registrazione pari a 1,0 s, frequenza pari a 5000 Hz e periodo 200uS.

Come sorgente sismica è stata utilizzata una massa battente da 10 kg.

INDAGINE GEOFISICA RE.MI. (Refraction Microtremor)

La metodologia passiva di registrazione del rumore ambientale denominata Re.Mi. (Refraction Microtremor) consente di determinare la velocità di propagazione nel sottosuolo delle onde S, prevalentemente in aree urbanizzate ed ove è difficoltosa l'operatività con i metodi tradizionali di prospezione sismica a rifrazione.

L'analisi dei microtremori viene effettuata utilizzando le medesime geometrie della prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno con array lineare, da 12 a 48 geofoni; per ottenere una buona risoluzione in termine di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni con bassa frequenza di risonanza (4-14 Hz raccomandati), è indispensabile allungare il tempo di registrazione (15-30s) rispetto alla sismica a rifrazione tradizionale.

L'acquisizione di campagna è stata condotta mediante la medesima strumentazione e il medesimo stendimento dell'indagine Masw.

Le elaborazioni sono state eseguite mediante l'interpretazione combinata con i risultati ottenuti dal metodo MASW al fine di confrontare ed integrare fino a frequenze inferiori a 2 Hz e guidare la fase di inversione delle indagini ReMi.

Il profilo Combinato M.A.S.W. e Re.Mi. 1 indica una Vs30 pari a 317 m/s.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le nuove "Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni" il profilo stratigrafico dei terreni coinvolti nel progetto permette di classificare il sito come appartenente alla Categoria C.

6. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

La caratterizzazione geotecnica è stata ottenuta dall'elaborazione delle prove penetrometriche dinamiche realizzate nell'area oggetto di studio; ai terreni attraversati



Dott. Riccardo Dragoni
Geologo

sono stati attribuiti i parametri geotecnici di riferimento, relativi al livello che ha dato valori più scarsi, e sono i seguenti:

argille limose

| | | |
|-----------------------------------|----------------|----------------------------|
| Peso di volume naturale..... | γ | = 1,82 ton/m ³ |
| Peso di volume saturo..... | γ_{sat} | = 1,87 ton/m ³ |
| Angolo d'attrito..... | ϕ' | = 29,17° |
| Coesione efficace..... | c'_k | = 0,1 Kg/cm ² |
| Coesione non drenata..... | c_{uk} | = 0,35 Kg/cm ² |
| Angolo d'attrito non drenato..... | ϕ_u | = 0° |
| Modulo Edometrico..... | E_d | = 19,22 Kg/cm ² |

6.1 CARICO LIMITE VERTICALE (FONDAZIONI SUPERFICIALI) VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Le fondazioni superficiali devono essere verificate almeno con riferimento a meccanismi di rottura per carico limite e scorrimento, tramite uno dei due approcci:

- Approccio 1:
combinazione 1: A1+M1+R1
combinazione 1: A2+M2+R2
- Approccio 2: A1+M1+R3

Di seguito verranno calcolati solo i valori dei parametri di progetto M1 e M2 e quindi i valori dei coefficienti di capacità portante N_c , N_q e N_γ , rimandando al progettista il calcolo delle azioni e delle resistenze e quindi della verifica della condizione $E_d \leq R_d$, poiché per tale calcolo si rendono necessari dati strutturali di cui non si è attualmente a conoscenza.

6.1.1 PARAMETRI CARATTERISTICI DEL TERRENO

Argille limose

| | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| angolo di attrito | $\Phi = 29,17^\circ$ |
| tangente dell'angolo di attrito | $\tan\Phi_k = 0,55$ |
| resistenza non drenata | $C_k = 35 \text{ KPa}$ |
| peso per unità di volume | $\gamma_k = 18,2 \text{ KN/m}^3$ |



Dott. Riccardo Dragoni
Geologo

Parametri di progetto del terreno:

| | Parametri caratteristici | Coefficienti parziali | | Parametri di progetto | |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|--------------|
| | | γ_{M1} | γ_{M2} | M1 | M2 |
| tangente dell'angolo di attrito | 29.17 | 1,00 | 1,25 | 29,17 | 23,33 |
| peso per unità di volume | 18,2 KN/m ³ | 1,00 | 1,00 | 18,2 | 18,2 |
| resistenza non drenata | 35 KPa | 1,00 | 1,4 | 35 | 25 |

6.1.2 CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI CAPACITÀ PORTANTE

Per il calcolo dei coefficienti di capacità portante è stata utilizzata la formula di Terzaghi (1943), considerando i fattori di forma s_c , s_q e $s_\gamma = 1$;

Pertanto, utilizzando gli approcci 1 e 2 combinazione 1, si ha che i parametri di progetto sono i seguenti:

- 1) Contributo del sovraccarico: $N_q(\varphi) = 1$
- 2) Contributo della coesione: $N_c(\varphi) = 5.14$
- 3) Contributo del peso proprio: $N_\gamma(\varphi) = 0$

Pertanto si ha che:

$$Q_{lim} = \gamma D + 5.14 c_u$$

7. SPETTRI DI RISPOSTA (DM 17/01/2018)

Di seguito verranno forniti gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il sito esaminato.

La definizione degli spettri di risposta è articolata in tre fasi: 1) individuazione della **pericolosità del sito**; 2) scelta della **strategia di progettazione**; 3) determinazione dell'**azione sismica di progetto**.

7.1 PERICOLOSITÀ DEL SITO (S1 INGV)

La pericolosità sismica di base del sito di costruzione è definita attraverso i seguenti parametri di scuotimento:



Dott. Riccardo Dragoni
Geologo

- accelerazione orizzontale di picco attesa a_g , in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (suolo di categoria A) con superficie topografica orizzontale;
- spettro di risposta elastico isoprobabile in accelerazione (componente orizzontale) in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (suolo di categoria A) con superficie topografica orizzontale, definito da:

1. F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di risposta in accelerazione;
2. T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta in accelerazione.

Il sito di costruzione ha le seguenti coordinate geografiche ED 50:

| | |
|-------------|-------------|
| LONGITUDINE | 12.68588193 |
| LATITUDINE | 43.96370605 |

I nodi che interpolano il sito di costruzione sono i seguenti:

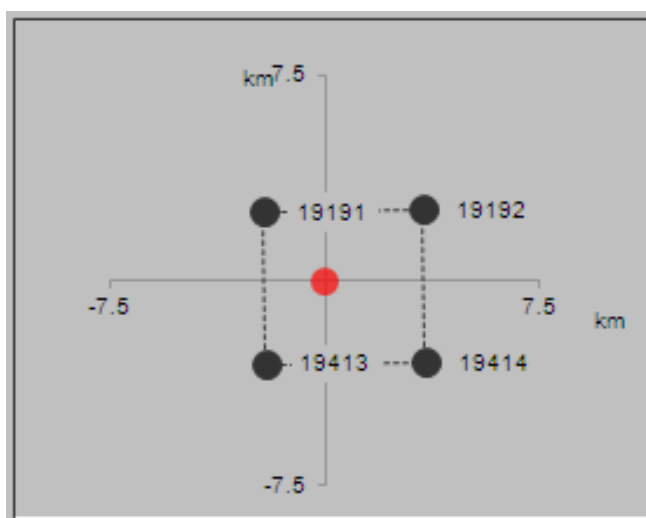
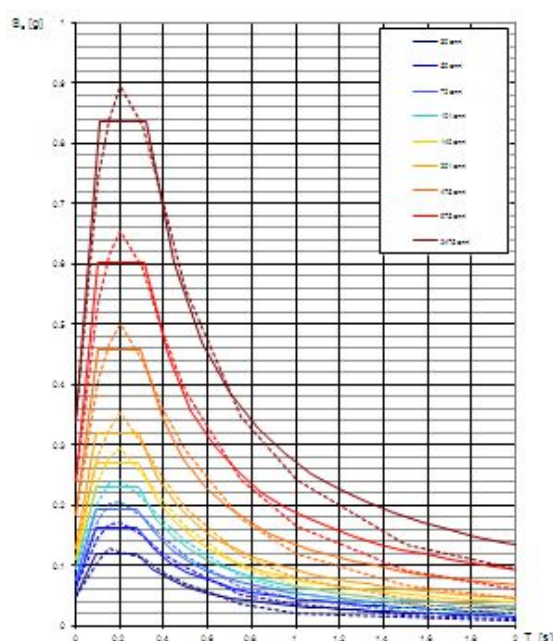


Figura 1: nodi del reticolo di riferimento INGV.

Di seguito di riportano le figure di calcolo degli spettri di risposta elastici per i periodi di riferimento, la variabilità dei parametri al variare del periodo di ritorno, e la tabella riassuntiva dei parametri per i periodi di ritorno di riferimento.



Dott. Riccardo Dragoni
Geologo



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'identità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti rimane a carico e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell'elaborazione.

Figura 2: grafici degli spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento.

Tabella 1: Valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

| T_R [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0.049 | 2.428 | 0.274 |
| 50 | 0.064 | 2.532 | 0.278 |
| 72 | 0.076 | 2.547 | 0.281 |
| 101 | 0.094 | 2.442 | 0.286 |
| 140 | 0.110 | 2.466 | 0.286 |
| 201 | 0.129 | 2.488 | 0.288 |
| 475 | 0.184 | 2.486 | 0.296 |
| 975 | 0.239 | 2.520 | 0.312 |
| 2475 | 0.339 | 2.470 | 0.324 |

7.2 SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

La strategia di progettazione è valutata in base al periodo di riferimento V_R della struttura, e al periodo di ritorno per la definizione dell'azione sismica T_R in anni, al quale viene associata una probabilità di superamento P_{VR} , che rappresenta la probabilità di accadimento, nel periodo di riferimento V_R , di almeno un sisma di periodo di ritorno T_R .



Dott. Riccardo Dragoni
Geologo

$$V_R = V_N \cdot C_U \geq 35 \text{ anni}$$

Dove:

V_N = vita nominale edificio;

C_U = coefficiente d'uso, definito in base alla classe d'uso;

mentre:

$$30 \leq T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \leq 2475$$

Vengono definiti quattro **Stati Limite** (due di esercizio e due ultimi), ai quali vengono associati valori di parametri a_g , F_0 e T_c^* per i periodi di ritorno T_R .

A titolo di esempio, considerando una $V_N = 50$ anni e una $C_U = 1$, si riporta sotto la tabella con i valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno stato limite; i coefficienti di amplificazione stratigrafica e di amplificazione topografica sono rispettivamente: $SS = 1,426$ e $ST = 1$.

Tabella 2: Valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno stato limite

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_c^* [s] |
|-----------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 90 | 0.088 | 2.476 | 0.285 |
| SLD | 151 | 0.114 | 2.471 | 0.286 |
| SLV | 1424 | 0.276 | 2.499 | 0.317 |
| SLC | 2475 | 0.339 | 2.470 | |

7.3 DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

L'azione sismica di progetto del sito di costruzione si calcola considerando i quattro stati limite e la risposta sismica locale, che dipende dalla **categoria di sottosuolo** e dalla **categoria topografica**.

In base ai risultati degli studi eseguiti nel sito in oggetto (vedi capp. 3 e 4), questo rientra nella categoria di sottosuolo "C" e nella categoria topografica "T₁".



Dott. Riccardo Dragoni
Geologo

Per quanto riguarda lo studio della componente orizzontale degli spettri di progetto elastici (SLE) e inelastici (SLU) si rimanda alla conoscenza del fattore di struttura q , che sarà noto solo in seguito ai calcoli da parte del progettista.

8. VERIFICA AL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

La verifica a liquefazione (NTC 18) può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5 (Magnitudo Momento M_w);
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 ($a_g \max$);
3. Profondità media stagionale della falda superiore a 15m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali (misura riferita al valore medio stagionale).
4. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) (NTC18) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) (NTC18) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U > 3,5$.

Si precisa che i dati litologici e stratigrafici acquisiti permettono di escludere la liquefacibilità, in relazione alla mancanza nello spessore da considerare di sabbie più o meno pulite a gradazione omogenea in falda (NTC punto 7.11.3.4.2.); a sostegno di ciò si evidenzia inoltre la mancata storicità del fenomeno.

Affrontando un calcolo con metodo di Andrus e Stokoe (1997), considerando la falda a scopo cautelativo a una profondità di 19,5 metri dal p.c., considerando il valore di v_s registrato al sismo strato a rischio di liquefazione, pari a 381 m./sec., per un sisma di progetto di magnitudo $M = 6.14$ Richter (ottenuta dalla Tab. 6 riga ZS Rimini Ancona Colonna 8 dell' Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b – Documentazione tecnico-scientifica dell'INGV- Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), e



Dott. Riccardo Dragoni
Geologo

$a_{\max}/g = a_g (SLV) * S_s * S_t = 0.263$, è risultato un Coefficiente di sicurezza (**$F_s = R / T$**)
= 1,25 per $M \leq 7.5$, pertanto il terreno in oggetto risulta non liquefacibile (vedi allegati).

9. CONCLUSIONI

In considerazione delle caratteristiche litologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni di sedime come sopra esposte, si ritiene l'area idonea alla realizzazione di quanto previsto in progetto.

Non sono stati rilevati elementi morfologici legati a condizioni di instabilità in atto o potenziale.

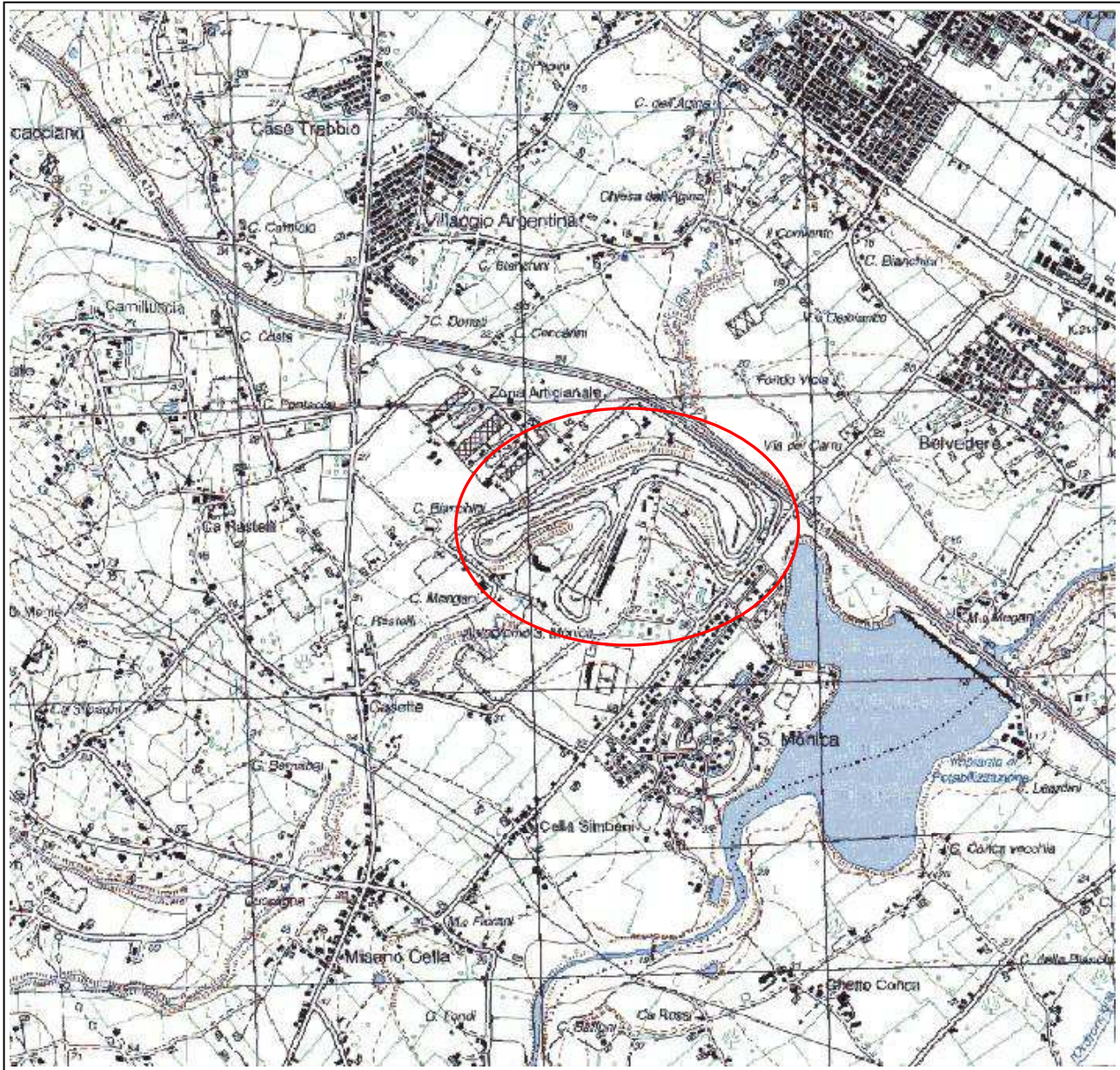
In corso d'opera dovrà essere controllata la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica dei materiali così come assunta in progetto e la situazione effettiva considerando, se necessario, anche i dati ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori; questo permetterà di adeguare, eventualmente, l'opera alla situazione riscontrata, come previsto ai punti A.2. e B.2. dell'Art. 3 del **D.M. 11/03/1988**.

DOTT. GEOL. RICCARDO DRAGONI



SCALA 1:25.000

STRALCIO COGROGRAFIA

FOGLIO N° 268 - PESARO IGM - Carta d'Italia

Ubicazione dell'area



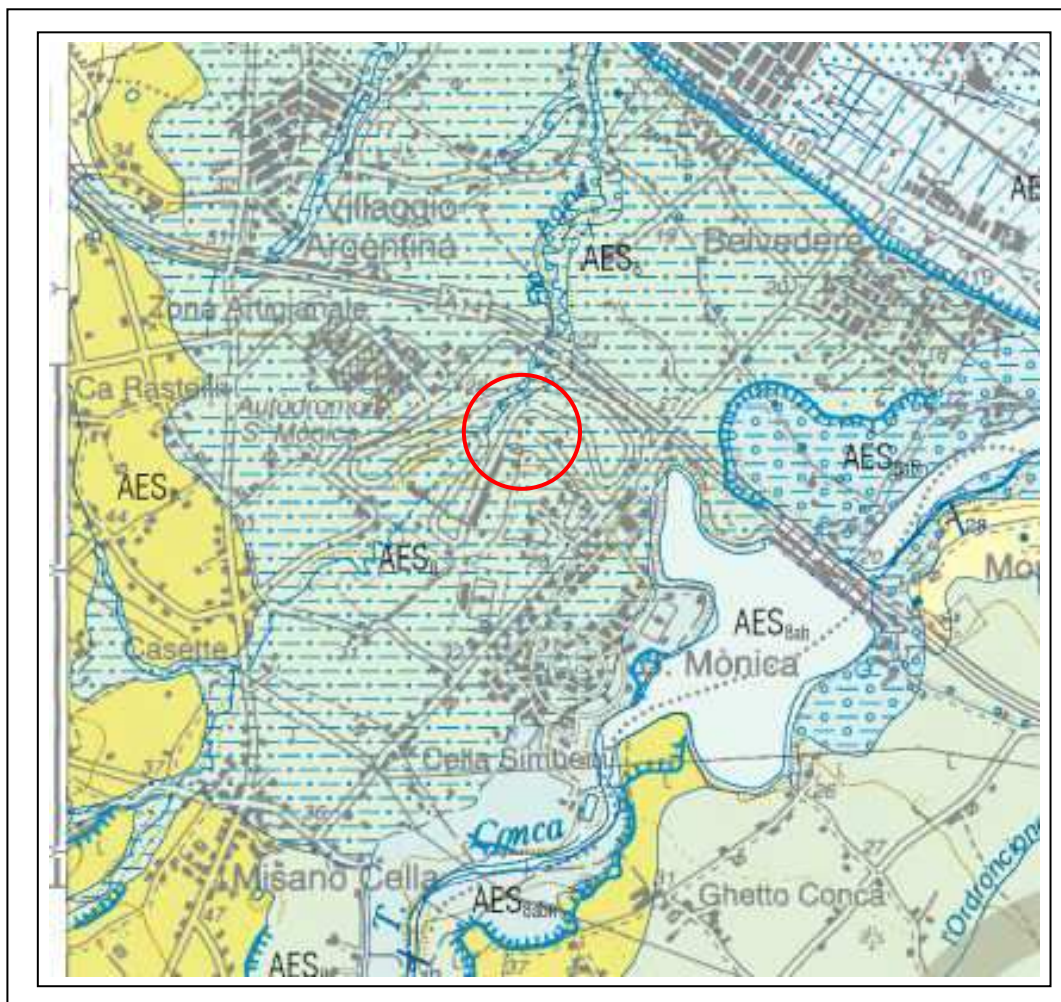


Dott. Riccardo Dragoni
geologo

Riferimento: Santa Monica spa

SCALA 1:25.000

CARTA GEOLOGICA REGIONE MARCHE – Foglio 268 PESARO



Ubicazione dell'area



LEGENDA CARTA GEOLOGICA

Pleistocene medio p.p. - Olocene

SUBSISTEMA DI RAVENNA (AES₈)



AES₈

Depositi alluvionali eterometrici costituiti da ghiaie, sabbie e argille con porzioni variabili di matrice sabbioso-siltosa, localmente con gradazione sia diretta sia inversa.
Spessore massimo inferiore a 20 m.
PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE

UNITA' DI MODENA (AES_{8a})



AES_{8a}

Depositi alluvionali terrazzati

Depositi superficiali più recenti rilevati principalmente in territorio romagnolo. La granulometria varia dalle ghiaie alle sabbie fini.
Spessore massimo di pochi metri.
OLOCENE



AES_{8a}

Depositi alluvionali e fluvio-glaciale

Alluvioni attualmente in evoluzione in alveo. La granulometria dei sedimenti è variabile dalle ghiaie alle argille.
OLOCENE



AES_{8a1}

Depositi deltizi

Depositi costituiti principalmente da ghiaie fini e medie con matrice sabbiosa che talora può essere prevalente. Essi formano un corpo lentiforme, con spessore massimo compreso entro pochi metri ed estesi qualche centinaio di metri.
OLOCENE



AES_{8a2}

Depositi di spiaggia

Depositi costituiti prevalentemente da sabbie a granulometria da finissima a grossolana e buona cernita, ricche in materiale conchigliare talora con livelli di ciottoli appiattiti.
Lo spessore può superare anche i 10 m.
OLOCENE

SUBSISTEMA DI VILLA VERUCCHIO (AES₇)



AES₇

Depositi alluvionali costituiti da ghiaie eterometriche, con clasti da arrotondati a subangolosi, localmente molto appiattiti, con matrice sabbiosa, intercalati a livelli e lenti irregolari sabbioso-siltose. Lo spessore varia da pochi metri nelle aree intravallive a 80 m nel sottosuolo dell'attuale pianura costiera.
PLEISTOCENE SUPERIORE

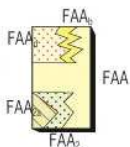
SUCCESSIONE MARINA

ARGILLE AZZURRE (FAA)

Peliti grigio-azzurrognole, talora con sottili intercalazioni arenitiche grigio-giallastre a granulometria medio-fine; all'interno dell'unità si osservano corpi arenitici, arenitico-conglomeratici e arenitico-pelitici indicati come membro e litofacies. L'ambiente di sedimentazione in generale di mare aperto con eventi torbidity.
Spessore massimo circa 2.000 m.
PLIOCENE INFERIORE p.p. - PLIOCENE SUPERIORE p.p.

Litofacies arenitico-conglomeratica (FAA₃)

Corpi arenitico-conglomeratici, con ciottoli carbonatici e cristallini, passanti lateralmente a livelli sabbiosi.
Spessore circa 70 m.
PLIOCENE SUPERIORE p.p.



FAA₃

FAA₂

FAA₁

FAA₂

Litofacies arenitico-pelitica (FAA₄)

Areniti poco cementate passanti lateralmente a livelli sabbiosi incoerenti, a cui si intercalano peliti di spessore variabile (da 5 a 60 cm) con lenti siltitico-sabbiose.
Spessore circa 50 m.
PLIOCENE SUPERIORE p.p.

Membro delle Arenarie di Borello (FAA₂)

Prevalenti areniti giallo-ocracee, a granulometria da grossolana a medio-fine con subordinate intercalazioni di peliti grigio-azzurre. A luoghi si osservano livelli pelitici lenticolari di spessore anche decametrico e non visibili in affioramento ed anche livelli conglomeratici poligenici ed eterometrici non mappabili di spessore centimetrico. Ambiente di sedimentazione riferibile ad aree di piattaforma.
Spessore massimo circa 300 m.
PLIOCENE INFERIORE p.p. - PLIOCENE MEDIO p.p.

Litofacies pelitico-arenitica (FAA_{2a})

Argille e argille siltose con intercalazioni arenitiche e siltitiche.
Spessore circa 250 m.

Pliocene p.p.

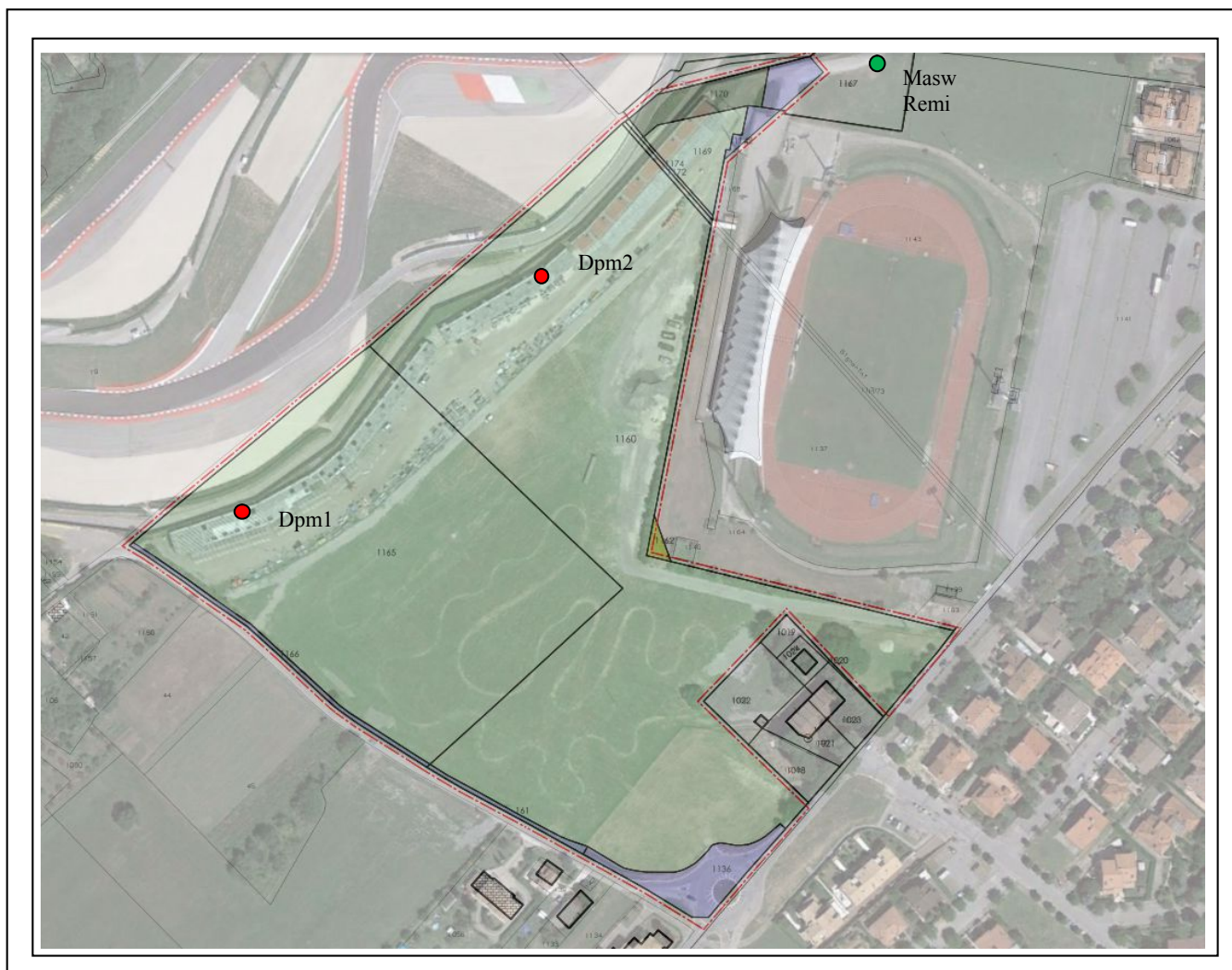


Dott. Riccardo Dragoni
geologo

Committente: Santa Monica spa

SCALA 1:2.000

CARTA DELLE INDAGINI Misano Adriatico via D. Kato (RN)



Limiti area in oggetto



Ubicazione prove penetrometriche



Ubicazione indagini sismiche Masw-Remi

N



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Santa Monica S.p.a.
Cantiere: --
Località: Misano Adriatico (RN) - Autodromo M. Simoncelli

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

| Rif. Norme | DIN 4094 |
|---------------------------------|--------------------|
| Peso Massa battente | 30 Kg |
| Altezza di caduta libera | 0.20 m |
| Peso sistema di battuta | 21 Kg |
| Diametro punta conica | 35.68 mm |
| Area di base punta | 10 cm ² |
| Lunghezza delle aste | 1 m |
| Peso aste a metro | 2.9 Kg/m |
| Profondità giunzione prima asta | 0.80 m |
| Avanzamento punta | 0.10 m |
| Numero colpi per punta | N(10) |
| Coeff. Correlazione | 0.761 |
| Rivestimento/fanghi | Si |
| Angolo di apertura punta | 60 ° |

OPERATORE

RESPONSABILE



PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...

DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data

28/08/2015

Profondità prova

7.00 mt

Falda rilevata

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Nr. Colpi Rivestimento | 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) |
|----------------|-----------|---------------------------|--|---|--|---|--|
| 0.10 | 11 | 0 | 0.857 | 31.47 | 36.73 | 1.57 | 1.84 |
| 0.20 | 13 | 0 | 0.805 | 34.93 | 43.41 | 1.75 | 2.17 |
| 0.30 | 13 | 0 | 0.803 | 34.85 | 43.41 | 1.74 | 2.17 |
| 0.40 | 12 | 0 | 0.851 | 34.09 | 40.07 | 1.70 | 2.00 |
| 0.50 | 8 | 0 | 0.849 | 22.68 | 26.72 | 1.13 | 1.34 |
| 0.60 | 10 | 0 | 0.847 | 28.29 | 33.40 | 1.41 | 1.67 |
| 0.70 | 22 | 0 | 0.745 | 54.75 | 73.47 | 2.74 | 3.67 |
| 0.80 | 33 | 0 | 0.693 | 76.41 | 110.20 | 3.82 | 5.51 |
| 0.90 | 14 | 0 | 0.792 | 35.12 | 44.37 | 1.76 | 2.22 |
| 1.00 | 27 | 0 | 0.740 | 63.30 | 85.56 | 3.16 | 4.28 |
| 1.10 | 27 | 0 | 0.738 | 63.15 | 85.56 | 3.16 | 4.28 |
| 1.20 | 21 | 0 | 0.736 | 49.00 | 66.55 | 2.45 | 3.33 |
| 1.30 | 16 | 0 | 0.785 | 39.78 | 50.70 | 1.99 | 2.54 |
| 1.40 | 13 | 0 | 0.783 | 32.25 | 41.20 | 1.61 | 2.06 |
| 1.50 | 13 | 0 | 0.781 | 32.18 | 41.20 | 1.61 | 2.06 |
| 1.60 | 12 | 0 | 0.830 | 31.55 | 38.03 | 1.58 | 1.90 |
| 1.70 | 13 | 0 | 0.778 | 32.05 | 41.20 | 1.60 | 2.06 |
| 1.80 | 14 | 0 | 0.776 | 34.44 | 44.37 | 1.72 | 2.22 |
| 1.90 | 15 | 0 | 0.775 | 35.04 | 45.23 | 1.75 | 2.26 |
| 2.00 | 12 | 0 | 0.823 | 29.78 | 36.18 | 1.49 | 1.81 |
| 2.10 | 13 | 0 | 0.772 | 30.25 | 39.20 | 1.51 | 1.96 |
| 2.20 | 13 | 0 | 0.770 | 30.19 | 39.20 | 1.51 | 1.96 |

| | | | | | | | |
|------|----|---|-------|-------|-------|------|------|
| 2.30 | 12 | 0 | 0.819 | 29.62 | 36.18 | 1.48 | 1.81 |
| 2.40 | 9 | 0 | 0.817 | 22.17 | 27.14 | 1.11 | 1.36 |
| 2.50 | 9 | 0 | 0.816 | 22.13 | 27.14 | 1.11 | 1.36 |
| 2.60 | 8 | 0 | 0.814 | 19.64 | 24.12 | 0.98 | 1.21 |
| 2.70 | 9 | 0 | 0.813 | 22.06 | 27.14 | 1.10 | 1.36 |
| 2.80 | 10 | 0 | 0.811 | 24.46 | 30.15 | 1.22 | 1.51 |
| 2.90 | 9 | 0 | 0.810 | 20.96 | 25.88 | 1.05 | 1.29 |
| 3.00 | 8 | 0 | 0.809 | 18.60 | 23.00 | 0.93 | 1.15 |
| 3.10 | 7 | 0 | 0.807 | 16.25 | 20.13 | 0.81 | 1.01 |
| 3.20 | 5 | 0 | 0.806 | 11.59 | 14.38 | 0.58 | 0.72 |
| 3.30 | 6 | 0 | 0.805 | 13.88 | 17.25 | 0.69 | 0.86 |
| 3.40 | 5 | 0 | 0.803 | 11.55 | 14.38 | 0.58 | 0.72 |
| 3.50 | 5 | 0 | 0.802 | 11.53 | 14.38 | 0.58 | 0.72 |
| 3.60 | 8 | 0 | 0.801 | 18.42 | 23.00 | 0.92 | 1.15 |
| 3.70 | 10 | 0 | 0.800 | 22.99 | 28.75 | 1.15 | 1.44 |
| 3.80 | 12 | 0 | 0.798 | 27.55 | 34.50 | 1.38 | 1.73 |
| 3.90 | 10 | 0 | 0.797 | 21.91 | 27.48 | 1.10 | 1.37 |
| 4.00 | 9 | 0 | 0.796 | 19.69 | 24.73 | 0.98 | 1.24 |
| 4.10 | 10 | 0 | 0.795 | 21.84 | 27.48 | 1.09 | 1.37 |
| 4.20 | 11 | 0 | 0.794 | 23.99 | 30.23 | 1.20 | 1.51 |
| 4.30 | 10 | 0 | 0.793 | 21.78 | 27.48 | 1.09 | 1.37 |
| 4.40 | 10 | 0 | 0.791 | 21.75 | 27.48 | 1.09 | 1.37 |
| 4.50 | 10 | 0 | 0.790 | 21.72 | 27.48 | 1.09 | 1.37 |
| 4.60 | 13 | 0 | 0.739 | 26.41 | 35.73 | 1.32 | 1.79 |
| 4.70 | 16 | 0 | 0.738 | 32.46 | 43.97 | 1.62 | 2.20 |
| 4.80 | 16 | 0 | 0.737 | 32.41 | 43.97 | 1.62 | 2.20 |
| 4.90 | 16 | 0 | 0.736 | 30.99 | 42.11 | 1.55 | 2.11 |
| 5.00 | 17 | 0 | 0.735 | 32.88 | 44.74 | 1.64 | 2.24 |
| 5.10 | 15 | 0 | 0.734 | 28.97 | 39.47 | 1.45 | 1.97 |
| 5.20 | 14 | 0 | 0.733 | 27.01 | 36.84 | 1.35 | 1.84 |
| 5.30 | 14 | 0 | 0.732 | 26.97 | 36.84 | 1.35 | 1.84 |
| 5.40 | 14 | 0 | 0.731 | 26.93 | 36.84 | 1.35 | 1.84 |
| 5.50 | 16 | 0 | 0.730 | 30.74 | 42.11 | 1.54 | 2.11 |
| 5.60 | 20 | 0 | 0.729 | 38.38 | 52.63 | 1.92 | 2.63 |
| 5.70 | 18 | 0 | 0.728 | 34.49 | 47.37 | 1.72 | 2.37 |
| 5.80 | 19 | 0 | 0.727 | 36.36 | 50.00 | 1.82 | 2.50 |
| 5.90 | 22 | 0 | 0.676 | 37.57 | 55.54 | 1.88 | 2.78 |
| 6.00 | 25 | 0 | 0.675 | 42.63 | 63.11 | 2.13 | 3.16 |
| 6.10 | 18 | 0 | 0.725 | 32.93 | 45.44 | 1.65 | 2.27 |
| 6.20 | 22 | 0 | 0.674 | 37.42 | 55.54 | 1.87 | 2.78 |
| 6.30 | 25 | 0 | 0.673 | 42.47 | 63.11 | 2.12 | 3.16 |
| 6.40 | 25 | 0 | 0.672 | 42.41 | 63.11 | 2.12 | 3.16 |
| 6.50 | 26 | 0 | 0.671 | 44.06 | 65.64 | 2.20 | 3.28 |
| 6.60 | 27 | 0 | 0.670 | 45.69 | 68.16 | 2.28 | 3.41 |
| 6.70 | 26 | 0 | 0.670 | 43.95 | 65.64 | 2.20 | 3.28 |
| 6.80 | 27 | 0 | 0.669 | 45.58 | 68.16 | 2.28 | 3.41 |
| 6.90 | 28 | 0 | 0.668 | 45.37 | 67.92 | 2.27 | 3.40 |
| 7.00 | 27 | 0 | 0.667 | 43.70 | 65.50 | 2.18 | 3.27 |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Cu (Kg/cm ²) |
|----------|------|---------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | Sunda (1983) Benassi Vannelli | 0.93 |
| Strato 2 | 17.4 | 1.30 | Sunda (1983) Benassi Vannelli | 1.84 |
| Strato 3 | 9.89 | 2.30 | Sunda (1983) Benassi Vannelli | 1.01 |

| | | | | |
|----------|-------|------|-------------------------------|------|
| | | | Sunda (1983) Benassi Vannelli | |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | Sunda (1983) Benassi Vannelli | 0.55 |
| Strato 5 | 9.41 | 5.40 | Sunda (1983) Benassi Vannelli | 0.84 |
| Strato 6 | 17.65 | 7.00 | Sunda (1983) Benassi Vannelli | 1.47 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|------------------|--------------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | Robertson (1983) | 17.00 |
| Strato 2 | 17.4 | 1.30 | Robertson (1983) | 34.80 |
| Strato 3 | 9.89 | 2.30 | Robertson (1983) | 19.78 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | Robertson (1983) | 11.42 |
| Strato 5 | 9.41 | 5.40 | Robertson (1983) | 18.82 |
| Strato 6 | 17.65 | 7.00 | Robertson (1983) | 35.30 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Eed (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|------------------------|---------------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | Stroud e Butler (1975) | 39.00 |
| Strato 2 | 17.4 | 1.30 | Stroud e Butler (1975) | 79.83 |
| Strato 3 | 9.89 | 2.30 | Stroud e Butler (1975) | 45.38 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | Stroud e Butler (1975) | 26.20 |
| Strato 5 | 9.41 | 5.40 | Stroud e Butler (1975) | 43.17 |
| Strato 6 | 17.65 | 7.00 | Stroud e Butler (1975) | 80.98 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Ey (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|--------------|--------------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | Apollonia | 85.00 |
| Strato 2 | 17.4 | 1.30 | Apollonia | 174.00 |
| Strato 3 | 9.89 | 2.30 | Apollonia | 98.90 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | Apollonia | 57.10 |
| Strato 5 | 9.41 | 5.40 | Apollonia | 94.10 |
| Strato 6 | 17.65 | 7.00 | Apollonia | 176.50 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Classificazione |
|----------|-------|------------------|----------------------------|----------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | Classificaz. A.G.I. (1977) | CONSISTENTE |
| Strato 2 | 17.4 | 1.30 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MOLTO CONSISTENTE |
| Strato 3 | 9.89 | 2.30 | Classificaz. A.G.I. (1977) | CONSISTENTE |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MODERAT. CONSISTENTE |
| Strato 5 | 9.41 | 5.40 | Classificaz. A.G.I. (1977) | CONSISTENTE |
| Strato 6 | 17.65 | 7.00 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MOLTO CONSISTENTE |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|-------------------|--|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | Meyerhof ed altri | 1.92 |
| Strato 2 | 17.4 | 1.30 | Meyerhof ed altri | 2.09 |
| Strato 3 | 9.89 | 2.30 | Meyerhof ed altri | 1.96 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | Meyerhof ed altri | 1.80 |
| Strato 5 | 9.41 | 5.40 | Meyerhof ed altri | 1.95 |
| Strato 6 | 17.65 | 7.00 | Meyerhof ed altri | 2.09 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|------------------------------------|---|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | Bowles1982,Terzaghi-Peck 1948/1967 | --- |
| Strato 2 | 17.4 | 1.30 | Bowles1982,Terzaghi-Peck 1948/1967 | --- |
| Strato 3 | 9.89 | 2.30 | Bowles1982,Terzaghi-Peck 1948/1967 | --- |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | Bowles1982,Terzaghi-Peck 1948/1967 | 1.88 |
| Strato 5 | 9.41 | 5.40 | Bowles1982,Terzaghi-Peck 1948/1967 | --- |
| Strato 6 | 17.65 | 7.00 | Bowles1982,Terzaghi-Peck 1948/1967 | --- |

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Densità relativa (%) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | Gibbs & Holtz 1957 | 70.34 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | Gibbs & Holtz 1957 | 44.61 |

Angolo di resistenza al taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | Sowers (1961) | 30.38 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | Sowers (1961) | 29.6 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | Bowles (1982) Sabbia Media | --- |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | Bowles (1982) Sabbia Media | --- |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia) | 44.92 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | Begemann 1974 (Ghiaia con | 39.19 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|---------|--|
| | | | | sabbia) | |
|--|--|--|--|---------|--|

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|----------|------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma (t/m³) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|-------------------|--------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | Meyerhof ed altri | 1.68 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | Meyerhof ed altri | 1.57 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma Saturo (t/m³) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1.91 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1.89 |

Modulo di Poisson

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|----------|------|------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | (A.G.I.) | 0.34 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | (A.G.I.) | 0.34 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | G (Kg/cm²) |
|----------|------|------------------|----------------------------------|------------------------|------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 485.92 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 334.31 |

Velocità onde

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Velocità onde m/s |
|----------|------|------------------|----------------------------------|--------------|-------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | | 160.35 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | | 131.43 |

Liquefazione

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Potenziale Liquefazione |
|----------|------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | Seed (1979) (Limi Sabbiosi) | < 0.04 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | Seed (1979) (Limi Sabbiosi) | < 0.04 |

Modulo di reazione Ko

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Ko |
|----------|------|------------------|----------------------------------|------------------|------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | Navfac 1971-1982 | 1.78 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | Navfac 1971-1982 | 1.15 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|------|---------------------|-------------------------------------|----------------|-----------------------------|
| Strato 1 | 8.5 | 0.60 | 8.5 | Robertson 1983 | 17.00 |
| Strato 4 | 5.71 | 3.50 | 5.71 | Robertson 1983 | 11.42 |

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 28/08/2015
 Profondità prova 7.00 mt
 Falda rilevata

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Nr. Colpi Rivestimento | 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) |
|-------------------|-----------|---------------------------|--|---|--|---|--|
| 0.10 | 10 | 0 | 0.857 | 28.61 | 33.40 | 1.43 | 1.67 |
| 0.20 | 17 | 0 | 0.805 | 45.68 | 56.77 | 2.28 | 2.84 |
| 0.30 | 15 | 0 | 0.803 | 40.21 | 50.09 | 2.01 | 2.50 |
| 0.40 | 16 | 0 | 0.801 | 42.79 | 53.43 | 2.14 | 2.67 |
| 0.50 | 27 | 0 | 0.749 | 67.52 | 90.17 | 3.38 | 4.51 |
| 0.60 | 17 | 0 | 0.797 | 45.25 | 56.77 | 2.26 | 2.84 |
| 0.70 | 15 | 0 | 0.795 | 39.83 | 50.09 | 1.99 | 2.50 |
| 0.80 | 13 | 0 | 0.793 | 34.44 | 43.41 | 1.72 | 2.17 |

| | | | | | | | |
|------|----|---|-------|-------|-------|------|------|
| 0.90 | 12 | 0 | 0.842 | 32.00 | 38.03 | 1.60 | 1.90 |
| 1.00 | 13 | 0 | 0.790 | 32.54 | 41.20 | 1.63 | 2.06 |
| 1.10 | 12 | 0 | 0.838 | 31.87 | 38.03 | 1.59 | 1.90 |
| 1.20 | 12 | 0 | 0.836 | 31.80 | 38.03 | 1.59 | 1.90 |
| 1.30 | 14 | 0 | 0.785 | 34.81 | 44.37 | 1.74 | 2.22 |
| 1.40 | 11 | 0 | 0.833 | 29.03 | 34.86 | 1.45 | 1.74 |
| 1.50 | 8 | 0 | 0.831 | 21.07 | 25.35 | 1.05 | 1.27 |
| 1.60 | 12 | 0 | 0.830 | 31.55 | 38.03 | 1.58 | 1.90 |
| 1.70 | 14 | 0 | 0.778 | 34.51 | 44.37 | 1.73 | 2.22 |
| 1.80 | 11 | 0 | 0.826 | 28.81 | 34.86 | 1.44 | 1.74 |
| 1.90 | 10 | 0 | 0.825 | 24.87 | 30.15 | 1.24 | 1.51 |
| 2.00 | 10 | 0 | 0.823 | 24.82 | 30.15 | 1.24 | 1.51 |
| 2.10 | 9 | 0 | 0.822 | 22.30 | 27.14 | 1.11 | 1.36 |
| 2.20 | 12 | 0 | 0.820 | 29.67 | 36.18 | 1.48 | 1.81 |
| 2.30 | 7 | 0 | 0.819 | 17.28 | 21.11 | 0.86 | 1.06 |
| 2.40 | 8 | 0 | 0.817 | 19.71 | 24.12 | 0.99 | 1.21 |
| 2.50 | 7 | 0 | 0.816 | 17.22 | 21.11 | 0.86 | 1.06 |
| 2.60 | 9 | 0 | 0.814 | 22.10 | 27.14 | 1.10 | 1.36 |
| 2.70 | 6 | 0 | 0.813 | 14.70 | 18.09 | 0.74 | 0.90 |
| 2.80 | 6 | 0 | 0.811 | 14.68 | 18.09 | 0.73 | 0.90 |
| 2.90 | 6 | 0 | 0.810 | 13.98 | 17.25 | 0.70 | 0.86 |
| 3.00 | 7 | 0 | 0.809 | 16.28 | 20.13 | 0.81 | 1.01 |
| 3.10 | 8 | 0 | 0.807 | 18.57 | 23.00 | 0.93 | 1.15 |
| 3.20 | 11 | 0 | 0.806 | 25.49 | 31.63 | 1.27 | 1.58 |
| 3.30 | 10 | 0 | 0.805 | 23.14 | 28.75 | 1.16 | 1.44 |
| 3.40 | 11 | 0 | 0.803 | 25.41 | 31.63 | 1.27 | 1.58 |
| 3.50 | 11 | 0 | 0.802 | 25.37 | 31.63 | 1.27 | 1.58 |
| 3.60 | 11 | 0 | 0.801 | 25.33 | 31.63 | 1.27 | 1.58 |
| 3.70 | 12 | 0 | 0.800 | 27.59 | 34.50 | 1.38 | 1.73 |
| 3.80 | 10 | 0 | 0.798 | 22.96 | 28.75 | 1.15 | 1.44 |
| 3.90 | 9 | 0 | 0.797 | 19.72 | 24.73 | 0.99 | 1.24 |
| 4.00 | 9 | 0 | 0.796 | 19.69 | 24.73 | 0.98 | 1.24 |
| 4.10 | 10 | 0 | 0.795 | 21.84 | 27.48 | 1.09 | 1.37 |
| 4.20 | 8 | 0 | 0.794 | 17.45 | 21.98 | 0.87 | 1.10 |
| 4.30 | 9 | 0 | 0.793 | 19.60 | 24.73 | 0.98 | 1.24 |
| 4.40 | 9 | 0 | 0.791 | 19.57 | 24.73 | 0.98 | 1.24 |
| 4.50 | 8 | 0 | 0.790 | 17.38 | 21.98 | 0.87 | 1.10 |
| 4.60 | 8 | 0 | 0.789 | 17.35 | 21.98 | 0.87 | 1.10 |
| 4.70 | 10 | 0 | 0.788 | 21.66 | 27.48 | 1.08 | 1.37 |
| 4.80 | 9 | 0 | 0.787 | 19.47 | 24.73 | 0.97 | 1.24 |
| 4.90 | 8 | 0 | 0.786 | 16.55 | 21.05 | 0.83 | 1.05 |
| 5.00 | 8 | 0 | 0.785 | 16.53 | 21.05 | 0.83 | 1.05 |
| 5.10 | 8 | 0 | 0.784 | 16.51 | 21.05 | 0.83 | 1.05 |
| 5.20 | 8 | 0 | 0.783 | 16.48 | 21.05 | 0.82 | 1.05 |
| 5.30 | 9 | 0 | 0.782 | 18.52 | 23.68 | 0.93 | 1.18 |
| 5.40 | 8 | 0 | 0.781 | 16.44 | 21.05 | 0.82 | 1.05 |
| 5.50 | 7 | 0 | 0.780 | 14.37 | 18.42 | 0.72 | 0.92 |
| 5.60 | 7 | 0 | 0.779 | 14.35 | 18.42 | 0.72 | 0.92 |
| 5.70 | 6 | 0 | 0.778 | 12.29 | 15.79 | 0.61 | 0.79 |
| 5.80 | 6 | 0 | 0.777 | 12.27 | 15.79 | 0.61 | 0.79 |
| 5.90 | 5 | 0 | 0.776 | 9.80 | 12.62 | 0.49 | 0.63 |
| 6.00 | 6 | 0 | 0.775 | 11.75 | 15.15 | 0.59 | 0.76 |
| 6.10 | 6 | 0 | 0.775 | 11.73 | 15.15 | 0.59 | 0.76 |
| 6.20 | 5 | 0 | 0.774 | 9.77 | 12.62 | 0.49 | 0.63 |
| 6.30 | 6 | 0 | 0.773 | 11.71 | 15.15 | 0.59 | 0.76 |
| 6.40 | 5 | 0 | 0.772 | 9.74 | 12.62 | 0.49 | 0.63 |
| 6.50 | 7 | 0 | 0.771 | 13.63 | 17.67 | 0.68 | 0.88 |
| 6.60 | 10 | 0 | 0.770 | 19.45 | 25.25 | 0.97 | 1.26 |
| 6.70 | 13 | 0 | 0.720 | 23.61 | 32.82 | 1.18 | 1.64 |

| | | | | | | | |
|------|----|---|-------|-------|-------|------|------|
| 6.80 | 14 | 0 | 0.719 | 25.40 | 35.34 | 1.27 | 1.77 |
| 6.90 | 14 | 0 | 0.718 | 24.38 | 33.96 | 1.22 | 1.70 |
| 7.00 | 17 | 0 | 0.717 | 29.58 | 41.24 | 1.48 | 2.06 |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Cu (Kg/cm ²) |
|----------|-------|---------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | Sunda (1983) Benassi Vannelli | 1.19 |
| Strato 2 | 7.42 | 2.60 | Sunda (1983) Benassi Vannelli | 0.75 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | Sunda (1983) Benassi Vannelli | 0.48 |
| Strato 4 | 6.77 | 5.80 | Sunda (1983) Benassi Vannelli | 0.61 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | Sunda (1983) Benassi Vannelli | 0.35 |
| Strato 6 | 9.51 | 7.00 | Sunda (1983) Benassi Vannelli | 0.78 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|-------|---------------------|------------------|-----------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | Robertson (1983) | 22.18 |
| Strato 2 | 7.42 | 2.60 | Robertson (1983) | 14.84 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | Robertson (1983) | 10.04 |
| Strato 4 | 6.77 | 5.80 | Robertson (1983) | 13.54 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | Robertson (1983) | 8.38 |
| Strato 6 | 9.51 | 7.00 | Robertson (1983) | 19.02 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Eed (Kg/cm ²) |
|----------|-------|---------------------|------------------------|------------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | Stroud e Butler (1975) | 50.88 |
| Strato 2 | 7.42 | 2.60 | Stroud e Butler (1975) | 34.04 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | Stroud e Butler (1975) | 23.03 |
| Strato 4 | 6.77 | 5.80 | Stroud e Butler (1975) | 31.06 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | Stroud e Butler (1975) | 19.22 |
| Strato 6 | 9.51 | 7.00 | Stroud e Butler (1975) | 43.63 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Ey (Kg/cm ²) |
|----------|-------|---------------------|--------------|-----------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | Apollonia | 110.90 |
| Strato 2 | 7.42 | 2.60 | Apollonia | 74.20 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | Apollonia | 50.20 |

| | | | | |
|----------|------|------|-----------|-------|
| Strato 4 | 6.77 | 5.80 | Apollonia | 67.70 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | Apollonia | 41.90 |
| Strato 6 | 9.51 | 7.00 | Apollonia | 95.10 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Classificazione |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | Classificaz. A.G.I. (1977) | CONSISTENTE |
| Strato 2 | 7.42 | 2.60 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MODERAT. CONSISTENTE |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MODERAT. CONSISTENTE |
| Strato 4 | 6.77 | 5.80 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MODERAT. CONSISTENTE |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MODERAT. CONSISTENTE |
| Strato 6 | 9.51 | 7.00 | Classificaz. A.G.I. (1977) | CONSISTENTE |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m³) |
|----------|-------|---------------------|-------------------|--------------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | Meyerhof ed altri | 2.00 |
| Strato 2 | 7.42 | 2.60 | Meyerhof ed altri | 1.88 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | Meyerhof ed altri | 1.80 |
| Strato 4 | 6.77 | 5.80 | Meyerhof ed altri | 1.85 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | Meyerhof ed altri | 1.82 |
| Strato 6 | 9.51 | 7.00 | Meyerhof ed altri | 1.95 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m³) |
|----------|-------|---------------------|--|--|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967 | --- |
| Strato 2 | 7.42 | 2.60 | Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967 | 1.90 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967 | 1.88 |
| Strato 4 | 6.77 | 5.80 | Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967 | 1.89 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967 | 1.87 |
| Strato 6 | 9.51 | 7.00 | Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967 | --- |

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Densità relativa (%) |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | Gibbs & Holtz 1957 | 76.3 |

| | | | | | |
|----------|------|------|------|-----------------------|-------|
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | Gibbs & Holtz 1957 | 42.09 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | Gibbs & Holtz 1957 | 31.65 |

Angolo di resistenza al taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | Sowers (1961) | 31.11 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | Sowers (1961) | 29.41 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | Sowers (1961) | 29.17 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm ²) |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | Bowles (1982) Sabbia Media | 130.45 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | Bowles (1982) Sabbia Media | --- |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | Bowles (1982) Sabbia Media | --- |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|---|---|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia) | 50.24 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia) | 37.78 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia) | 36.07 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | Classificazione A.G.I. 1977 | MODERATAME NTE ADDENSATO |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma (t/m ³) |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | Meyerhof ed altri | 1.77 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | Meyerhof ed altri | 1.54 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | Meyerhof ed altri | 1.50 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma Saturo (t/m ³) |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1.92 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | Terzaghi-Peck | 1.89 |

| | | | | | |
|----------|------|------|------|----------------------------|------|
| | | | | 1948-1967 | |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1.88 |

Modulo di Poisson

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|--------------|---------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | (A.G.I.) | 0.33 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | (A.G.I.) | 0.34 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | (A.G.I.) | 0.35 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 623.95 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 296.19 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 249.92 |

Velocità onde

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Velocità onde m/s |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | | 183.16 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | | 123.23 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | | 112.58 |

Liquefazione

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Potenziale Liquefazione |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | Seed (1979) (Limi Sabbiosi) | < 0.04 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | Seed (1979) (Limi Sabbiosi) | < 0.04 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | Seed (1979) (Limi Sabbiosi) | < 0.04 |

Modulo di reazione Ko

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Ko |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|------------------|------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | Navfac 1971-1982 | 2.33 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | Navfac 1971-1982 | 0.99 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | Navfac 1971-1982 | 0.80 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

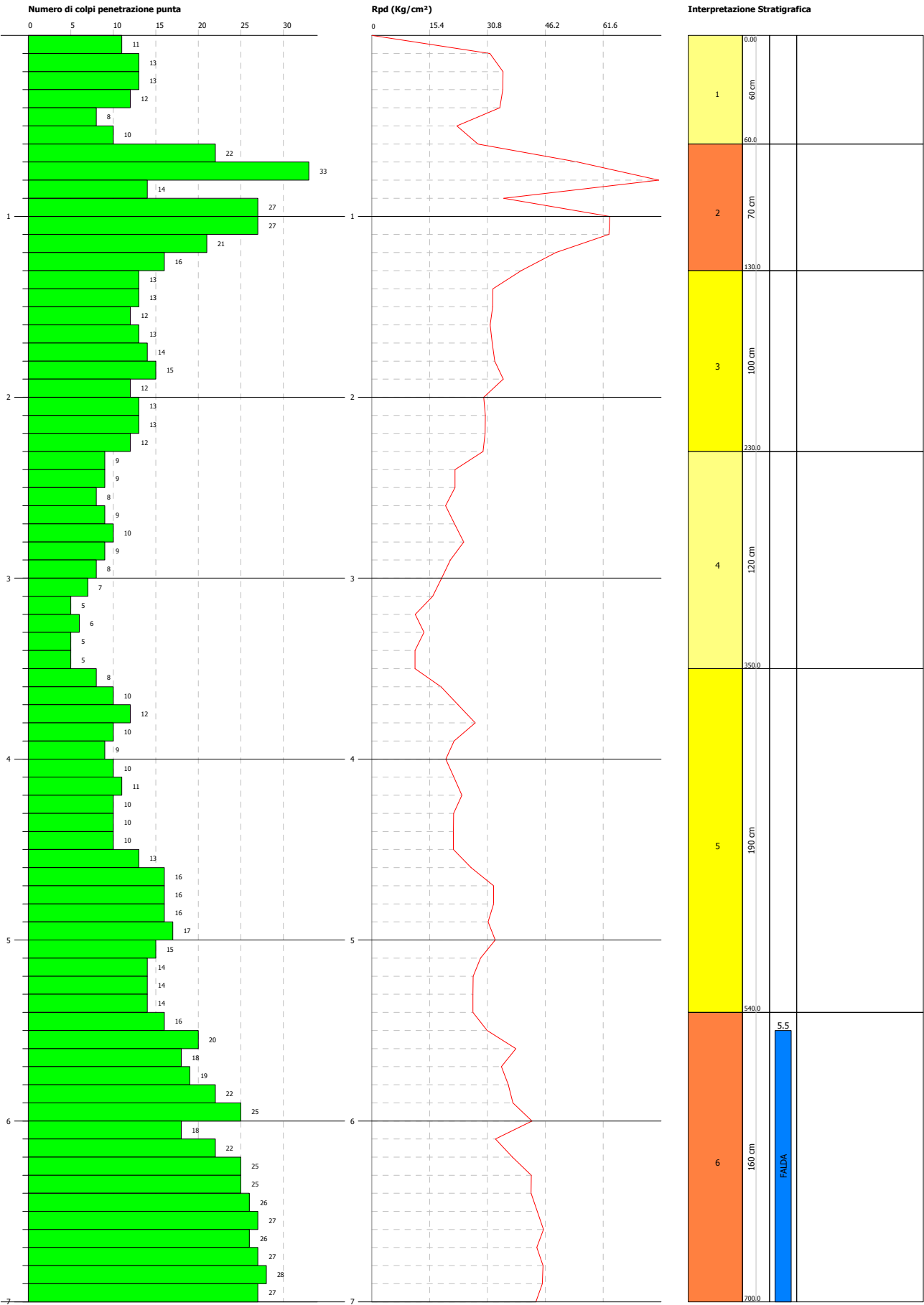
| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|----------------|-----------------------------|
| Strato 1 | 11.09 | 1.40 | 11.09 | Robertson 1983 | 22.18 |
| Strato 3 | 5.02 | 3.10 | 5.02 | Robertson 1983 | 10.04 |
| Strato 5 | 4.19 | 6.40 | 4.19 | Robertson 1983 | 8.38 |

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :
Cantiere :
Località :

Data :28/08/2015

Scala 1:30

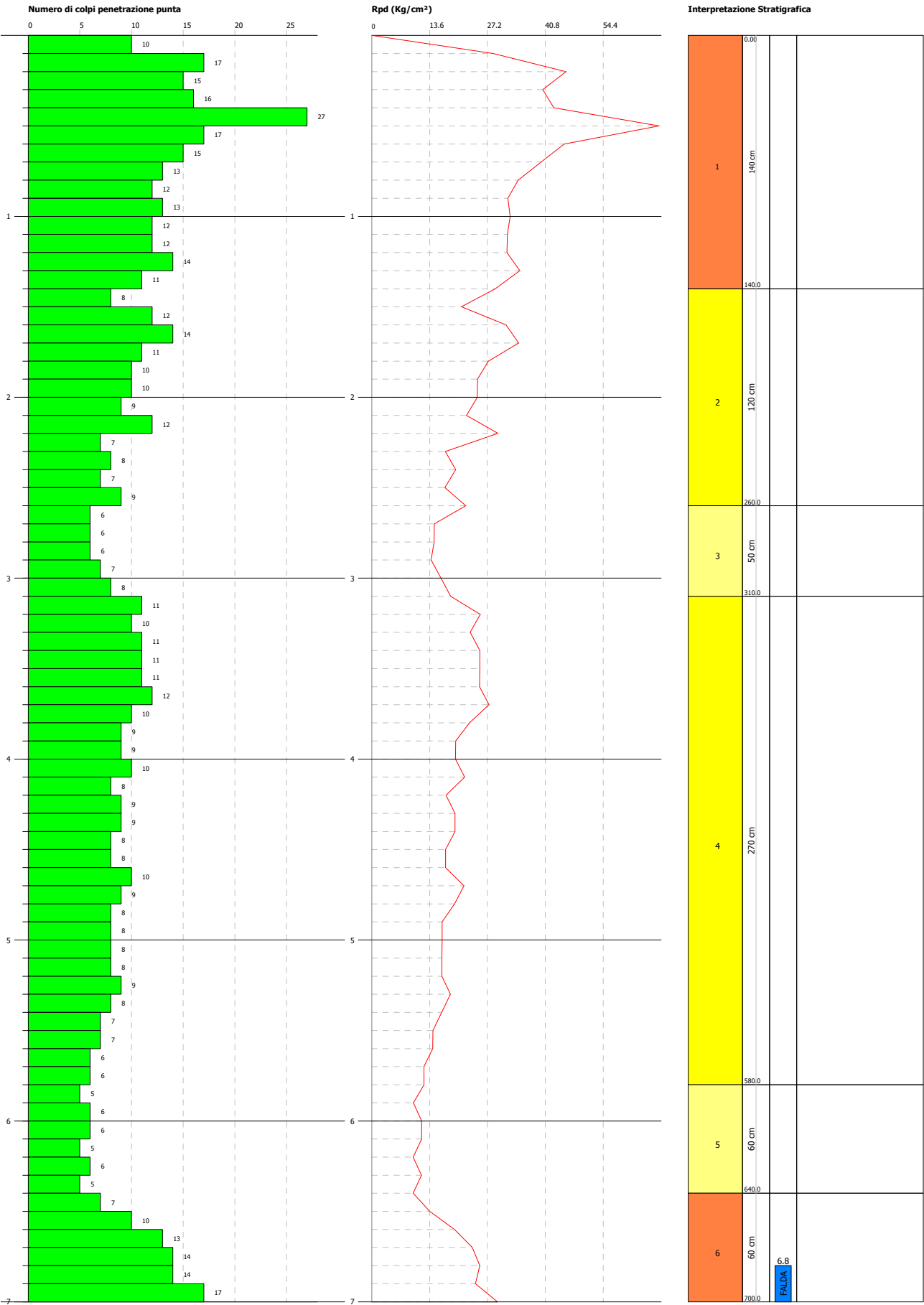


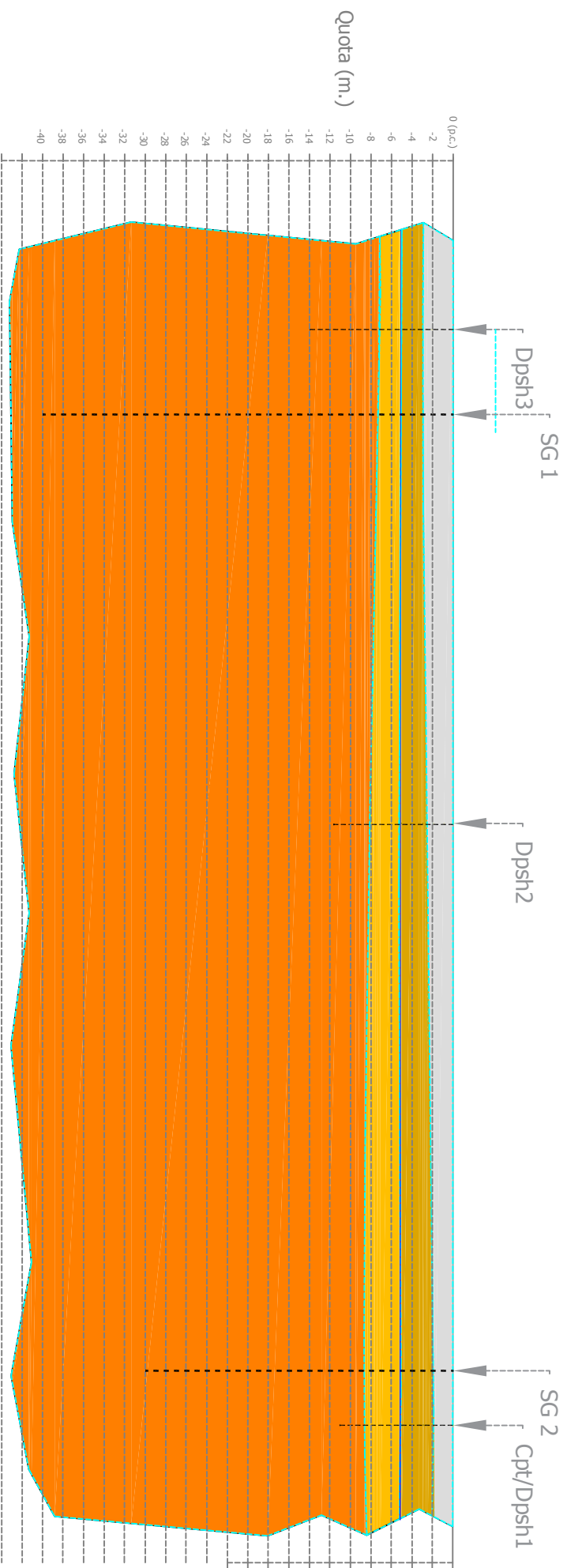
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

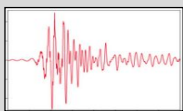
Committente :
Cantiere :
Località :

Data :28/08/2015

Scala 1:30







Dott. Geologo Riccardo Dragoni

GEOLOGIA - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA - AMBIENTE

PROVINCIA DI RIMINI

Comune di Misano Adriatico – via D. Kato

Data: agosto 2018

COMMITTENTE:

Spett. Le Santa Monica s.p.a.

OGGETTO:

RAPPORTO TECNICO SULLE INDAGINI GEOFISICHE

ELABORATO:

RAPPORTO TECNICO SULLE INDAGINI GEOFISICHE

- **INDAGINI SISMICHE CON METODOLOGIA MASW**
- **INDAGINI SISMICHE CON METODOLOGIA ReMi**
- **INDAGINI SISMICHE A RIFRAZIONE – METODO TOMOGRAFIA SISMICA**

Redatto da:



Dott. Geologo Riccardo Dragoni

CF: DRGRCR73L04F205E

Tecnico Incaricato

Il committente p.p.v.

Fraz. Colpalombo, 51 – 06024 Gubbio (PG) – tel: 3479049809 – Mail: geologodragon@gmail.com – pec: riccardodragon@epap.sicurezzapostale.it

Questo elaborato è protetto dalle vigenti leggi d'autore e pertanto non può essere riprodotto, in tutto o in parte, né essere ceduto a terzi senza la Nostra autorizzazione scritta

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA..... | 3 |
| 2. INDAGINE GEOFISICA MASW (MULTI-CHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)..... | 4 |
| 2.1 <i>PROFILO MASW (SHOT 1).....</i> | <i>6</i> |
| 3. INDAGINE GEOFISICA ReMi (REFRACTION MICROTREMOR)..... | 7 |
| 3.1 <i>PROFILO REMI.....</i> | <i>9</i> |
| 4. ANALISI COMBINATA MASW E REMI | 11 |
| 4.1 <i>ANALISI DEI RISULTATI MASW+REMI.....</i> | <i>11</i> |

1. PREMESSA

La presente relazione riporta le elaborazioni ed i risultati ottenuti da una campagna di indagini geofisiche necessarie alla caratterizzazione sismostratigrafica dei terreni in studio, eseguita nel Comune di Misano Adriatico (RN) via D. Kato, all'interno dell'Autodromo Misano World Circuit.

La campagna di indagini è stata eseguita nell'agosto 2018, su incarico della Spett.Le Santa Monica s.p.a.

Il piano indagini consta delle seguenti prove:

- ***N. 1 Indagini sismiche con metodologia MASW;***
- ***N. 1 Indagini sismiche con metodologia ReMi.***
- ***N.1 Indagini sismiche a rifrazione – metodo tomografia sismica***

UBICAZIONE:



Foto 1: Foto aerea

●.....● **Array Sismico Masw e Re.Mi.**

Foto 2: Stendimento sismico



Di seguito viene descritto, lo schema operativo, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, congiuntamente all'interpretazione dei data set.

2. INDAGINE GEOFISICA MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)

L'indagine sismica eseguita è finalizzata alla determinazione del profilo verticale di velocità delle Onde di taglio (Onde S) mediante la metodologia MASW ("*Multichannel Analysis of Surface Waves*").

Tale metodologia sismica permette, tramite l'acquisizione di registrazioni multicanale delle onde superficiali di Rayleigh generate da masse battenti, di generare un profilo V_s in funzione della profondità.

L'intero processo comprende tre passi successivi:

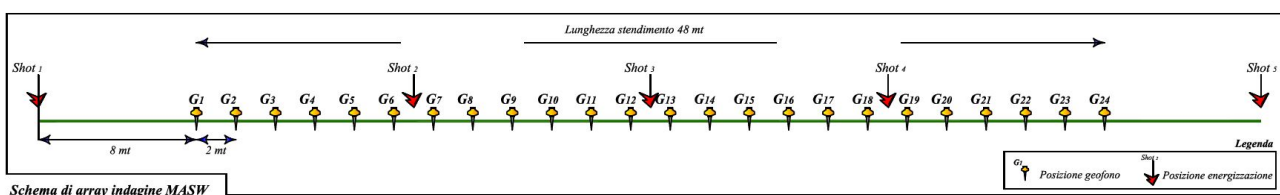
- a) acquisizione dei dati di campo delle onde superficiali ("ground roll") mediante idonea strumentazione sismica;*
- b) costruzione di una curva di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);*
- c) inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s che descrive la variazione di V_s con la profondità.*

Per ottenere un profilo Vs è necessario produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

L'inversione della curva di dispersione viene successivamente realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione sperimentale come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura dei minimi quadrati.

L'acquisizione di campagna è stata condotta mediante sismografo DoReMi a 24 bit, con 24 geofoni verticali a 4,5 Hz, spaziatura intergeofonica 2.0 m, durata di registrazione pari a 1,0 s, frequenza pari a 5000 Hz e periodo 200µs.

| DATI TECNICI INDAGINE MASW | | |
|------------------------------------|--|---|
| STRUMENTAZIONE | Sara Instruments - DoReMi 24 bit, 24 geofoni verticali, 4,5 Hz | |
| GEOMETRIA DELLO STENDIMENTO | Spaziatura intergeofonica | 2,0 mt (coordinate primo geofono: 0 mt) – offset: 8.0 mt |
| | Lunghezza array sismico | 48 mt |
| TIPO DI ENERGIZZAZIONE | Massa battente 8 kg su piattello orizzontale in alluminio | |
| MODALITA' DI ENERGIZZAZIONE | Coordinate Shot n. 1 | 0.0 mt |
| | Coordinate Shot n. 2 | 18.0 mt |
| | Coordinate Shot n. 3 | 30.0 mt |
| | Coordinate Shot n. 4 | 42.00 mt |
| | Coordinate Shot n. 5 | 60.00 mt |
| MODALITA' DI REGISTRAZIONE | Durata di registrazione | 1 sec |
| | Frequenza | 5000 Hz |
| | Periodo | 200 µs |



La velocità media di propagazione delle Onde di taglio entro i 30 metri di profondità (V_{s30}) è calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N h_i / V_i}$$

Dove

h_i : lo spessore dello strato i -esimo

V_i : è la velocità dello strato i -esimo

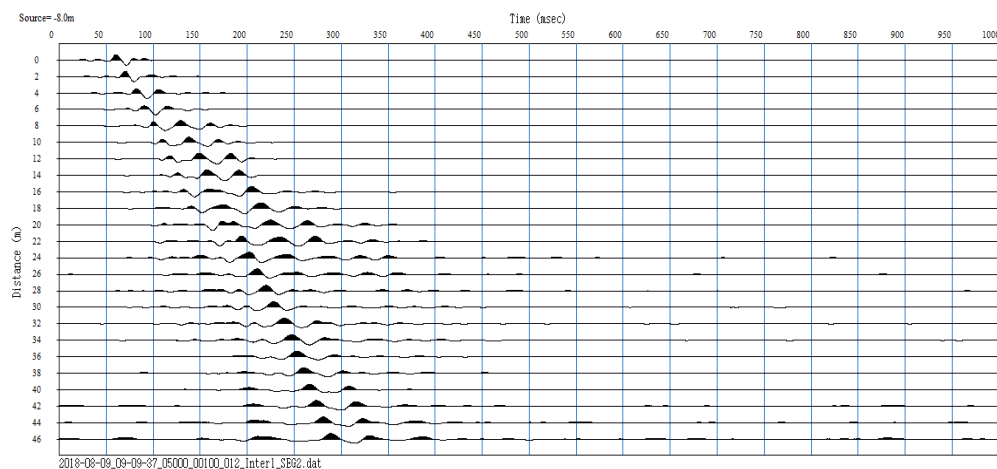
La classificazione del terreno di fondazione è ottenuta attraverso la stima del parametro V_{s30} , come indicato dalla normativa vigente (OPCM 3274, DM 19/ 09/ 2005 e D.M. 2008 "Nuove norme tecniche sulle costruzioni").

Relativamente allo stendimento eseguito sono stati prodotti (in allegato) i seguenti elaborati:

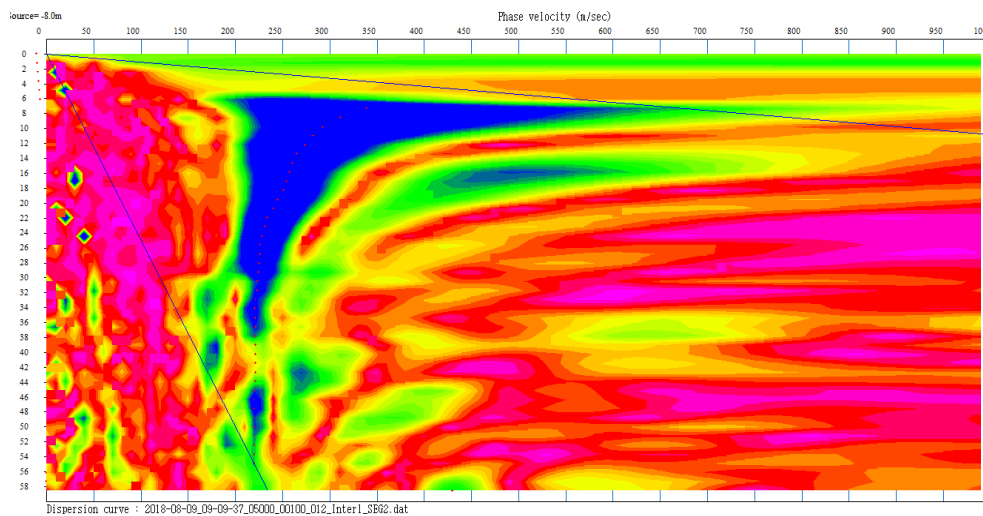
- *Registrazione sismica (sismogramma relativo allo stendimento, energizzazione di backward);*
- *Spettro del segnale nel dominio FK con punti di dispersione;*
- *Curva di dispersione teorica nel dominio della frequenza ottenuta sui massimi dello spettro FK;*
- *Profilo di velocità delle onde di taglio (S) con la profondità.*

2.1 PROFILO MASW (SHOT 1)

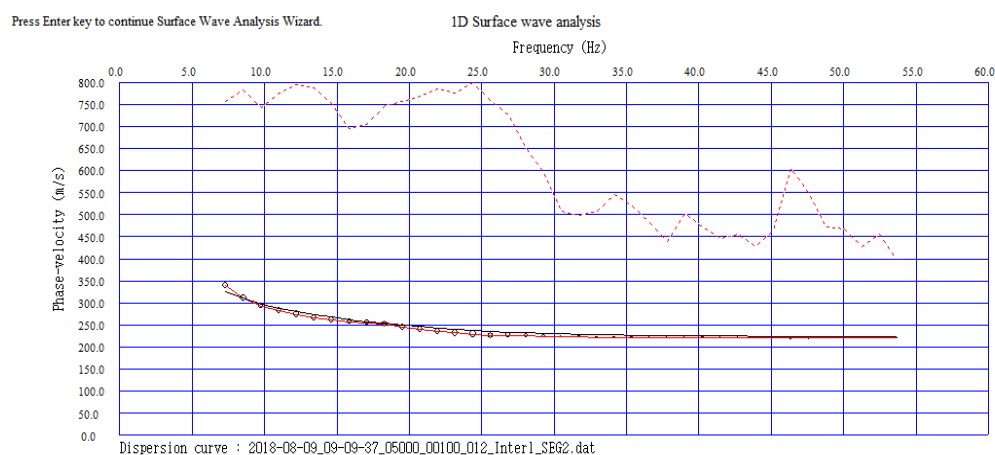
Dataset sismico



Spettro di velocità'



Curva di dispersione



3 INDAGINE GEOFISICA ReMi (Refraction Microtremor)

La metodologia passiva di registrazione del rumore ambientale denominata Re.Mi. (Refraction Microtremor) consente di determinare la velocità di propagazione nel sottosuolo delle onde S, prevalentemente in aree urbanizzate ed ove è difficoltosa l'operatività con i metodi tradizionali di prospezione sismica a rifrazione.

Tale metodologia, utilizzando la stessa strumentazione impiegata per la sismica a rifrazione e non richiedendo la perforazione di sondaggi o particolari condizioni di energizzazione, consente di mantenere i costi entro limiti accettabili nell'ambito delle indagini, rispetto ad altri metodi sismici di superficie, quali le tecniche SASW e MASW.

L'analisi dei microtremori viene effettuata utilizzando le medesime geometrie della prospezione sismica a rifrazione (a geofono singolo) disposta sul terreno con array lineare, da 12 a 48 geofoni; per ottenere una buona risoluzione in termine di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni con bassa frequenza di risonanza (4-14 Hz raccomandati), è indispensabile allungare il tempo di registrazione (15-30s) rispetto alla sismica a rifrazione tradizionale.

Si possono così registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range da 15-20Hz fino a 1-2 Hz che, in condizioni ottimali, offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle Vs relativamente ai primi cento metri di profondità.

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency" (p-f) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentarne lo spettro di potenza su un grafico p-f.

La dipendenza della "profondità di penetrazione" del campo di spostamento dalla lunghezza di onda λ è alla base del fenomeno della "dispersione geometrica" che origina la variazione della velocità di fase e di gruppo delle onde di Rayleigh in relazione alla frequenza di eccitazione. Pertanto le onde associate a frequenze diverse si propagano con lunghezza d'onda diversa e risultano fortemente influenzate dall'eterogeneità meccanica del mezzo e ciò provoca una variazione della velocità di fase (ma anche della velocità di gruppo) delle onde in relazione alla frequenza.

I passi del processo di elaborazione sono i seguenti:

trasformazione dei formati dei dati;

preprocessing dei dati;

calcolo della trasformata p-f per ogni record;

picking per la costruzione della curva di dispersione;

calcolo del modello 1D delle Vs mediante inversione della curva di dispersione;

Le elaborazioni sono state eseguite mediante l'interpretazione combinata con i risultati ottenuti dal metodo MASW al fine di confrontare ed integrare fino a frequenze inferiori a 2 Hz e guidare la fase di inversione delle indagini ReMi.

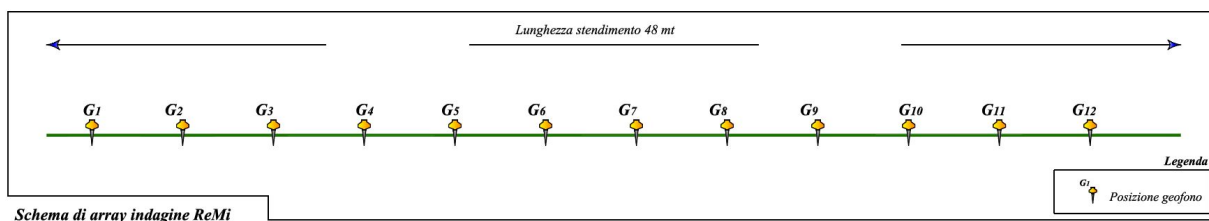
L'indagine sismica ReMi. è stata eseguita come da planimetria in allegato.

Per l'esecuzione delle misure sperimentali sono state utilizzate le seguenti strumentazioni e procedure operative:

| DATI TECNICI INDAGINE MASW 1 | | |
|-------------------------------------|---|--|
| <i>STRUMENTAZIONE</i> | <i>Sara Instruments - DoReMi 16 bit, 24 geofoni verticali, 4,5 Hz</i> | |
| <i>GEOMETRIA DELLO STENDIMENTO</i> | <i>Spaziatura intergeofonica</i> | 4.0 mt (coordinate primo geofono: 2 mt) |
| | <i>Lunghezza array sismico</i> | 48 mt |

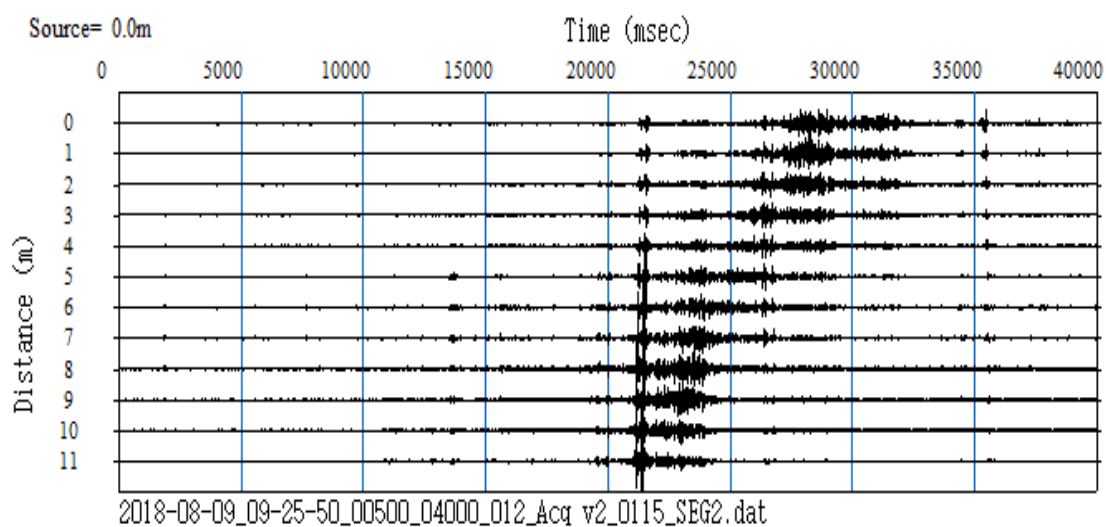
| | | |
|-----------------------------|-------------------------|--------|
| TIPO DI ENERGIZZAZIONE | Rumore ambientale | |
| MODALITA' DI ENERGIZZAZIONE | N° 15 acquisizioni | |
| MODALITA' DI REGISTRAZIONE | Durata di registrazione | 40 sec |
| | Frequenza | 500 Hz |
| | Periodo | 2 ms |

Per ottenere una buona risoluzione della curva di dispersione ed una buona affidabilità del segnale misurato sono state effettuate varie configurazioni spaziali. L'analisi degli spettri in fase d'elaborazione ha indicato che la configurazione spaziale più adatta (anche in funzione dello spazio a disposizione) corrispondeva ad una spaziatura dei geofoni pari a 4 metri.

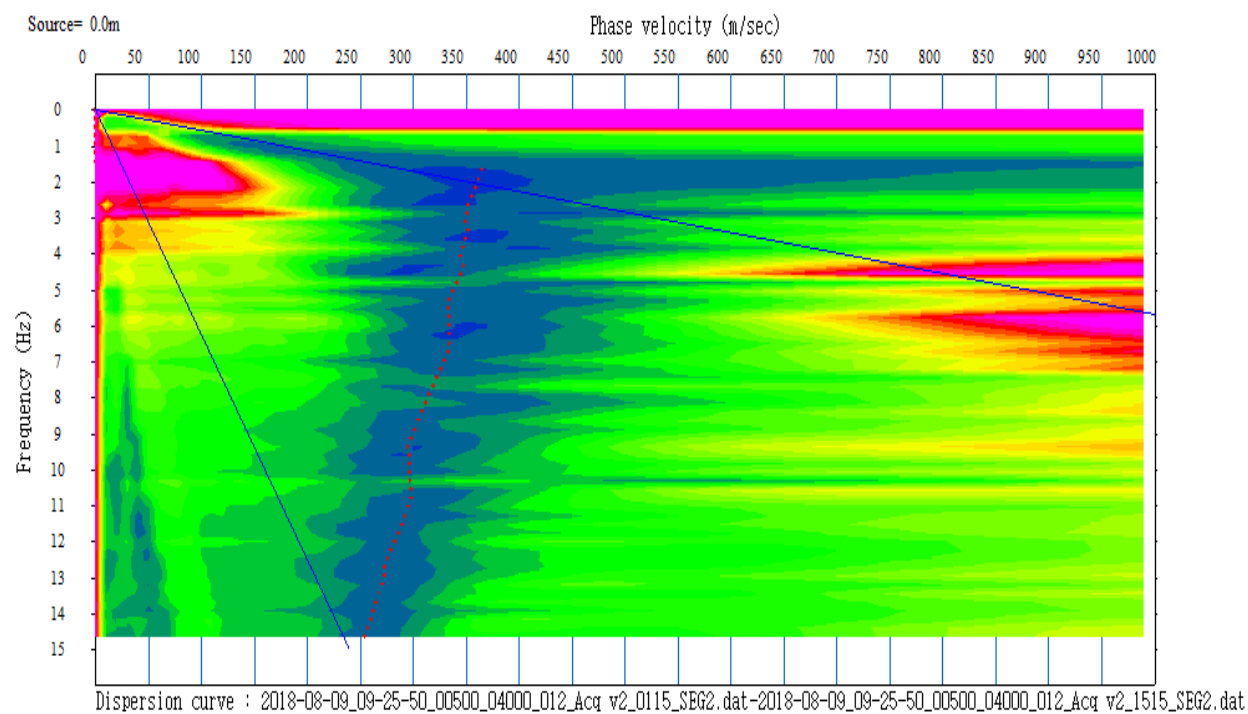


3.1 PROFILO ReMi

Dataset sismico

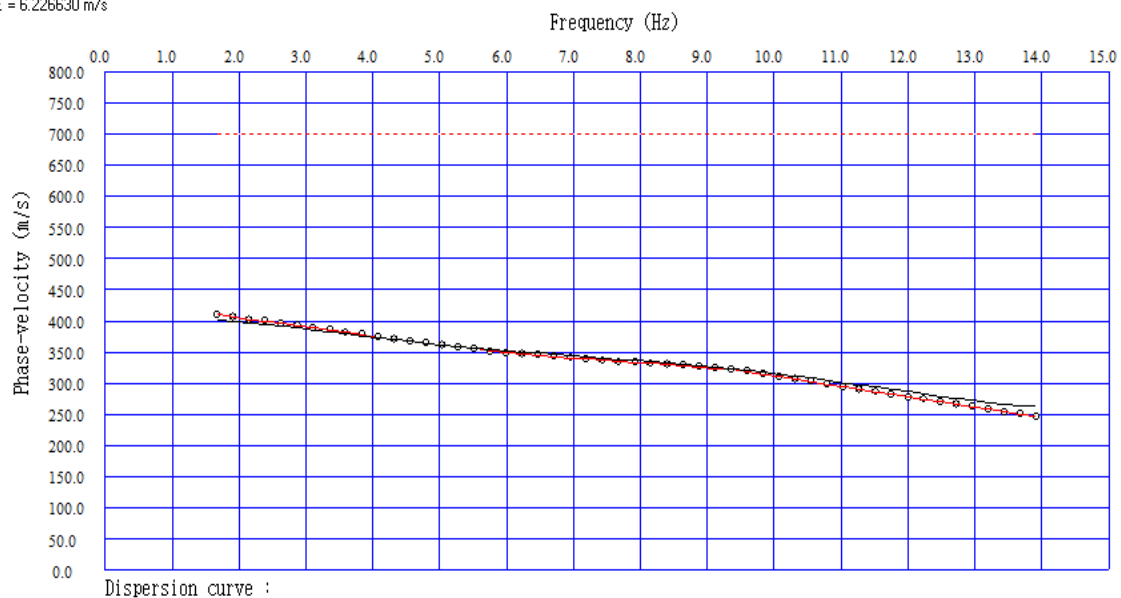


Spettro di velocità'



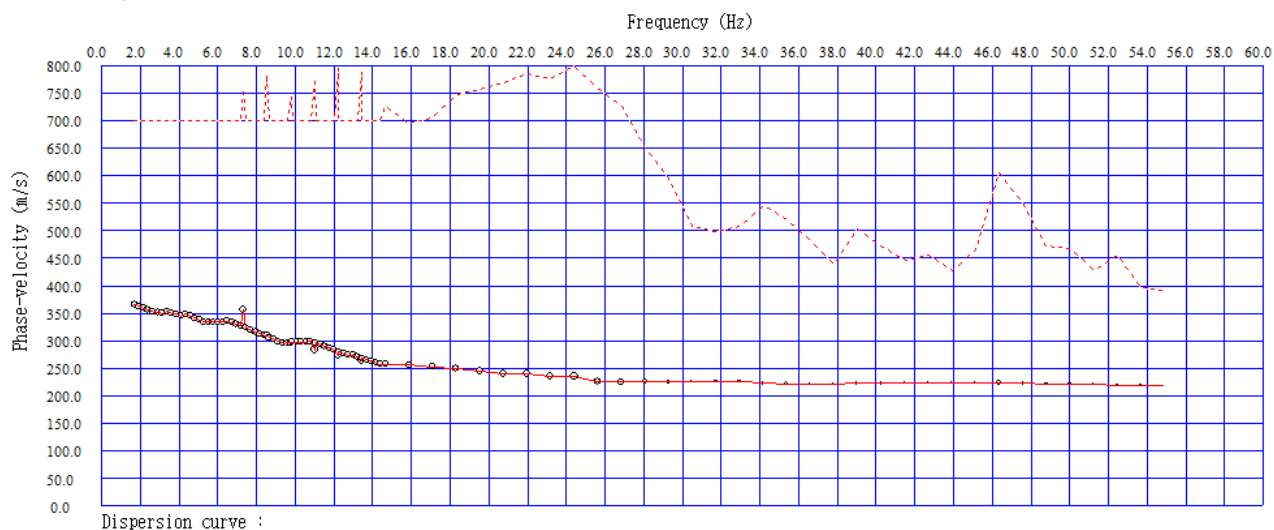
Curva di dispersione

RMSE = 6.226630 m/s

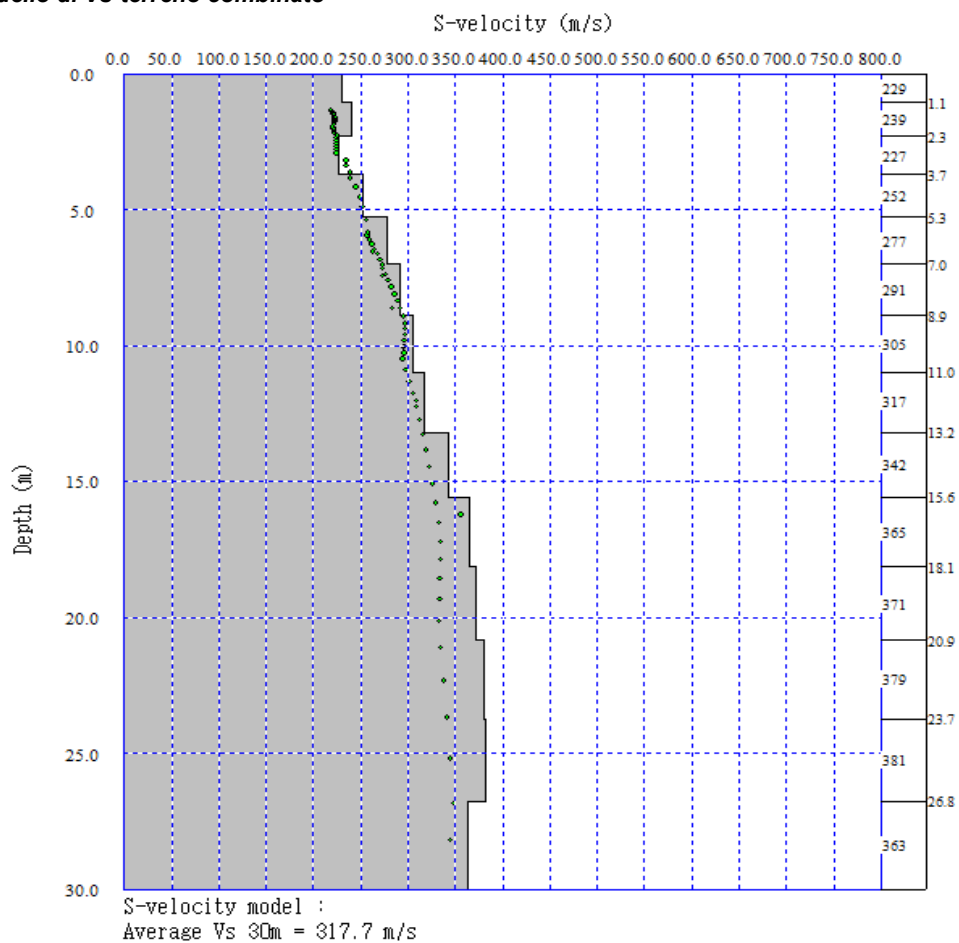


4. ANALISI COMBINATA MASW E REMI

Curva di dispersione combinata



Modello di Vs-terreno combinato



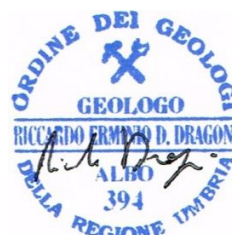
4.1 ANALISI DEI RISULTATI

Il profilo DELL'ANALISI COMBINATA Masw e ReMi indica una ***Vs30 pari a 317,7 m/s.***

Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le nuove “Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni” il profilo stratigrafico dei terreni coinvolti nel progetto permette di classificare il sito come appartenente alla Categoria C.

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 Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Dott. Geol. Riccardo Dragoni



VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove sismiche a rifrazione)

Metodo semplificato

Metodo di Andrus e Stokoe (1997) modificato

PARAMETRI:

| | | | |
|------------------------|---|--------|--------------------|
| γ | = | 1,82 | g/cm ³ |
| σ_{vo} | = | 1,274 | kg/cm ² |
| σ_{vo}' | = | 1,124 | kg/cm ² |
| profondità della prova | = | 700 | cm |
| profondità falda | = | 550 | cm |
| γ_{H_2O} | = | 1 | g/cm ³ |
| Pressione neutra | = | 0,15 | kg/cm ² |
| z | = | 7 | m |
| V_s | = | 227 | |
| V_{s1c} | = | 200 | m/s |
| V_{s1} | = | 220,46 | |
| M | = | 6,1 | |
| MSF | = | 1,94 | se $M \leq 7.5$ |
| | | 1,67 | se $M > 7.5$ |

| | |
|-----|---|
| R= | Resistenza al taglio mobilitata |
| T= | Sforzo di taglio indotto dal sisma |
| FC= | Frazione di fine (%) contenuto nella sabbia |
| Vs= | Velocità dell'onda di taglio S |

| | | |
|-------|--------|--------|
| FC<5% | FC=20% | FC>35% |
| 220 | 210 | 200 |

FORMULE:

RISULTATI:

| | | | | | | |
|-------------|---|---|-----------------|---|-------------|------------------|
| V_{s1} | = | $V_s(1/\sigma_{vo}')^{0.25}$ | | | 220,46 | V_{s1} |
| R | = | $0,03 * (V_{s1}/100)^2 + (0,9/(V_{s1c}-V_{s1})) - (0,9/V_{s1c})$ | | = | 0,097327456 | R |
| T | = | $0,65 * ((a_{max}/g) * (\sigma_{vo}/\sigma_{vo}')) * r_d * 1/MSF$ | se $M \leq 7.5$ | = | 0,07778497 | $T_{M \leq 7,5}$ |
| | | | se $M > 7.5$ | = | 0,090230479 | $T_{M > 7,5}$ |
| a_{max}/g | = | 0,311 | | | | |
| r_d | = | 0,657 | | | | |
| Fs=R/T | > | 1 | se $M \leq 7.5$ | = | 1,2512373 | Verificato Fs |
| | | | se $M > 7.5$ | = | 1,078653874 | Verificato Fs |