

**PROVA ... Nr.4**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI  
 Prova eseguita in data 26/08/15  
 Profondità prova 5.20 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	3	0.855	26.94	31.52	1.35	1.58
0.40	4	0.851	35.76	42.03	1.79	2.10
0.60	27	0.747	194.50	260.37	9.73	13.02
0.80	24	0.743	172.04	231.44	8.60	11.57
1.00	26	0.740	185.48	250.73	9.27	12.54
1.20	21	0.736	149.10	202.51	7.46	10.13
1.40	24	0.733	169.62	231.44	8.48	11.57
1.60	25	0.730	162.52	222.77	8.13	11.14
1.80	28	0.726	181.22	249.50	9.06	12.48
2.00	26	0.723	167.55	231.68	8.38	11.58
2.20	24	0.720	154.01	213.86	7.70	10.69
2.40	32	0.667	190.23	285.15	9.51	14.26
2.60	25	0.714	147.88	207.04	7.39	10.35
2.80	22	0.711	129.62	182.20	6.48	9.11
3.00	28	0.709	164.33	231.89	8.22	11.59
3.20	28	0.706	163.71	231.89	8.19	11.59
3.40	28	0.703	163.11	231.89	8.16	11.59
3.60	23	0.701	124.70	177.92	6.23	8.90
3.80	26	0.698	140.47	201.12	7.02	10.06
4.00	24	0.696	129.22	185.65	6.46	9.28
4.20	29	0.694	155.62	224.33	7.78	11.22
4.40	27	0.691	144.41	208.86	7.22	10.44
4.60	24	0.689	120.04	174.17	6.00	8.71
4.80	26	0.687	129.64	188.68	6.48	9.43
5.00	24	0.685	119.31	174.17	5.97	8.71
5.20	32	0.633	147.00	232.22	7.35	11.61

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	38.65	5.20	38.65	Gibbs & Holtz 1957	62.72

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	38.65	5.20	38.65	Sowers (1961)	38.82

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	38.65	5.20	38.65	Bowles (1982) Sabbia Media	268.25

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	38.65	5.20	38.65	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	106.85

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	38.65	5.20	38.65	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	38.65	5.20	38.65	Meyerhof ed altri	2.20

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	38.65	5.20	38.65	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	38.65	5.20	38.65	(A.G.I.)	0.28

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	38.65	5.20	38.65	Ohsaki (Sabbie pulite)	2017.59

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	38.65	5.20	38.65	Ohta & Goto (1978) Limi	157.036

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	38.65	5.20	38.65	Navfac 1971-1982	6.73

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

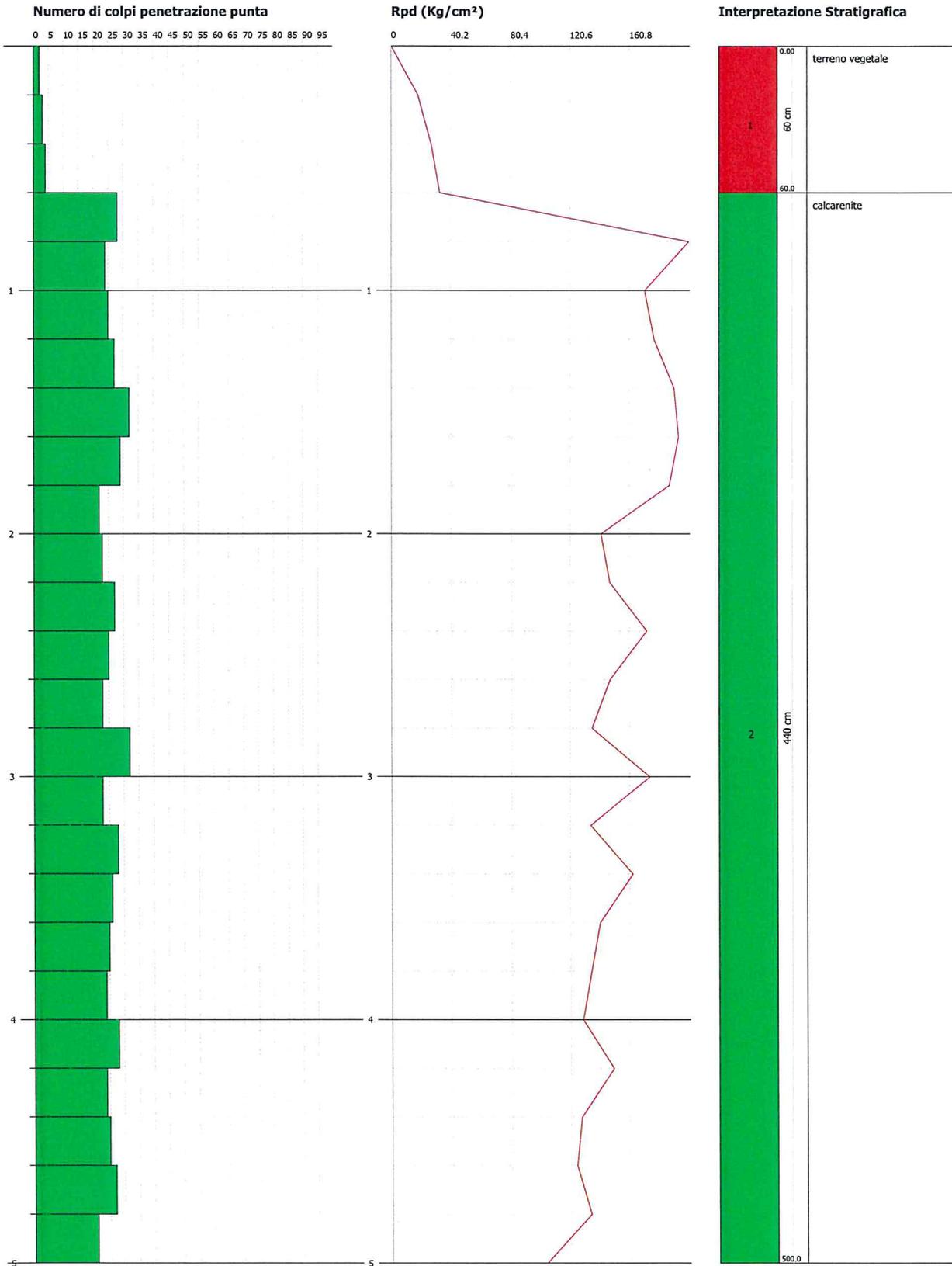
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	38.65	5.20	38.65	Robertson 1983	77.30

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Sig. De Giorgi Giuseppe, Sig. De Giorgi Paolo, Dott. Francesco Kowoll  
Cantiere : edile  
Località : Lottizzazione di parte del Comparto L4 Tricase (Le);

Data :26/08/2015

Scala 1:24

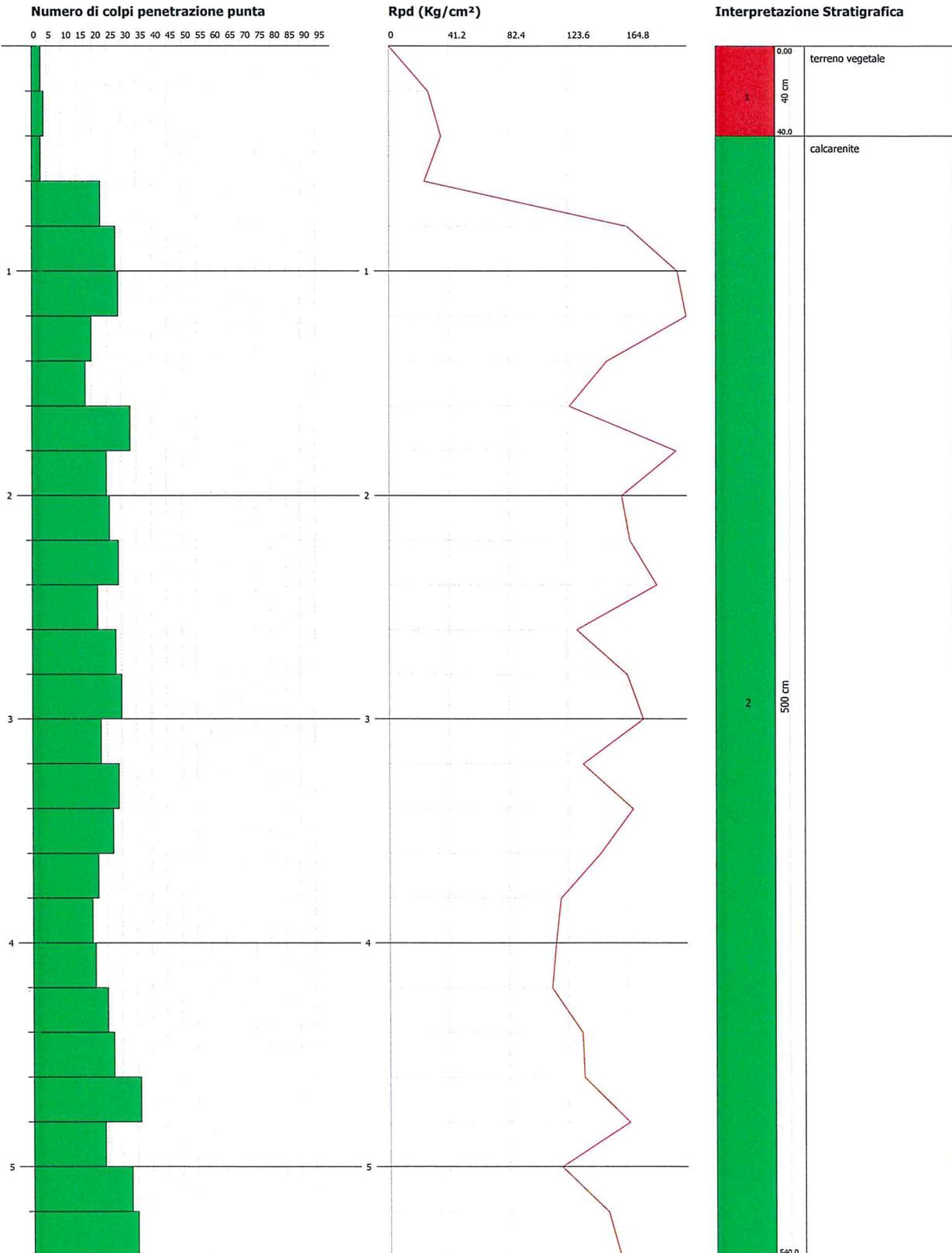


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Sig. De Giorgi Giuseppe, Sig. De Giorgi Paolo, Dott. Francesco Kowoll  
 Cantiere : edile  
 Località : Lottizzazione di parte del Comparto L4 Tricase (Le);

Data :26/08/2015

Scala 1:26

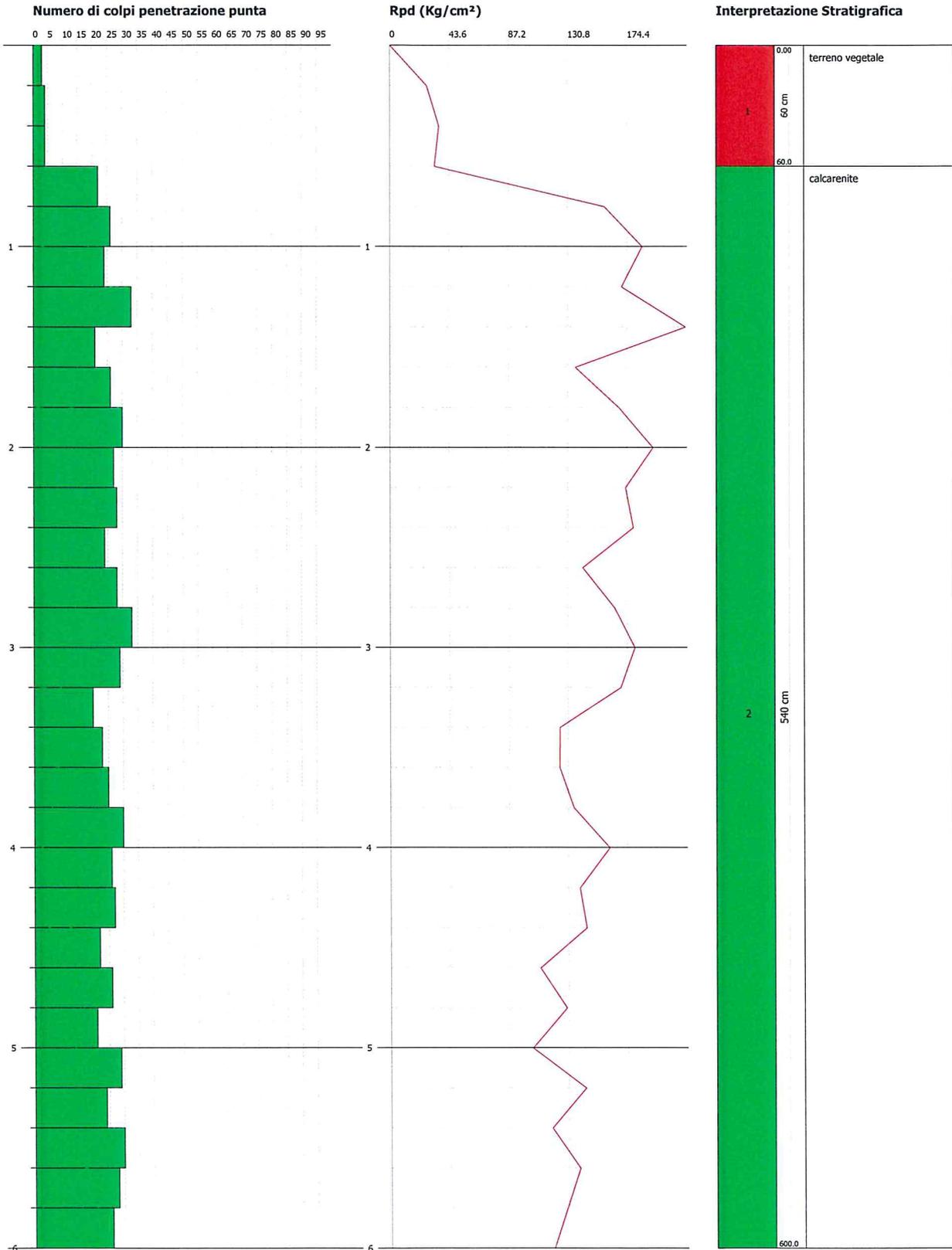


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Sig. De Giorgi Giuseppe, Sig. De Giorgi Paolo, Dott. Francesco Kowoll  
 Cantiere : edile  
 Località : Lottizzazione di parte del Comparto L4 Tricase (Le);

Data :26/08/2015

Scala 1:29

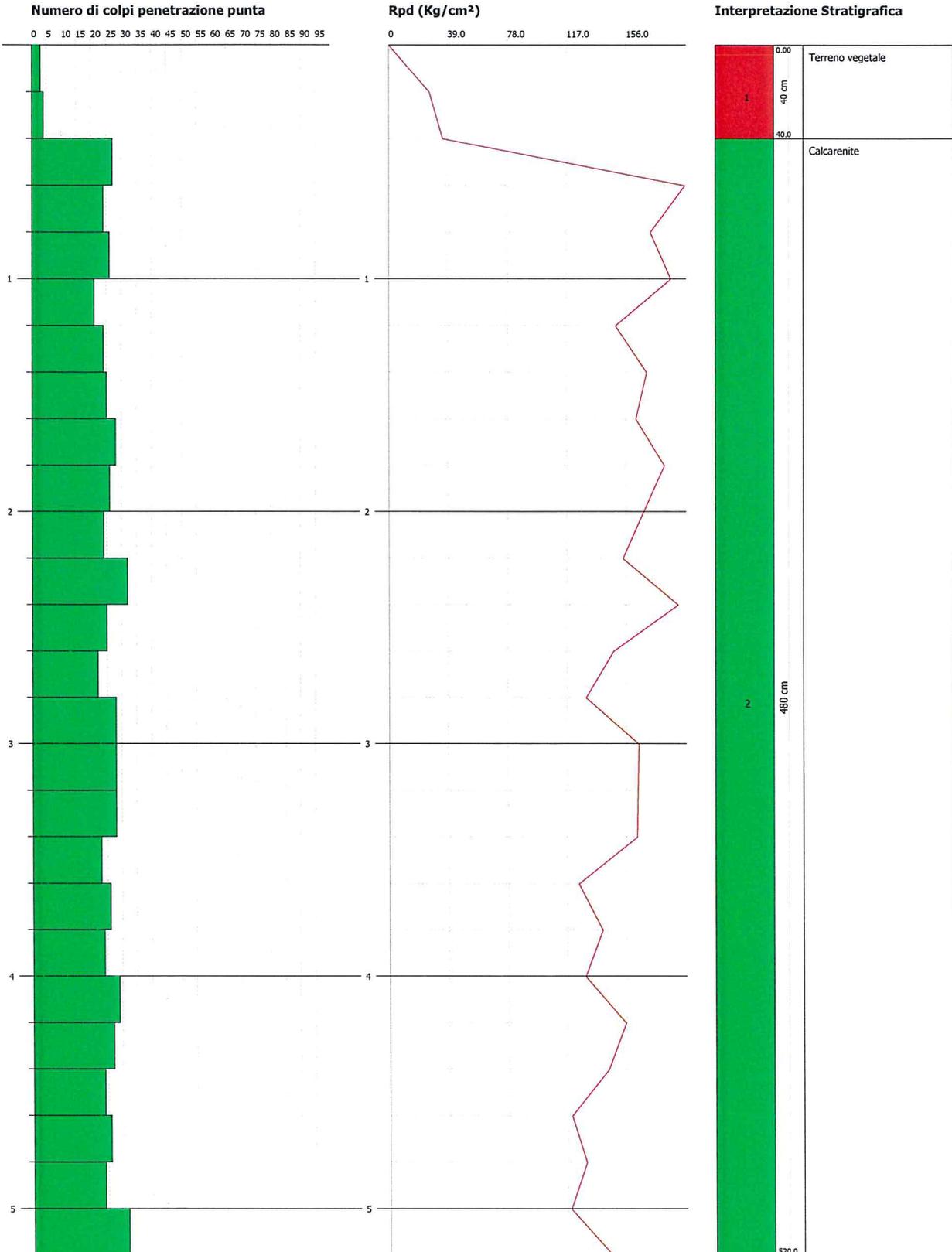


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Sig. De Giorgi Giuseppe, Sig. De Giorgi Paolo, Dott. Francesco Kowoll  
 Cantiere : edile  
 Località : Lottizzazione di parte del Comparto L4 Tricase (Le);

Data :26/08/2015

Scala 1:25



## **CARATTERIZZAZIONE SISMICA**

### ***Sismica passiva con metodologia ReMi (Refraction Microtremor)***

L'analisi dei microtremori viene effettuata utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno con array lineare, a 12 geofoni; per ottenere una buona risoluzione in termini 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 25-30 Hz fino a 2 Hz che, in condizioni ottimali, offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle Vs relativamente ai primi cento metri di profondità.

Si tratta di una modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh.

Per rilevare onde sismiche trasversali, anche la sorgente energizzante deve generare onde a prevalente componente di taglio.

Per tale motivo è stato utilizzato un sismografo della Geometrics "modello GEODE" con geofoni da 4.5 Hz.

Recenti studi hanno consentito di creare un modello matematico anche per trattare le onde S, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione.

L'analisi delle onde S mediante tecnica **ReMi** viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una

trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, è semplice andare a separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, ecc.

L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

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 (fig.1).

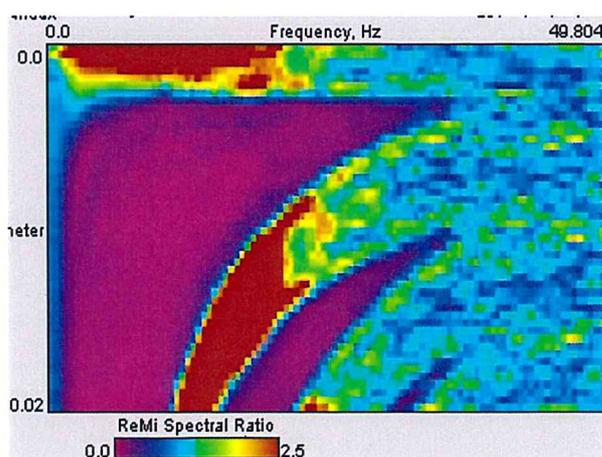


Fig. 1 Esempio di spettro di potenza p-f.

Nell'immagine di figura 1 è possibile un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh, che hanno carattere dispersivo.

A questo punto l'operatore, in maniera arbitraria ed in base all'esperienza, esegue un "picking" (fig.2) attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness ( $p$  o  $1/\text{velocità di fase}$ ) per alcune frequenze.

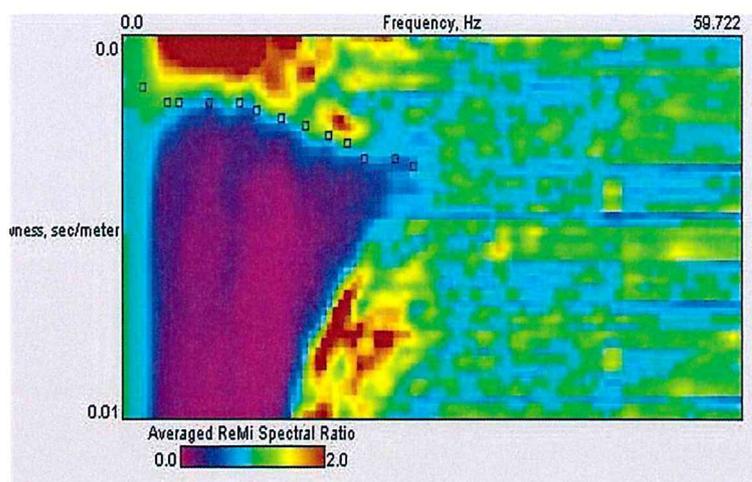


Fig. 2 Esempio di picking

Tali valori vengono in seguito plottati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello diretto.

La curva di dispersione in realtà può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla pulizia dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma. Ecco perché questa fase in realtà deve essere considerata una interpretazione, e per questo i migliori software di analisi di dati **ReMi**, consentono di modificare anche manualmente la curva di dispersione per soddisfare le esigenze dell'utente più esperto.

I dati selezionati dall'immagine p-f vengono plottati su un diagramma, nel quale compare anche una curva di dispersione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile dall'interprete. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità nel modello, la curva di dispersione calcolata viene adattata fino a farla aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking (fig.3).

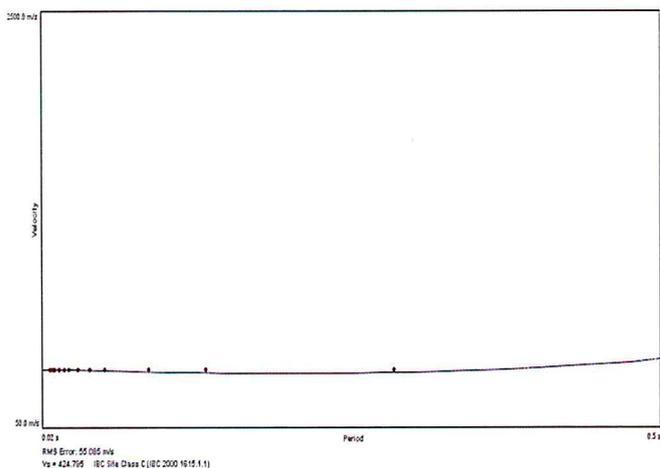


Fig.3:  
Modellizzazione diretta interattiva:  
curva di dispersione calcolata  
(grigio) e curva sperimentale con  
picking (puntinato rosso).

La curva di dispersione calcolata, approssimativamente coincidente con la curva sperimentale, viene associata ad un modello sintetico.

Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione, e dipendentemente dal software usato può anch'essa avvenire in maniera automatica e/o manuale.

Entrambe le due fasi di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'utente poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico che lavora alla ricerca della soluzione matematicamente migliore.

La  $V_{S_{30}}$  è stata calcolata con la seguente espressione

$$V_{S_{30}} = \frac{30}{\sum h_i/V_i}$$

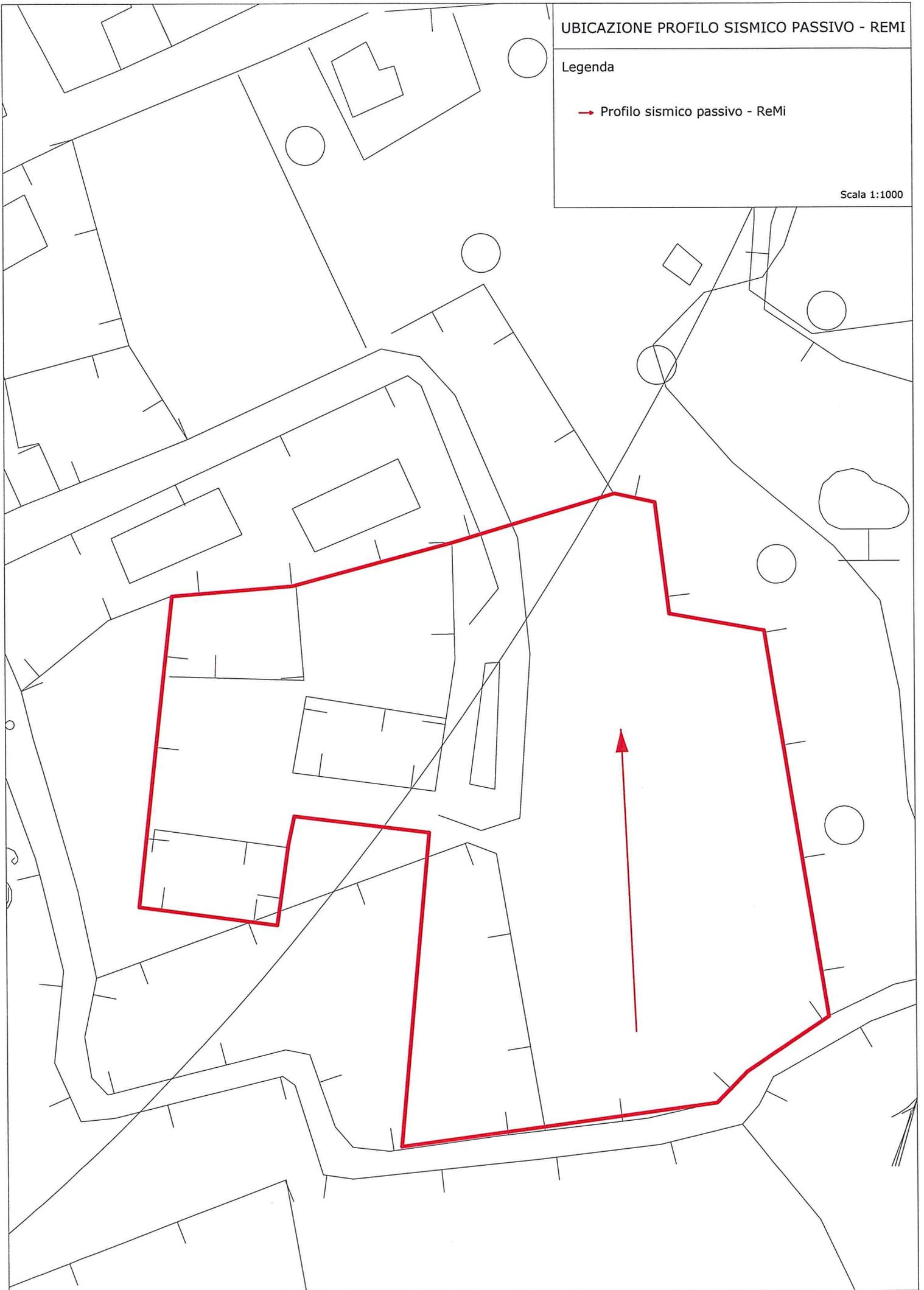
Da tale relazione è emerso un valore di  $V_{S_{30}}$  di **726** m/sec

UBICAZIONE PROFILO SISMICO PASSIVO - REMI

Legenda

→ Profilo sismico passivo - ReMi

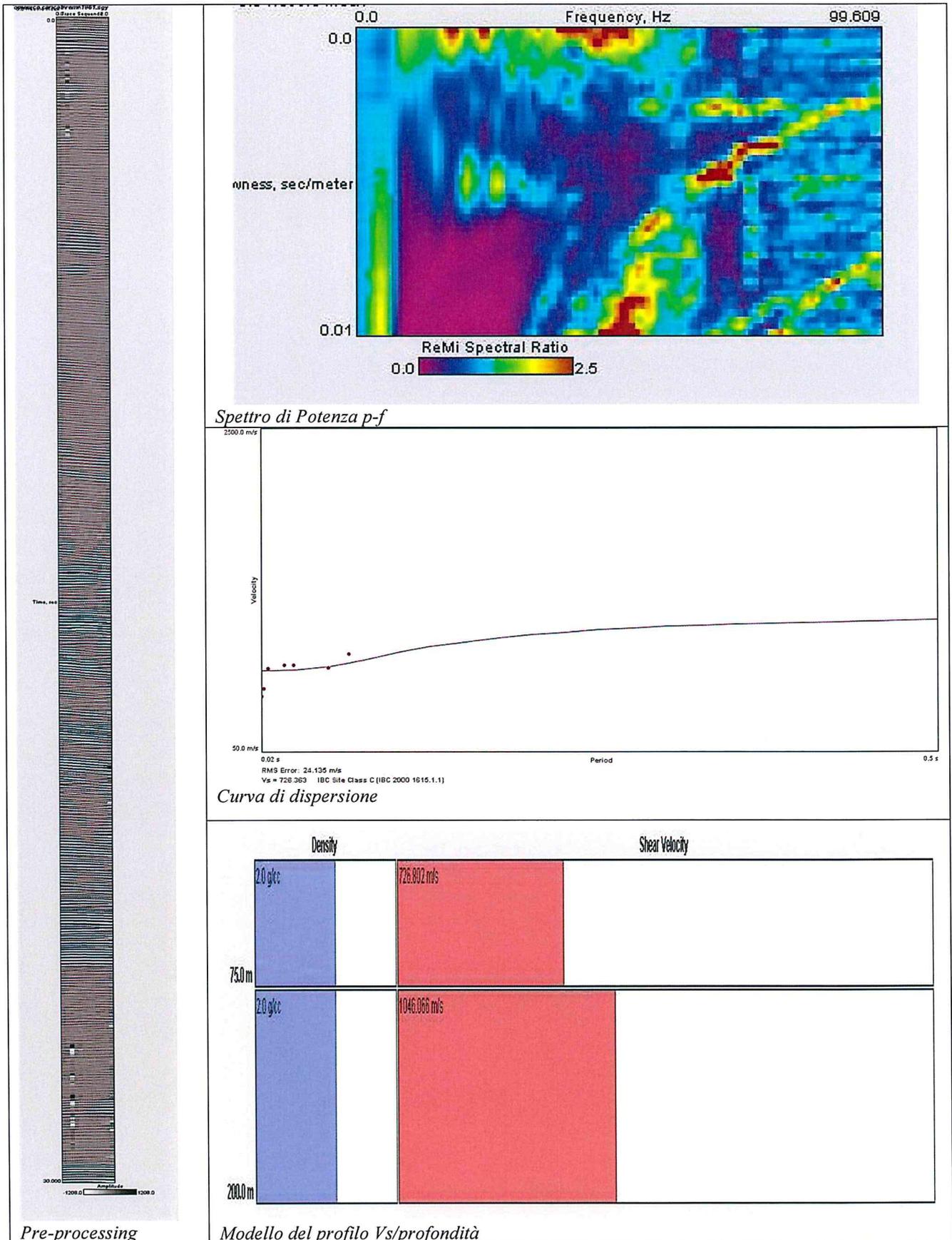
Scala 1:1000





Esecuzione indagine sismica a rifrazione ed indagine sismica Re.Mi

**Indagine sismica passiva - metodologia ReMi**



Le categorie di suolo individuate dal Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008, recante “Norme Tecniche per le costruzioni” sono le seguenti:

- A) ***Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*** caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;
- B) ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina) ;
- C) ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina);
- D) ***Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti***, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di

$V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $N_{SPT,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina)

E) **Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m**, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).

Il suolo di fondazione rientra pertanto nella **categoria B** con valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 e 800 m/sec; la litologia risulta perciò costituita da **rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**.

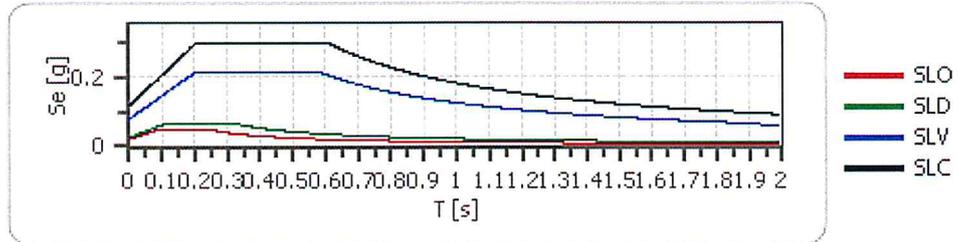
Metodo terreno nazionale  Norme  
 Via   
 Lat.  Long.  Alt.  m  
 Datum    
 Parametri sismici  
 Lat. (ED50)  Long. (ED50)   
 Classe dell'edificio   
 Coefficiente d'uso  $C_u$    
 Vita nominale  anni  
 Interpolazione   

	Stato limite	$T_r$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C$ [s]
P <sub>x</sub>	Operatività (SLO)	30	0.017	2.386	0.1'
	Danno (SLD)	50	0.022	2.405	0.2
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.056	2.641	0.4'
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.098	2.531	0.4'
P <sub>I</sub>	Operatività (SLO)	30	0.016	2.384	0.1'
	Danno (SLD)	50	0.022	2.415	0.2
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.053	2.632	0.4'
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.090	2.580	0.4'

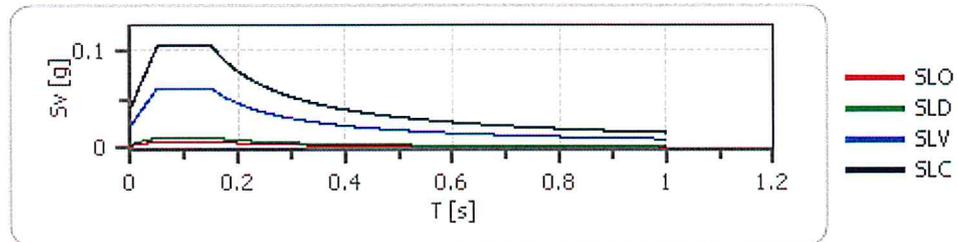
Periodo di riferimento per l'azione sismica

Trasparenza 100%

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



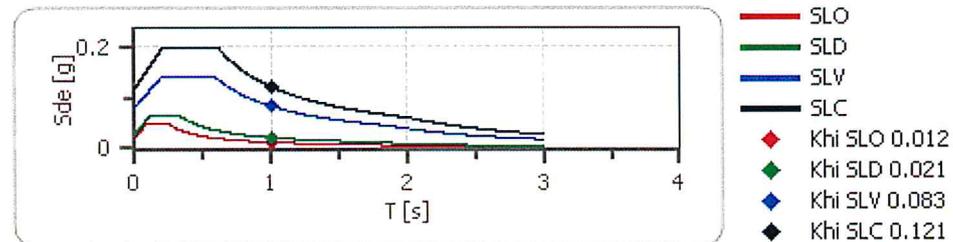
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



Componenti orizzontali

Componenti verticali

### Spettro di progetto delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]
SLO	1.0	0.017	2.386	0.157	1.200	1.590	1.000
SLD	1.0	0.022	2.405	0.219	1.200	1.490	1.000
SLV	1.0	0.066	2.641	0.462	1.200	1.280	1.000
SLC	1.0	0.098	2.531	0.481	1.200	1.270	1.000

	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]
SLO	1.0	0.017	2.386	0.157	1	1.590	1.000
SLD	1.0	0.022	2.405	0.219	1	1.490	1.000
SLV	1.0	0.066	2.641	0.462	1	1.280	1.000
SLC	1.0	0.098	2.531	0.481	1	1.270	1.000

	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]
SLO orizzontale	1.0	0.017	2.386	0.157	1.200	1.590	
SLO verticale	1.0	0.017	2.386	0.157	1.200	1.590	
SLD orizzontale	1.0	0.022	2.405	0.219	1.200	1.490	
SLD verticale	1.0	0.022	2.405	0.219	1.200	1.490	
SLV orizzontale	1.0	0.066	2.641	0.462	1.200	1.280	
SLV verticale	1.0	0.066	2.641	0.462	1.200	1.280	
SLC orizzontale	1.0	0.098	2.531	0.481	1.200	1.270	

## **CONCLUSIONI**

Su incarico del Sig. Paolo De Giorgi, del Sig. Giuseppe De Giorgi e del Dott. Francesco Kowoll, il sottoscritto ha eseguito uno studio geo-idro-morfologico e tecnico e di compatibilità con gli strumenti di pianificazione territoriale, su un'area sita nella Zona Omogenea C2 di espansione edilizia, comparto L4 nel territorio Comunale di Tricase (frazione di Caprarica), a supporto di un progetto di "Attuazione parziale del piano di lottizzazione COMPARTO L4 relativamente alle sole proprietà dei sigg. De Giorgi e Kowoll".

Lo studio è stato finalizzato alla verifica della compatibilità del progetto con gli strumenti di pianificazione territoriale, quali il PUTT, il PPTR, il PAI, il Piano Tutela delle Acque ed il PTCP; le indagini geognostiche hanno mirato ad una caratterizzare meccanica e sismica preliminare dell'area interessata dal progetto.

Dallo studio geo-idro-morfologico è emerso quanto segue:

- litologicamente affiorano le Calcareniti ascrivibili alla Formazione della Calcarenite di Gravina tuttavia mascherate da una copertura di terra rossa di circa mezzo metro;
- geomorfologicamente, l'area interessata dal progetto presenta una morfologia pianeggiante ad una quota topografica di 103 m s.l.m.;

- idrogeologicamente si rinviene un solo acquifero: la falda “profonda”, rilevata a circa 102 metri sul l.m con deflusso verso est, in direzione del mare.

Dopo aver consultato le cartografie tematiche redatte dalla Regione Puglia il PUTT (Piano Urbanistico Territoriale Tematico) ed il piano di recente adottato, il PPTR (Piano Paesaggistico Territoriale Regionale); dall’Autorità di Bacino della Puglia il PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) e la Carta Idrogeomorfologica, dalla Provincia di Lecce il PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale), ed infine dalla Regione Puglia il P.T.A (Piano di Tutela delle Acque), sono state eseguite delle indagini geognostiche consistenti in quattro prove penetrometriche dinamiche continue spinte fino ad una profondità di 5.0-6.0 metri ed un’indagine sismica passiva.

Dallo studio degli strumenti di pianificazione territoriale è emerso che la serie n.10 – geomorfologia – del PUTT riporta nell'area interessata dalla lottizzazione un gradino morfologico che si sviluppa in direzione quasi nord-sud ed immerge verso ovest, tagliando l’area in esame.

Ciò non trova un riscontro nei rilievi di superficie, corredati da documentazione fotografica, e nelle cartografie più aggiornate, quali la Carta Idrogeomorfologica dell'AdB e le cartografie del PPTR che escludono la presenza di qualsiasi emergenza.

Il solo PPTR riporta un vincolo di natura idrogeologica nell’ambito delle componenti idrogeologiche.

Nella cartografia redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia, PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) sono perimetrate le aree soggette a pericolosità idraulica e le aree a pericolosità geomorfologia; non rientrando l'area in esame in alcuna di quelle perimetrate dal PAI ne consegue che tale Piano non rappresenta alcun vincolo ostativo al progetto.

Nella tavola "w.1.1.3.a" il PTCP perimetra, rifacendosi al Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), le aree soggette a probabilità di inondazione e le aree a pericolosità rispetto agli allagamenti; l'area in esame non risulta una zona a probabilità di inondazione, né a pericolosità rispetto agli allagamenti.

Dalla cartografia del Piano di Tutela delle Acque è emerso che sull'area indagata non è presente il vincolo di protezione speciale idrogeologica; non ricade in alcuna area di tutela quali-quantitativa, ma è caratterizzata da fenomeni di contaminazione salina.

Le indagini geognostiche hanno mirato ad una caratterizzazione meccanica e sismica dell'area in esame.

Dalle indagini geognostiche è stata ricostruita la successione stratigrafica dei primi metri, sono stati caratterizzati meccanicamente i litotipi investigati ed è stata individuata la categoria sismica del suolo di fondazione.

Dalle prove penetrometriche si è potuto osservare che la formazione affiorante nell'area è quella delle calcareniti che tuttavia risulta mascherata da circa mezzo metro di terreno vegetale.

I parametri geotecnici medi della calcarenite sono:

<i>Densità</i>	<i>62</i>
<i>Angolo di attrito</i>	<i>38 °</i>
<i>Modulo di Young</i>	<i>267 kg/cmq</i>
<i>Modulo edometrico</i>	<i>106 kg/cmq</i>
<i>Classificazione AGI</i>	<i>addensato</i>
<i>Coesione</i>	<i>0 kg/cmq</i>
<i>Peso di volume</i>	<i>2.20 gr/cmc</i>
<i>Modulo di Poisson</i>	<i>0.28</i>
<i>Modulo di def. a taglio</i>	<i>2010 kg/cmq</i>
<i>Modulo di reazione)</i>	<i>6.70 kg/cmc</i>

L'indagine sismica eseguita secondo la metodologia REMI per il calcolo delle Vs30, ha restituito un valore di 726 m/sec, facendo perciò rientrare il suolo nella categoria B. La categoria topografica risulta la T1.

Ruffano, ottobre 2015

IL GEOLOGO

Dott. Marcello De Donatis