



# PROVINCIA DELLA SPEZIA

Settore 6 Edilizia e Patrimonio  
Viale Amendola n° 9 - 19122 La Spezia



PROGETTAZIONE PRELIMINARE DI CARATTERE  
STRUTTURALE ED ATTIVITÀ CONNESSE RELATIVE AD  
ADEGUAMENTO STATICO-SISMICO ALLO STATO LIMITE  
DELLA SALVAGUARDIA DELLA VITA UMANA (SLU)  
EX D.M. 14/1/08 DELL'EDIFICIO SCOLASTICO  
PROVINCIALE DENOMINATO "SAURO"  
SITO IN LA SPEZIA, VIALE ITALIA.

R.T.P.

dott. ing. Stefano PASQUALI - MANDATARIO

Galleria Zavaroni n° 28 - 19125 La Spezia - c.f. PSQSFN56B04E463V / p.iva 01183960119  
tel: 0187 1873606 - fax: 0187 1873607 - e.mail: stefanopasquali@email.it

Studio Tecnico Associato ing. Cesare REGOLO e ing. Daniele GUERRIERI

Via Garibaldi n° 25 - 19020 Bolano (SP) - p.iva 01135060117  
tel/fax: 0187 934076 - e.mail: danguer@libero.it

Studio Tecnico Associato ASIS

Via Garibaldi n° 25 - 19125 La Spezia - p.iva 01206500116  
tel: 0187 504203 - fax: 0187 518219 - e.mail: ingegneria.asis@email.it

dott. geol. Marco ZANICCHI

Via Giacomo Doria n° 74 - 19125 La Spezia - c.f. ZNCMR 57H02E463B / p.iva 00798120119  
tel: 0187 770500 - fax: 0187 770634 - e.mail: zanicchi@eptaconsult.191.it

dott. ing. Pietro FRANCHETTI ROSADA

Via XXVII Marzo n° 19 - 19121 La Spezia - c.f. FRNPTR75A26E463G / p.iva 01112260110  
tel: 0187 736018 - fax: 0187 739238- e.mail: pfr@carloagnese.com

dott. ing. Davide RICCI

Piazza Firmafede n° 16 - 19038 Sarzana (SP) - c.f. RCCDVD72E27D969Z / p.iva 01118120110  
tel: 328 9668325 - e.mail: riccing@email.it

ing. Junior Andrea BLANGERO

Via Bologna n° 98 - 19125 La Spezia - c.f. BLNNDR77L01E463S / p.iva 01223820117  
tel: 349 7788150 - e.mail: andrblan@libero.it

TIMBRO E FIRMA PROVINCIA DELLA SPEZIA

TIMBRO E FIRMA CAPOGRUPPO R.T.P.

AGGIORNAMENTO	SOSTITUISCE	RELAZIONE GEOLOGICA	ELABORATO	
1) SETTEMBRE 2010	1)		D	
2)	2)			
3)	3)			
4)	4)			
5)	5)			
6)	6)			

## 1. PREMESSA

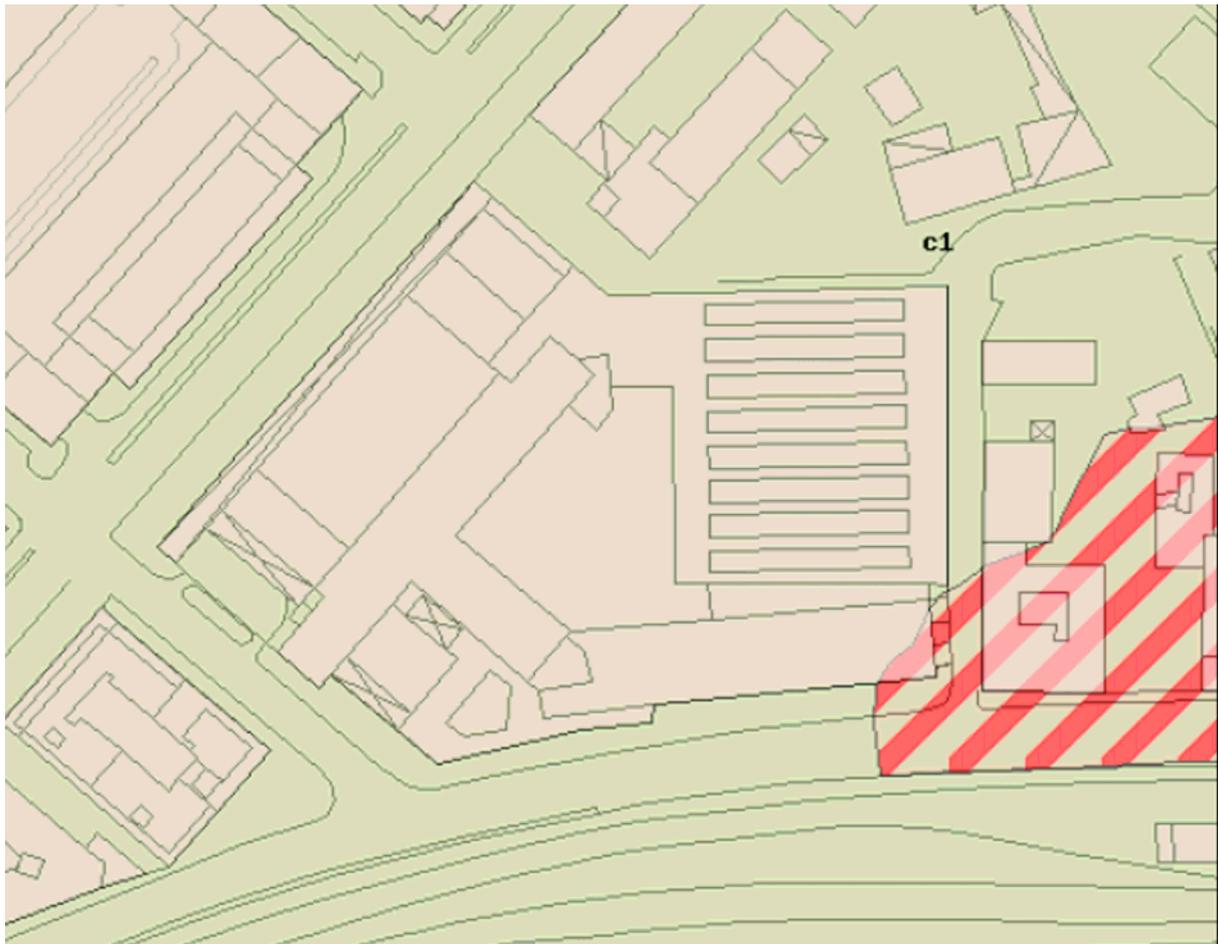
A seguito dell'incarico conferitoci è stata condotta un'indagine geologico-tecnica sui terreni sede dell'Istituto N. Sauro in fregio a Viale Italia nel Comune della Spezia al fine di classificare rispetto alle normative vigenti i terreni di fondazione dello stesso.

La zona interessata ricade nel Piano di bacino ambito 20 si sono andate a verificare le indicazioni dello stesso in merito alle aree inondabili .

Dalla cartografia allegata non risulta interessato da aree esondabili



Nella cartografia del Puc sulla suscettività d'uso la zona risulta classificata in parte c1a3 e in parte c1 pericolosità media suscettività condizionata (vedi stralcio seguente) .



Susceñbilit�		
Susceñbilit�		
 SUSCETTIBILITA' D'USO: argia - PERICOLOSITA' : bassa -	 SUSCETTIBILITA' D'USO: condizionata - PERICOLOSITA' : media	 SUSCETTIBILITA' D'USO: condizionata - PERICOLOSITA' : media
 CLASSE A	 CLASSE C3	 - CLASSE C1
 SUSCETTIBILITA' D'USO: condizionata - PERICOLOSITA' : media	 SUSCETTIBILITA' D'USO: condizionata - PERICOLOSITA' : media	 SUSCETTIBILITA' D'USO: condizionata - PERICOLOSITA' : media
 - CLASSE C1 CARATTERISTICHE: A3	 - CLASSE C2	 - CLASSE C2 CARATTERISTICHE: A3
 SUSCETTIBILITA' D'USO: condizionata - PERICOLOSITA' : media	 SUSCETTIBILITA' D'USO: limitata - PERICOLOSITA' : alta -	 Categorie
 - CLASSE C3	 CLASSE L	
 non esiste		

Saranno date le indicazioni rispetto alla Normativa tecnica per le costruzioni NTC (14.01.2008) in zona sismica e connessa classificazione sismica del territorio nazionale e la successiva deliberazione di ratifica della Giunta Regionale della Liguria considerando che il Comune della Spezia   stato classificato di 3A categoria .

## **2. METODOLOGIA E FINALITA' DELLO STUDIO**

La metodologia per l'espletamento delle indagini è stata articolata secondo le seguenti fasi:

- realizzazione di prove in campagna :
  - 1 stesa sismica masw
  - 3 prove penetrometriche dinamiche DPM
- analisi di 2 prove penetrometriche pesanti DPSH fornite dall'Amministrazione Provinciale effettuata in occasioni di lavori per la prevenzione incendi
- analisi dei risultati ottenuti dalla prove .
- classificazione del terreno

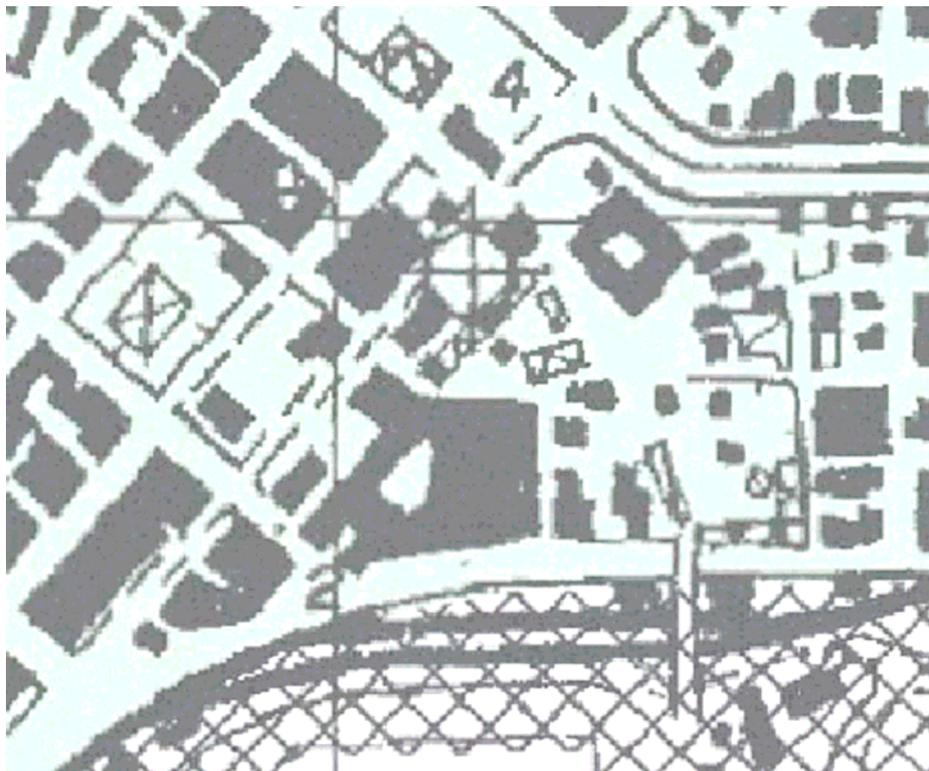
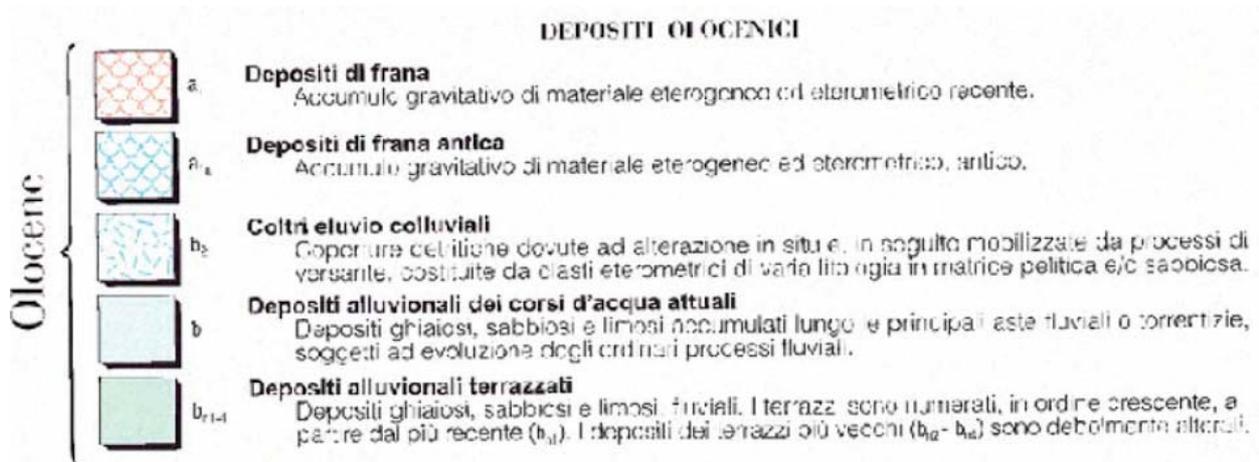
L'indagine così articolata è volta alla valutazione complessiva del terreno su cui è stato realizzato l'edificio per poter verificare in sede di preliminare le opere necessarie per l'adeguamento della struttura.

## **3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELL'AREA**

I sedimenti della piana di Spezia sono costituiti da depositi di origine marina ,fluviale e lacustre .

La componente marina è costituita da litofacies prevalentemente sabbiose con frazioni argillose e limose con scarsi ciottoli di natura calcarea o arenacea , i depositi fluviale sono caratterizzati da granulometria variabile da ghiaia ad argilla con ciottoli subarrotondati la componente lacustre è invece caratterizzata da sedimenti limo-sabbiosi argillosi con frequenti livelli torbosi.

Dalla carta geologica Sarzana tavoletta n 248.1 è stato fatto un estratto a scala 1:5.000



I terreni sono classificati come bn1 depositi alluvionali.

Per ricostruire la situazione litostratigrafica locale si sono effettuate una serie di indagini specifiche oltre a valutare il materiale messo a disposizione della Committenza.

La caratterizzazione dei terreni interessati dalle opere di fondazione viene ricavata dalle indagini significative a nostra disposizione che consistono in 2 prove penetrometriche dinamiche super pesanti, controllate con i risultati delle prove DPM e della MASW.

Dall'elaborazione delle prove che hanno raggiunto profondità maggiore rispetto alle altre si può ricostruire un modello geologico suddiviso nei seguenti strati:

<b>Strato A</b>	da 0.00 a 0.90 m	costituito da riporto sabbioso e ghiaioso
<b>Strato B</b>	da 0.90 –3.66 m	costituito da sabbia debolmente limosa
<b>Strato C</b>	da 3.66 a 5.80 m	costituito da limo e limo argilloso
<b>Strato D</b>	da 5.80 a 13.00 m	costituito da Sabbia limosa
<b>Strato E</b>	da 9.50 a 30.00 m	costituito da alternanze di sabbia limo argillosa con diverso grado di addensamento a seconda dei livelli e della prevalenza della frazione sabbiosa sull'argilla

Si precisa che l'orizzonte E è stato definito in funzione dei dati afferenti sondaggi eseguiti in aree marginali all'edificio in questione, necessita quindi di una specifica puntualizzazione in fase di studio successiva.

Il livello idrico della falda locale in una delle prove specificatamente eseguita (DPM 3) è stato intercettato alla quota di m 3.00 dal p.c.

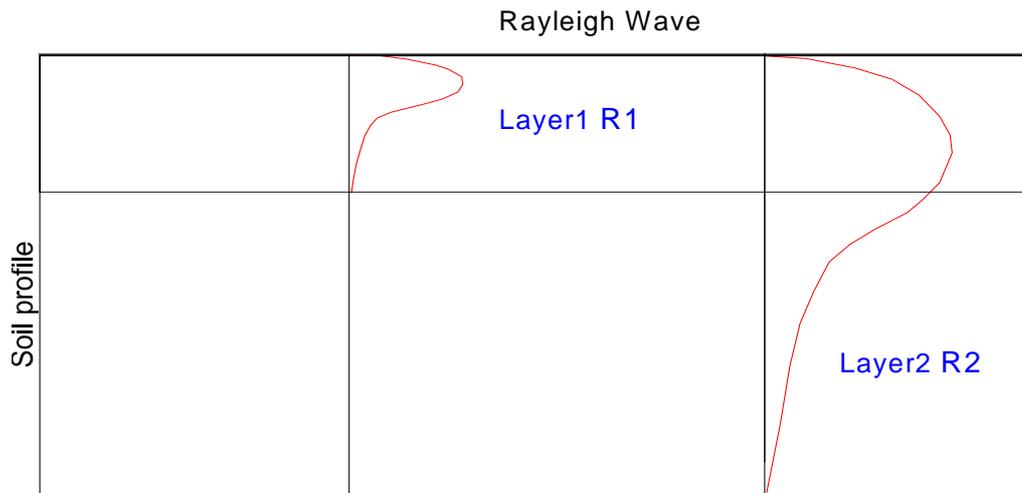
#### **4. INDAGINI DI MICROZONAZIONE SISMICA - (METODOLOGIA MASW)**

Le MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono una metodologia d'investigazione che permette di ricavare le velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$  dalla determinazione delle velocità delle onde superficiali.

La misura delle velocità delle onde superficiali viene calcolata grazie all'utilizzo di stendimenti di sensori posti in genere a distanze regolari sulla superficie del suolo da indagare.

La porzione che predomina nelle onde superficiali è costituita dalle onde di Rayleigh la cui velocità è correlata alla rigidezza e ai parametri elastici dei suoli attraversati.

E' importante tenere presente che nei mezzi stratificati le onde di Rayleigh sono dispersive cioè, le alte frequenze e quindi con lunghezze d'onda corta, si propagano prevalentemente negli strati più superficiali del terreno, invece le onde con lunghezze maggiori tendono a coinvolgere gli strati più profondi così come di seguito illustrato.



La metodologia MASW può essere sia *attiva* che *passiva* o la combinazione di entrambe. Nel sistema attivo le onde superficiali vengono generate in un punto noto in modo non casuale e vengono registrate da stendimenti lineari di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento di ricezione può essere sia lineare che circolare e si misura il rumore di fondo ambientale esistente.

Il metodo attivo è quello che meglio permette la classificazione sismica dei suoli perchè fornisce con un miglior dettaglio il profilo delle velocità sismiche nei primi 30 metri da piano campagna. Infatti si ottiene una curva dispersione per un range di frequenze normalmente comprese tra 5 e 70 Hz la cui propagazione avviene prevalentemente nella parte più superficiale del suolo in funzione anche delle sue caratteristiche elastiche.

Dall'utilizzo del metodo passivo invece si ottiene una maggiore investigazione in termini di profondità ma una minore risoluzione delle velocità degli strati, soprattutto quelli più superficiali.

La strumentazione geosismica utilizzata comprende:

- Sismografo Bison 9024 DIFP consente la rappresentazione degli impulsi sismici mediante stampa su carta termica e visualizzazione su PC tramite un apposito programma; le onde vengono registrate simultaneamente su 24 geofoni e risulta possibile sommare fra loro successivi impulsi sismici migliorando il rapporto fra segnale e rumore;
- Geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile che consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti che si verificano nel terreno, e relativo cavo di collegamento a 24 fili;
- Energizzazione con mazza battente o cannoncino minibang

La procedura elaborativa, che prevede l'utilizzo del programma è sinteticamente descrivibile nei passi seguenti.

- Acquisizione dei dati trasformazione in formato compatibile
- Immissione delle geometrie di acquisizione dati (sorgente – ricettori)
- (Encoding Field Geometry Field Setup)
- Generazione dell'immagine di dispersione (Analysis Dispersion Overtone)
- Estrazione della curva di dispersione (Curve extraction)
- Inversione (Analysis inversion)
- Estrazione del profilo delle velocità in onde S (S-Velocity Vs Profile)

In generale i sistemi di elaborazione dati prevedono una prima azione in cui si esegue il calcolo delle velocità di fase apparente sperimentale (curva di dispersione). Al termine della prima parte si passa al calcolo della velocità di fase apparente numerica corrispondente al modello di suolo assegnato attraverso una procedura manuale o automatica.

Infine si estrapola il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs.

Dai dati rilevati si riscontra che le Vs30 è di **346,04 m /s** pertanto i terreni sono classificati in categoria C.

Sono state effettuate inoltre le verifiche per la liquefazione dei terreni con il metodo di Andrus e Stokoe utilizzando i valori di VS30 ricavati dalla prova effettuata e data la natura dei terreni il rischio di liquefazione risulta molto basso.

## **5. PRESCRIZIONI PER LE FASI SUCCESSIVE DI LAVORO**

Con i dati recuperati si effettuerà una prima indicazione dei parametri geotecnici nella apposita relazione anche se una parametrizzazione di dettaglio potrà derivare solo dall'espletamento di ulteriori indagini in situ e laboratorio .

Individuati la tipologia fondazionale attuale ed i possibili interventi necessari alla messa in sicurezza degli edifici, dovranno essere verificate con opportune verticali in loco le condizioni

specifiche delle zone di fondazione di tali strutture con almeno delle prove penetrometriche statiche o dinamiche pesanti con l'eliminazione del riporto superficiale per avere un numero sufficiente di dati da poter analizzare secondo quanto prescritto dalla normativa in vigore.

**ALLEGATI:**

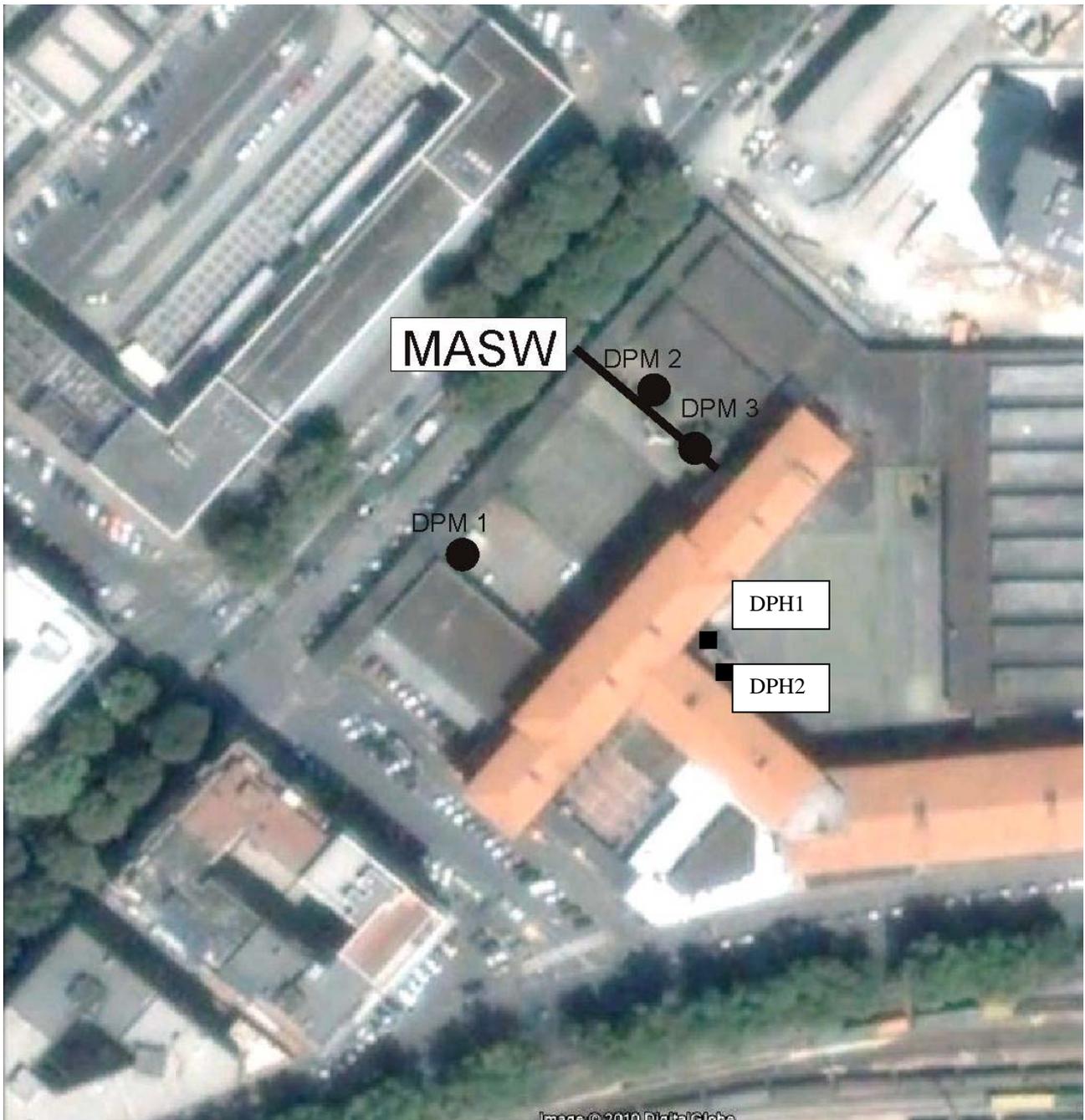
UBICAZIONE DELLE PROVE

ISTOGRAMMI PROVE DPSH DA BIBLIOGRAFIA

TABULATI MASW

TABULATI PROVE PENETROMETRICHE DPM

TABULATO SUSCETTIVITA' POTENZIALE ALLA LIQUEFAZIONE



———— MASW

● PROVA PENETROMETRICA MEDIA

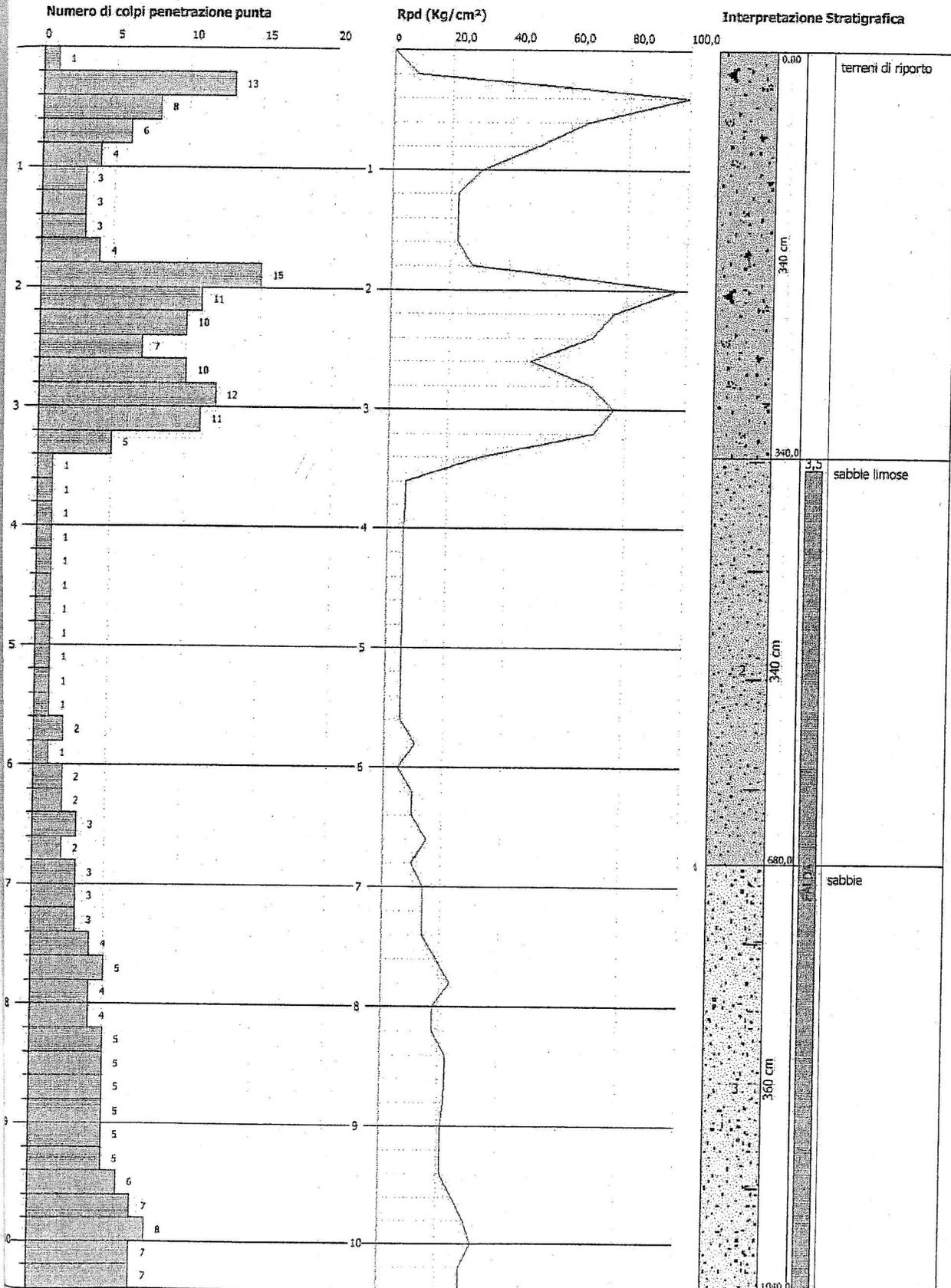
■ PROVA PENETROMETRICA PESANTE

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

Committente : dott. geol. roberta giorgi  
 Cantiere : la spezia  
 Località : istituto nautico

Data : 23/06/2004

Scala 1:50

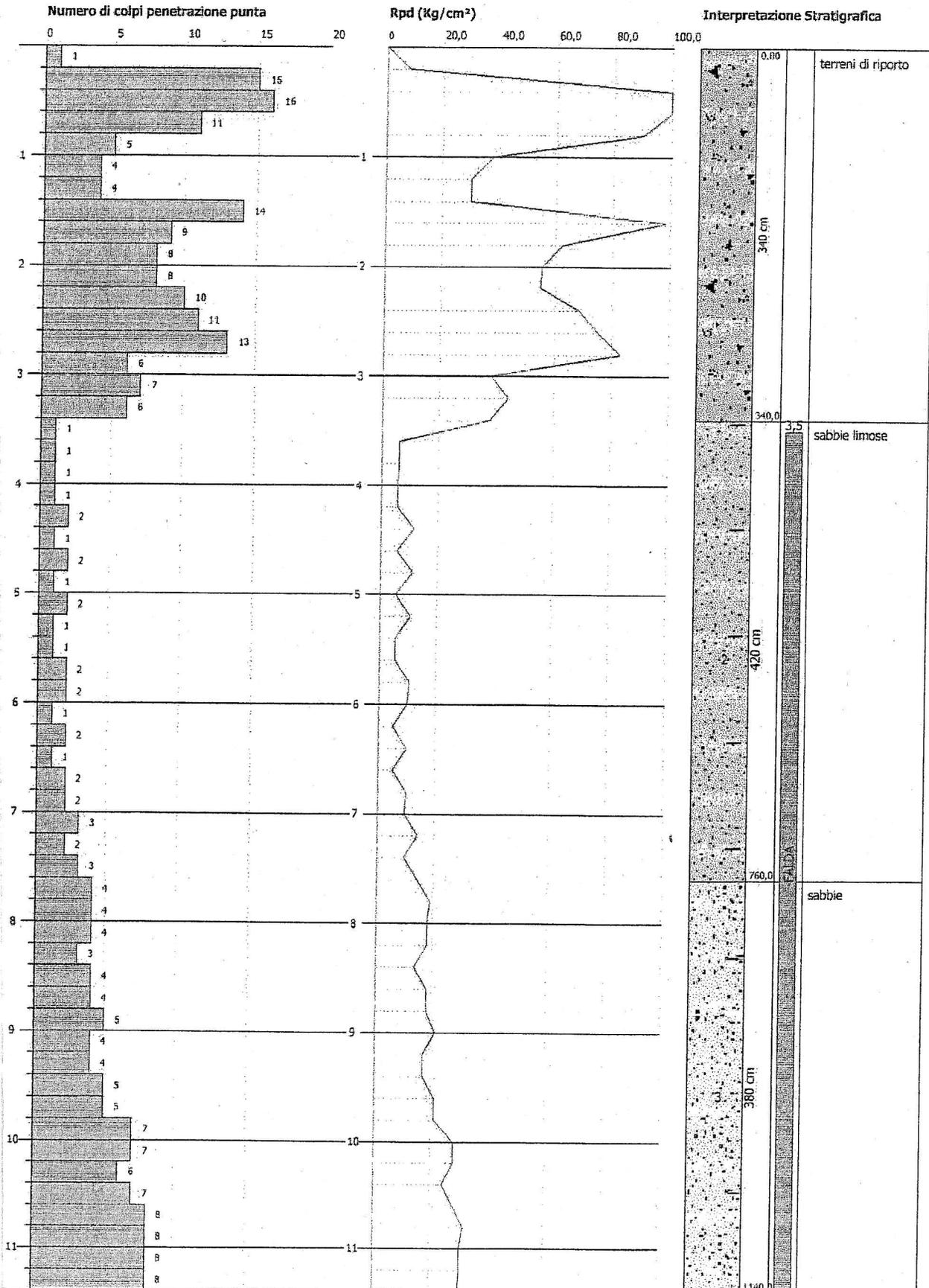


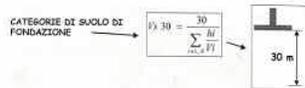
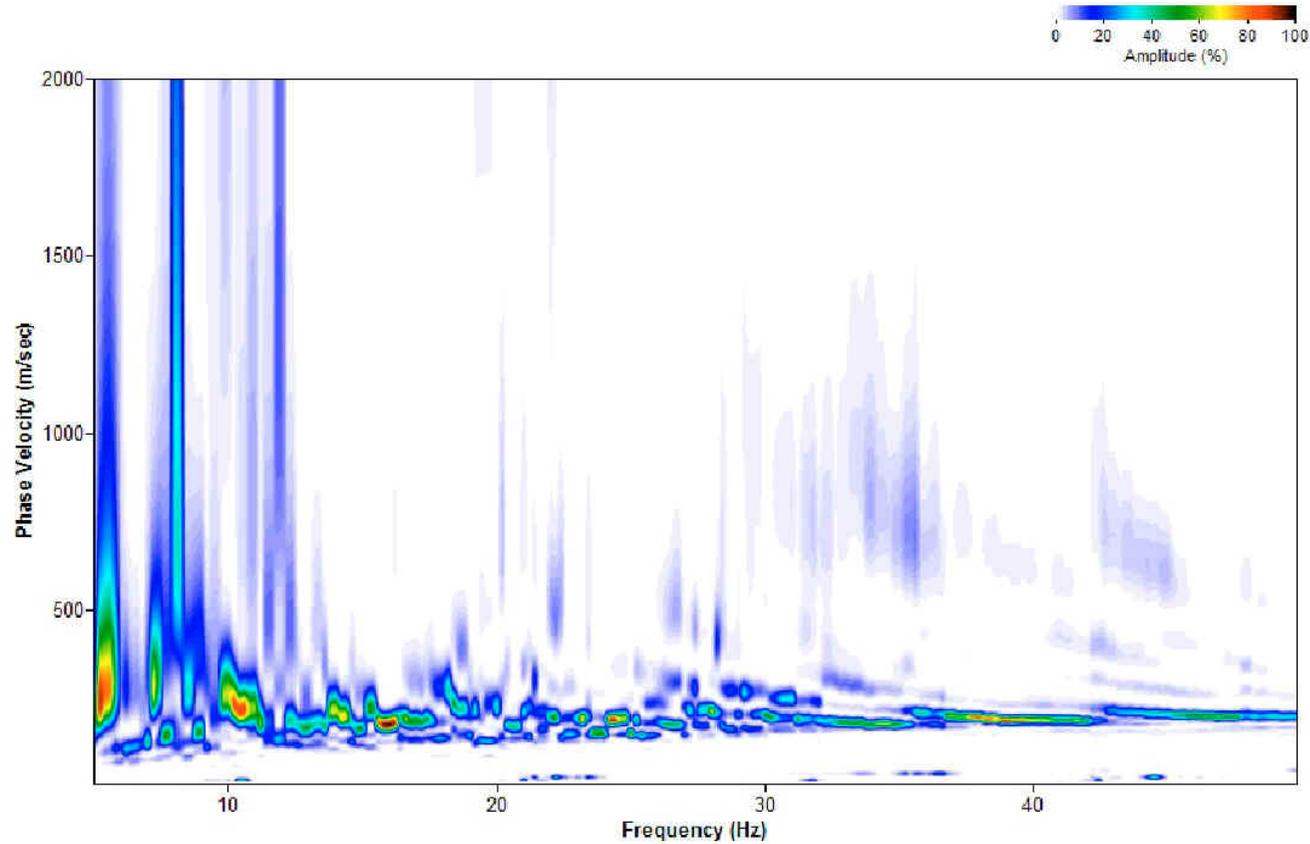
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : dott. geol. roberta giorgi  
 Cantiere : la spezia  
 Località : istituto nautico

Data :23/06/2004

Scala 1:53





Valore di  $V_{30}$  estrapolato = 346 m/s

Classe di appartenenza C secondo O.P.C.M. 3274/03

## INDAGINE GEOFISICA

Comune della Spezia

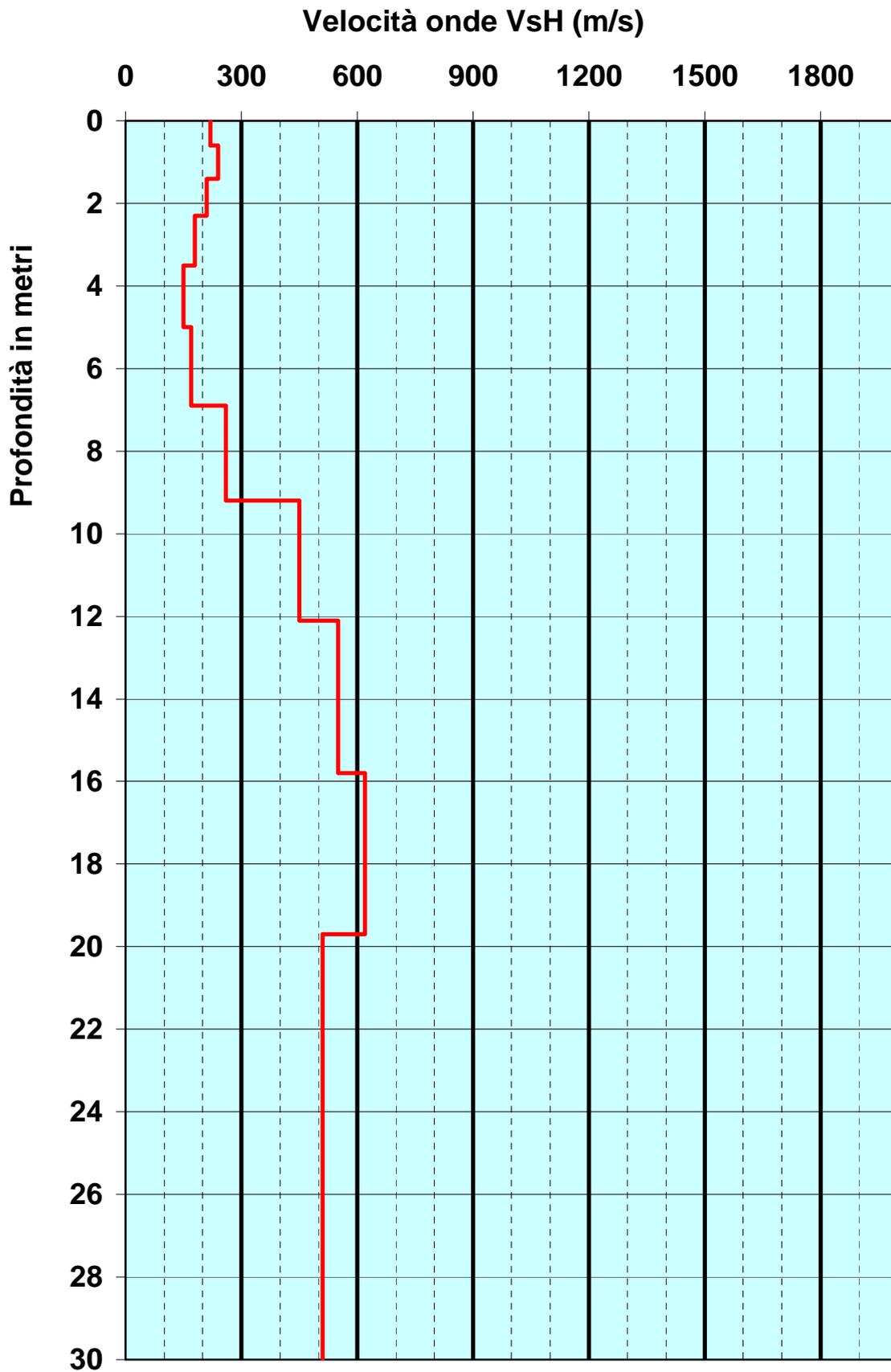
Istituto "N. SAURO"

Indagine per microzonazione sismica

Analisi del segnale acquisito

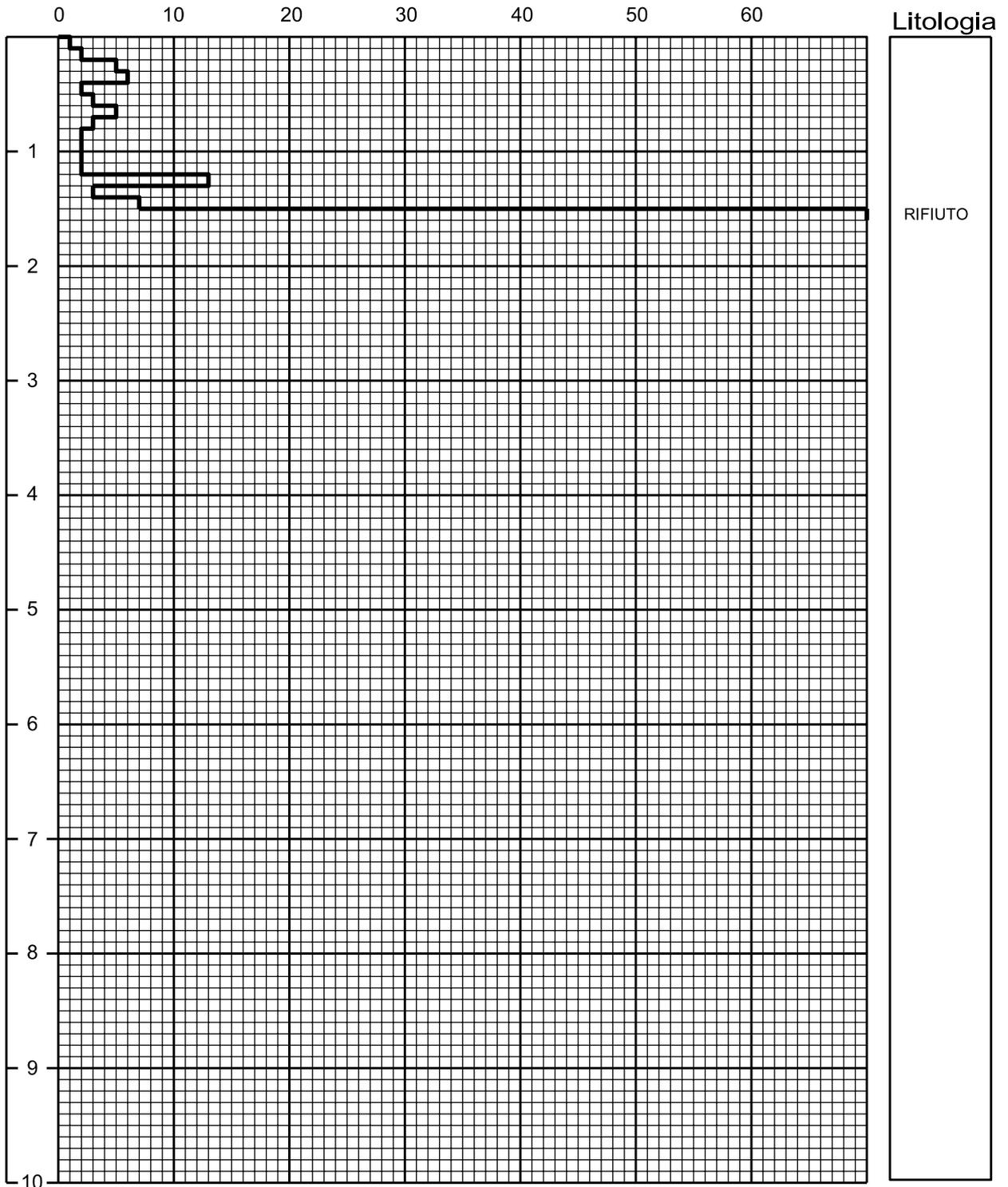
Aprile 2010

Comune della Spezia  
Istituto "N. SAURO"  
Prospezione Sismica MASW  
INTERPRETAZIONE  
Grafico della velocità sismica onde S



N DL030 ↗

# DYNAMIC - PENETROMETER TEST

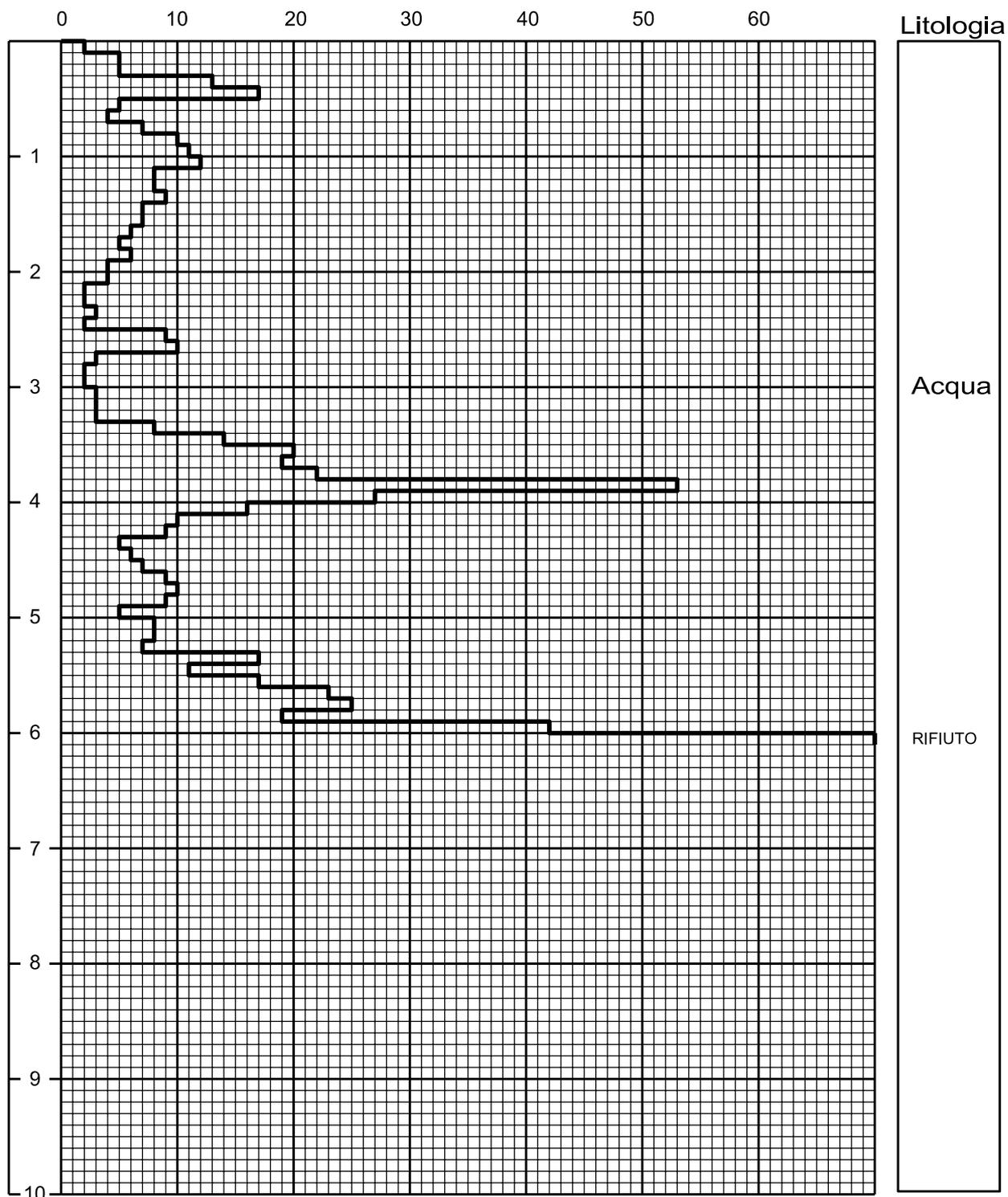


Note :

Committente	Provincia della Spezia	Cantiere	Istituto Nazario Sauro
Prova S.P.T. n	1	Data	2010
Quota Ass. P.C.		Operatore	

N DL030 ↗

# DYNAMIC - PENETROMETER TEST



Note :

Committente	Provincia della Spezia	Cantiere	Istituto Nazario Sauro
Prova S.P.T. n	3	Data	2010
Quota Ass. P.C.		Operatore	

## VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

METODO DI ANDRUS E STOKOE (1997)

### Sismica a rifrazione

Spessore [m]	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Vs [m/s]	$\sigma_{v0}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{v0}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	FC [%]	Vsl [m/s]	Vslc [m/s]
9,5	1900	200	1,81	0,86	20	208	210,00
2,5	1900	450	0,48	0,48	30	542	203,33
18	2100	500	3,78	1,98	20	422	210,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00
			0,00	0,00		0	0,00

R	T	FS
0,5728	0,0120	47,55
0,8771	0,0061	144,23
0,5266	0,0082	64,16
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00
0,0000	0,0000	0,00

Zona 3	$a_{max}$	0,15
--------	-----------	------

M	6,5
MSF	1,6036

Falda	3,00	[m]
-------	------	-----

- $\gamma$  Peso di volume terreno
- FC Percentuale di fine
- T sforzo tagliante indotto dal sisma
- R resistenza al taglio mobilitabile nello strato
- M Magnitudo del sisma di riferimento
- MSF Coefficiente correttivo
- $\sigma_v$  Tensione verticale
- $\sigma'_{v0}$  Tensione verticale efficace
- Vsl e Vslc Fattori correttivi

Il deposito è considerato non liquefacibile se **Fs** > 1.