Comune di Sarzana

PROVINCIA DELLA SPEZIA

Adeguamento statico-sismico
allo stato limite
di salvaguardia
della vita umana
ed attività connesse
del Complesso Scolastico
Parentucelli-Arzelà
sito in Piazza Ricchetti
Via dei Molini
nel Comune di Sarzana

Relazione geologica

ELABORATO: -

SCALA: -

Committente:
Provincia della Spezia
Settore Lavori Pubblici e Patrimonio

A cura di:
Dr. Geol. Matteo Angiolini

aprile 2011

Dr. Geol. Matteo Angiolini
Via A. Corradi, 1
19020 BEVERINO (SP)
Tel. 0187.883282
Cell. 347.1280686
e-mail: matteoangiolini@yahoo.it
C.F.: NGL MTT 78 E 15 E 46 3T
P.iva: 01214470112

I N D I C E

1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO 2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 2
3. LINEAMENTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI 3
4. STRUMENTI E METODOLOGIE D'INDAGINE 4
   - *4.1 Prova penetrometrica* 5
   - *4.2 Prova S.P.T. (Standard Penetration Test)* 5
   - *4.3 M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Wawes)* 5
5. STRATIGRAFIA 7
6. PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA 8
7. STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA 11
8. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI 13

ALLEGATI

Tav. 1 Ubicazione area d'intervento

Tav. 2 Carta geologica

Tav. 3 Carta idrogeologica

Tav. 4 Planimetria generale con ubicazione indagini geognostiche
e tracce di sezioni stratigrafiche interpretative

Tav. 5 Sezioni stratigrafiche interpretative

Parametri sismici

Stratigrafie sondaggi

Standard Penetration Test

Prove penetrometriche

Risultati indagine geofisica

Documentazione fotografica

1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

In riferimento all'incarico conferitomi è stato eseguito lo studio geologico sui terreni interessati dall'intervento: *"Adeguamento statico - sismico allo stato limite di salvaguardia della vita umana ed attività connesse del complesso scolastico Parentucelli - Arzelà".*

L'area, inquadrata in Tav. 1, non rientra, secondo la cartografia redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Magra, nell'ambito del progetto "Piano Stralcio Assetto Idrogeologico", tra le aree a pericolosità geomorfologica né tra quelle a pericolosità idraulica.

L'indagine è stata condotta in conformità alle norme vigenti:

- D. M. 11/03/88 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";*
- D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le costruzioni";
- D.G.R. n. 1308 del 24/10/2008: "O. P. C. M. n. 3519/2006 Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria" che ha inserito il Comune di Sarzana in zona sismica 3A;

al fine di verificare la compatibilità dell'intervento di progetto con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area, per definire i parametri geotecnici e sismici del terreno e per adempiere alle autorizzazioni richieste.

La metodologia d'indagine è stata sviluppata attraverso le seguenti fasi:

- raccolta di dati bibliografici di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico relativi l'area di intervento;
- rilevamento geologico di dettaglio, geomorfologico ed idrogeologico di superficie;
- esecuzione di n° 4 prove penetrometriche dinamiche;
- esecuzione di n° 1 indagine geofisica tipo M. A. S. W;
- raccolta dati geologico stratigrafici estrapolati da una campagna geognostica effettuata sul sedime di edificazione del fabbricato oggetto intervento, a disposizione della committenza ed effettuata nel novembre del 1980;
- ricerca ed acquisizione dei parametri geotecnici e sismici dei terreni da letteratura tecnica;
- analisi comparata dei dati raccolti e prescrizioni di intervento.

Per la stesura del presente rapporto è stato necessario realizzare i sotto elencati elaborati di base:

Tav. 1 Ubicazione area d'intervento

Tav. 2 Carta geologica

Tav. 3 Carta idrogeologica

Tav. 4 Planimetria generale con ubicazione indagini geognostiche
e tracce di sezioni stratigrafiche interpretative

Tav. 5 Sezioni stratigrafiche interpretative

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona di intervento si colloca in Piazza Ricchetti, Via dei Mulini, nel Comune di Sarzana, in sinistra orografica del Torrente Calcandola, compresa tra il torrente Clacandola stesso a nord ovest, il Canale Lunense sud ovest ed il Fosso Rigoletto ad est, alla quota di circa 30m s.l.m.

Dal punto di vista cartografico ricade nell'elemento n°248082 "Sarzana" della Carta Tecnica Regionale della Liguria in scala 1:5.000.

3. LINEAMENTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

L'area di intervento è inserita nel Bacino del Fiume Magra che dal punto di vista geologico strutturale può essere considerato come una grande depressione tettonica (graben) formatasi a seguito di diverse fasi tettogenetiche dove ad una prima fase a carattere compressivo, iniziata nel Cretacico e terminata all'incirca nel Tortoniano e responsabile della strutturazione della catena appenninica, ha fatto seguito, a partire dal Miocene superiore, una fase distensiva che ha portato alla formazione della depressione della Val di Magra, subsidente rispetto alle aree circostanti rappresentate dagli Horst.

La valle è progressivamente più ampia da monte alla foce ed il Magra è migrato progressivamente da est, dove ha depositato estese e potenti successioni di sedimenti, spesso terrazzati, ad ovest.

Sulla base di tale ricostruzione sommaria della storia evolutiva del bacino del Fiume Magra, nell'ambito delle opere in progetto (c. f. r. Tav. 2) si distinguono depositi alluvionali riferibili al Miocene superiore - Pleistocene che la recente bibliografia accomuna al Bacino di Sarzana ed in particolare al sub sintema di Ceparana (BVM3), costituito da: conglomerati con diametro massimo fino a quindici centimetri in strati lenticolari a base erosiva di spessore decimetrico – metrico, massici o grossolanamente gradati, sabbie medio grossolane massicce, limi massicci moderatamente alterati e caratterizzati al tetto dell'unità ciottoli di diametro decimetrico in strati lenticolari, ghiaie eterometriche con sabbie medio grossolane e limi di composizione generalmente poligenica (Abbate 2004).

Il contesto geomorfologico è determinato dall'effetto dell'attività deposizionale del Fiume Magra nonché da lenti deformazioni tettoniche e da massicci interventi antropici.

L'area è caratterizzato da superfici sub pianeggianti, tipiche delle piane alluvionali, disposte su vari ordini di terrazzi fluviali impostati a quote gradualmente superiori e di età via via più antica allontanandosi dall'asse dei corsi d'acqua; tuttavia, nell'intorno dell'area in oggetto, le attività dell'uomo, volte alla bonifica agraria dei terreni e al livellamento generale delle superfici, congiuntamente alla realizzazione di infrastrutture rendono localmente difficilmente riconoscibili le evidenze geomorfologiche che contrassegnavano originariamente la zona.

Circa la stabilità dei luoghi, non si evidenziano fenomeni di degrado geomorfologico e data la morfologia pianeggiate si può affermare che la zona è stabile.

Il sistema idrologico dell'area è dominato dal Torrente Calcandola (affluente di sinistra del Fiume Magra) che scorre ad ovest dell'area di intervento in un alveo a canale singolo, delimitato da argini artificiali, che riceve le acque di tutti gli impluvi secondari spesso con corso antropizzato.

Da un punto di vista idrogeologico (c. f. r. Tav. 3), la natura litologica dei terreni presuppone una permeabilità medio - alta per porosità in funzione del grado di addensamento e distribuzione granulometrica dei sedimenti che la compongono.

Tali depositi sono sede di una probabile falda idrica alimentata dalle acque di precipitazione che si infiltrano nel terreno e da quelle dei corsi d'acqua provenienti da monte.

Dai sondaggi a carotaggio continuo, dalle prove penetrometriche effettuate e dalla misura diretta su un tubo piezometrico (tipo tubo aperto utilizzato per terreni prevalentemente granulari) presente all'interno dell'area di indagine, è stato possibile estrapolare i seguenti valori di soggiacenza espressi in tabella.

Tipo di misura	Profondità falda m da p.c.	Data di misura
S1	1,20	13/11/1980
S2	1,80	21/11/1980
S3	3,20	16/11/1980
S4	3,10	21/11/1980
S5	3,00	20/11/1980
S6	3,25	17/11/1980
DPSH01	3,0	13/09/2010
DPSH02	3,8	13/09/2010
DPSH03	3,0	13/09/2010
DPSH04	Non rilevata	13/09/2010
PZ1	3,8	13/09/2010

tab. 3. 1 Livelli falda

4. STRUMENTI E METODOLOGIE D'INDAGINE

Per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e sismiche dei terreni interessati dal progetto è stata programmata una specifica campagna d'indagine costituita da :

- N°4 prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH01, DPSH02, DPSH03, DPSH04) spinte fino alla profondità di rifiuto all'avanzamento della punta strumentale, da imputare alla presenza di trovanti di notevoli dimensioni o a orizzonti di ciottoli o ghiaie particolarmente addensate e rispettivamente alle profondità di: 12,0(DPSH01) – 12,2(DPSH02) – 11.8(DPSH03) – 13,40(DPSH04)m da piano campagna.
- n°1 indagine geofisica tipo M. A. S. W.

Vi è da specificare che le prove penetrometriche sono state posizionate compatibilmente alla presenza di sottoservizi.

Sono stati inoltre consultati i risultati ottenuti da una campagna geognostica effettuata nel novembre del 1980, messa a disposizione dalla committenza e costituita da N° 6 sondaggi a carotaggio continuo (S1 - S6), spinti rispettivamente alle seguenti profondità da piano campagna:

15,60(S1), 15,75(S2), 18,95(S3), 15,10(S4), 19,10(S5), 15,95(S6)m con relative prove S. P. T. in foro; complessivamente sono state esaminate N°88 S. P. T.

Per l'esatta ubicazione delle prove si rimanda alla Tav. 4.

4.1 Prova penetrometrica

Questa prova consiste nel far penetrare nel terreno una punta conica collegata ad una batteria d'aste mediante caduta di un maglio.

Il penetrometro utilizzato, che presenta le caratteristiche menzionate nella seguente tabella, può essere classificato tra quelli dinamici super pesanti.

Caratteristiche	**DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**
Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta della massa battente	75 cm
Peso singola asta	6,3 Kg/m
Angolo punta conica	60 °
Diametro punta conica	54,46 mm
Area di base	20 cm^2
Tratto avanzamento per rilievo n° colpi (N_{20})	20 cm

tab. 4. 1 Principali caratteristiche del penetrometro dinamico super pesante (DPSH)

Il dato fornito dallo strumento impiegato, che viene espresso dal numero di colpi del maglio per l'avanzamento di 20 cm (N_{20}), definisce la resistenza offerta dal terreno alla penetrazione della punta ed è direttamente correlabile con il N_{spt} mediante il seguente rapporto: $N_{spt} = 1{,}504\ N_{20.}$

4.2 Prova S.P.T. (Standard Penetration Test)

Le prove SPT si effettuano all'interno delle verticali di sondaggio su sedimenti sabbiosi e ghiaiosi.

La prova consiste nel misurare il numero di colpi necessari per far penetrare di 30cm, nel terreno vergine, dopo una penetrazione preliminare di 15cm, un campionatore oppure una punta conica di dimensioni standard, collegati alla superficie mediante una batteria d'aste sulle quali agisce un maglio del peso di 63,5Kg, che cade liberamente da un'altezza di 0,76m.

Per l'esecuzione, si procede all'infissione preliminare di 15cm, contando i colpi necessari fino ad un massimo di 50, successivamente si procede all'infissione vera e propria per un tratto di 30cm, rilevando il numero di colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di 15cm.

Il valore S.P.T. è la somma dei colpi misurati in questi ultimi 30cm.

La prova viene sospesa quando il numero di colpi N S.P.T. per un tratto di 15cm supera il valore 50, in tal caso si annota rifiuto da parte del terreno.

4.3 M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Wawes)

Lo scopo di queste indagini è quello di valutare la risposta sismica del suolo oggetto di studio ai fini di una corretta microzonazione sismica locale.

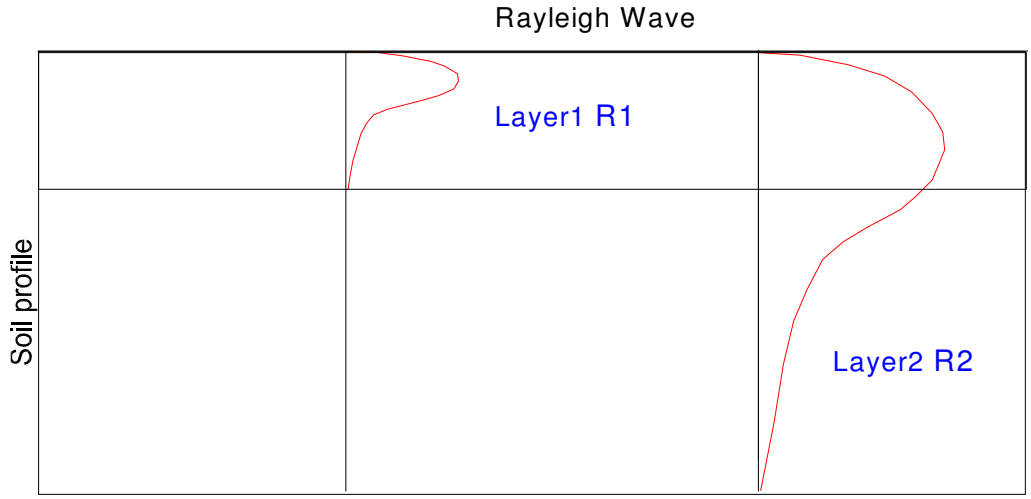
Le indagini geofisiche realizzate si sono avvalse di prove di caratterizzazione basate sulla propagazione di onde sismiche superficiali mediante metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Wawes).

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

La misura delle velocità delle onde superficiali viene calcolata grazie all'utilizzo di stendimenti di sensori (geofoni) posti 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: le alte frequenze e quindi con lunghezze d'onda corta si propagano prevalentemente negli strati più superficiali del terreno mentre le onde con lunghezze maggiori tendono a coinvolgere gli strati più profondi così come di seguito illustrato.



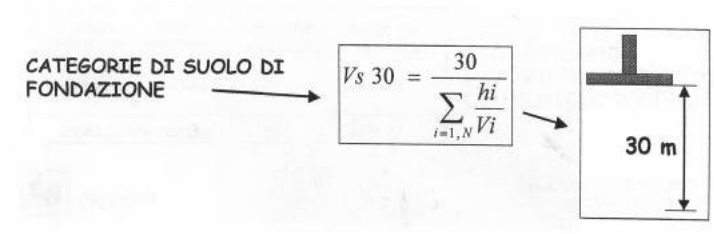
La metodologia utilizzata permette una migliore classificazione sismica dei suoli rispetto a quelli passivi perchè fornisce con un miglior dettaglio il profilo delle velocità sismiche nei primi 30m da piano campagna; si ottiene infatti una curva dispersione per un range di frequenze normalmente comprese tra 5 e 70 Hz, la cui propagazione avviene prevalentemente nella parte più superficiale del suolo in funzione anche delle sue caratteristiche elastiche.

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), una seconda, successiva alla prima, dove 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, dal modello stratigrafico espresso tramite il profilo di velocità Vs.

I risultati ottenuti sono riportati nell'allegato "*Risultati indagine geofisica"*, dove viene ricostruito il profilo di velocità in onde S per la classificazione sismica del suolo di progetto alle varie profondità.

Dai valori delle velocità sismiche delle onde di taglio calcolate e riportate, è possibile valutare anche il valore di Vs30 calcolato direttamente in sito secondo la formula sotto esplicitata.



Il parametro Vs30 si è mostrato pari a 411m/s compreso nella **categoria B** dei suoli di fondazione (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).

5. STRATIGRAFIA

Sulla base delle osservazioni geologico – morfologiche, delle indagini eseguite in sito e di quelle pregresse a disposizione, si distingue una potente successione di depositi alluvionali che poggiano su un substrato litoide più rigido.

Entrando nel dettaglio sono stati distinti due livelli litostratigrafici denominati: Livello A e Livello B.

Livello A: si sviluppa da piano campagna fino ad una profondità compresa tra 8,8 ad oltre 19,1m dal piano campagna stesso; costituisce un insieme di sedimenti da poco addensati a addensati, sabbioso limosi marroni con passate di ghiaie calcaree ed arenacee e limi argillosi.

Si distingue, in corrispondenza della prova penetrometrica DPSH04 e dei sondaggi a carotaggio continuo S5 e S6, ad un intervallo di profondità compreso tra 9,1 e 10.4m da piano campagna, un orizzonte denominato: sottolivello A' costituito da limi argillosi consistenti.

Livello B: si estende inferiormente al Livello A fino a profondità superiori a 18.9m da piano campagna; è formato da ghiaie e sabbie, da moderatamente a molto addensate, in matrice limosa con lenti limo argillose.

Questo livello non è stato distinto nei sondaggi S5 e S6.

Nelle tabelle seguenti vengono proposti gli scenari litologico stratigrafici riconosciuti sulle singole verticali delle indagini penetrometriche.

DPSH01		
LIVELLI	**Profondità m da p.c.**	**Descrizione**
Livello A	0,0 – 8,8	Sabbia limosa localmente ghiaiosa moderatamente addensata
Livello B	8,8 – 12,0	Ghiaia con sabbia addensata

Tabella 5.1 Descrizione dei livelli individuati con la prova DPSH 01

DPSH02		
LIVELLI	**Profondità m da p.c.**	**Descrizione**
Livello A	0,0 – 10,6	Sabbia limosa localmente ghiaiosa poco addensata
Livello B	10,6 – 12,2	Ghiaia con sabbia addensata

Tabella 5.2 Descrizione dei livelli individuati con la prova DPSH 02

DPSH03		
LIVELLI	**Profondità m da p.c.**	**Descrizione**
Livello A	0,0 – 10,6	Sabbia limosa localmente ghiaiosa poco addensata
Livello B	10,6 – 11,8	Ghiaia con sabbia addensata

Tabella 5.3 Descrizione dei livelli individuati con la prova DPSH 03

DPSH04		
LIVELLI	**Profondità m da p.c.**	**Descrizione**
Livello A	0,0 – 12,8	Sabbia limosa localmente ghiaiosa poco addensata
Sottolivello A'	9,8 –10,4	Limo argilloso consistente
Livello B	12,8 – 13,4	Ghiaia con sabbia addensata

Tabella 5.4 Descrizione dei livelli individuati con la prova DPSH 04

6. PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel presente capitolo vengono proposti i parametri geotecnici dei terreni investigati da utilizzare per la verifica di stabilità delle fondazioni.

La parametrizzazione geotecnica, per quanto riguarda i terreni detritici superficiali, è stata estrapolata, oltre che da informazioni e riferimenti bibliografici inerenti terreni affini a quelli indagati, dalle interpretazioni dei risultati delle prove penetrometriche ed S.P.T. effettuate ed elaborate sulla base di correlazioni note in letteratura geotecnica, per una più dettagliata ed esauriente analisi dei risultati ottenuti sulle singole verticali di sondaggio si rimanda agli allegati: "prove penetrometriche" e "Standard Penetration Test".

Sono di seguito indicate le correlazioni di riferimento utilizzate per definire i parametri geotecnici sulla base dei valori registrati:

Terreni prevalentemente coesivi:

φ	(angolo d'attrito interno)	: non considerata a favore di sicurezza
Cu	(Coesione)	: Sanglerat
γ	(Peso di volume)	: Meyerhof ed altri
γs	(Peso di volume saturo)	: Bowles (1982); Terzaghi-Peck (1948-1967)
Ey	(Modulo elastico)	: D'Appolonia
M	(Modulo edometrico)	: Stroud e Butler (1975)

Terreni prevalentemente incoerenti

Dr	(densità relativa)	: Schultze & Menzenbach (1961)
φ	(angolo d'attrito interno)	: Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)
C	(Coesione)	: non considerata a favore di sicurezza
γ	(Peso di volume)	: Meyerhof ed altri
γs	(Peso di volume saturo)	: Terzaghi-Peck (1948-1967)
Ey	(Modulo elastico)	: Schultze-Menzenbach
M	(Modulo edometrico)	: Begemann (1974).

Va precisato che, in merito ai parametri di resistenza al taglio dei terreni investigati, non essendo possibile con il tipo di prove eseguite, determinare la quotaparte dovuta alla coesione e quella dovuta all'angolo d'attrito, parametri entrambi presenti nei terreni in questione, si è ipotizzato, per una migliore schematizzazione del problema, che i livelli litostratigrafici A e B riconosciuti manifestino un comportamento prevalentemente incoerente (C=0) mentre il sottolivello A' prevalentemente coesivo (φ=0).

Dai dati ricavati è possibile proporre i seguenti parametri geotecnici medi:

Livello A

Dr	=	57,04	%
γ	=	19,31	KN/m^3
γs	=	20,39	KN/m^3
φ (assunto)	=	33	°
C	=	0	KPa
Ey	=	24,25	Mpa
M	=	7,57	Mpa.

Sottolivello A'

γ	=	19,81	KN/m^3
φ	=	0	°
Cu	=	146,02	KPa
Ey	=	11,68	Mpa
M	=	5,36	Mpa.

Livello B

Dr	=	57,84	%
γ	=	21,38	KN/m^3
γs	=	22,01	KN/m^3
φ	=	37	°
C (assunto)	=	0	Kpa
Ey	=	41,84	MPa
M	=	10,32	MPa.

I parametri geotecnici minimi ottenuti sono invece i seguenti:

Livello A

Dr	=	52,33	%
γ	=	15,49	KN/m^3
γs	=	16,52	KN/m^3
φ (assunto)	=	29	°
C	=	0	KPa
Ey	=	7,53	Mpa
M	=	3,90	Mpa.

Sottolivello A'

γ	=	19,81	KN/m^3
φ =	0	°	
Cu	=	146,02	KPa
Ey	=	11,68	Mpa
M	=	5,36	Mpa.

Livello B

Dr	=	50,02	%
γ	=	18,83	KN/m^3
γs	=	20,12	KN/m^3
φ	=	34	°
C (assunto)	=	0	Kpa
Ey	=	27,27	MPa
M	=	7,43	MPa.

La distribuzione e la frequenza nei vari orizzonti litostratigrafici riconosciuti ha consentito l'approccio statistico per determinare il valore caratteristico Vk dei parametri di resistenza al taglio e compressibilità.

In particolare, per i parametri relativi alla: resistenza al taglio, al peso di volume e alla densità relativa, è stato utilizzato il frattile del 5% (valore che ha solo il 5% di probabilità di essere minorato) derivante dalla formula: $Vk = Vm*[1-1,645*(\sigma/ Vm)]$

Ove:

- Vk : Valore caratteristico della resistenza
- Vm : Valore medio del parametro di resistenza considerato
- -1,645 : Coefficiente valido per il 5% percentile di una distribuzione gaussiana
- σ : Deviazione standard del campione.

Per quanto riguarda il modulo elastico ed edometrico, è stato utilizzato il frattile del 50% (mediana dei valori ottenuti), da questo si consegue pertanto:

Livello A

Dr	=	52,80	%
γ	=	16,74	KN/m^3
γs	=	18,19	KN/m^3
φ (assunto)	=	29	°
C	=	0	KPa
Ey	=	23,75	Mpa
M	=	6,92	Mpa.

Sottolivello A'

γ	=	19,81	KN/m^3
φ	=	0	°
Cu	=	146,02	KPa
Ey	=	11,68	Mpa
M	=	5,36	Mpa.

Livello B

Dr	=	54,02	%
γ	=	19,89	KN/m^3
γs	=	20,58	KN/m^3
φ	=	32	°
C (assunto)	=	0	Kpa
Ey	=	36,73	MPa
M	=	9,07	MPa.

7. STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

La nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria con l' O. P. C. M. n. 3519/2006 del 24/10/2008 è stata formulata sulla base di studi del Servizio Sismico Nazionale (SSN), del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (GNDT) e dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), partendo da osservazioni oggettive di carattere scientifico.

Alla luce di quanto sopra il territorio regionale della Liguria è stato distinto in 4 zone con livelli decrescenti di pericolosità sismica in relazione a 4 differenti valori di accelerazione orizzontale (ag/g) d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico e a 4 differenti valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag/g).

Nella tabella illustrativa seguente vengono indicate le Zone sismiche con associati i valori di accelerazione orizzontale.

ZONA	Pga
3 S	0,180g
3 A	0,150g
3 B	0,100g
4	0,050g

Tabella illustrativa

Il Comune di Sarzana secondo quanto indicato nel D. G. R. n. 1308 del 24/10/2008 "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria" viene inserito in **Zona sismica 3 A con conseguente pga=0,150g** (cfr. fig. 7.1).

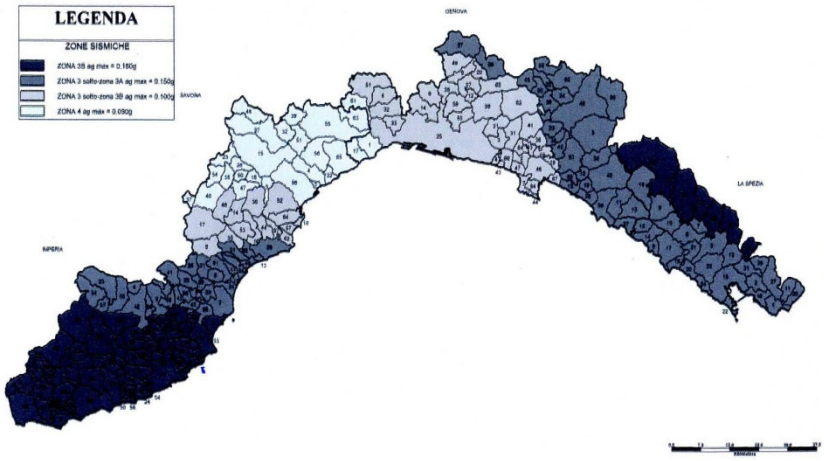


Fig. 7.1: O. P. C. M. 3519/2006 "Nuova classificazione sismica della Regione Liguria"

Con riferimento a quanto riportato nel D.M. 14 gennaio 2008 recante "Norme tecniche per le costruzioni", ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, viene prevista la suddivisione del suolo di fondazione nelle seguenti categorie:

a) Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m.

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 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).

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 Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,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 Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,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 Vs > 800 m/s).

La classificazione sismica del suolo di fondazione deve riguardare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento, (bedrock) ovvero quello presente ad una profondità commisurata all'estensione ed all'importanza dell'opera.

Nel presente caso il terreno potrà essere inserito, sulla base dell'indagine M. A. S. W. effettuata, in **categoria 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 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).

Circa le condizioni topografiche, il sito può essere inserito in categoria T1 (superficie pianeggiante, Pendii e rilievi isolati con inclinazione media i≤15°) con valori del coefficiente di amplificazione topografica ST pari a 1,0.

Per quanto riguarda il fenomeno della liquefazione dei terreni, che porta ad una brusca riduzione della resistenza al taglio, a causa delle sovrappressioni interstiziali indotte a seguito di sollecitazione sismica, i terreni dovranno presentare particolari caratteristiche.

Il fuso granulometrico, ricavato da studi sperimentali, all'interno del quale i terreni vengono indicati come potenzialmente soggetti a liquefazione, è quello individuato nelle sabbie fini monogranulari sature a bassa densità relativa.

Per fornire una stima sulla vulnerabilità dei terreni alla liquefazione è stato adottato il criterio di valutazione proposto da Sherif e Ishibashi (1978) che ammette che si possano verificare fenomeni di liquefazione solo nei livelli che presentino le seguenti caratteristiche:

- siano costituiti da sabbie o sabbie limose;
- si trovino sotto il livello statico della falda;
- gli strati di copertura non abbiano spessore maggiore di 3 m.

Dal momento che tali condizioni non sono verificate si ritiene improbabile la possibilità che avvengano fenomeni di liquefazione.

Per la determinazione dei parametri sismici è stato necessario conoscere:

- le coordinate geografiche delle opere da verificare:
  latitudine: 44,117052; longitudine: 9,965081
- la classe d'uso: 3
- la vita nominale dell'edificio: 50 anni
- la categoria topografica: T1; ST=1,0
- la categoria di suolo: B

Sfruttando il Software, GeoStru PS Parametri sismici, messo a disposizione in rete dalla GeoStru si è ottenuto in dettaglio quanto riportato in allegato "Parametri Sismici".

8. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

Nell'area pianeggiante non sono presenti né prevedibili disseti geomorfologici.

Le indagini geognostiche hanno evidenziato una situazione litologico stratigrafica, caratterizzata da sabbia limosa con passate di ghiaie calcaree ed arenacee e limi argillosi (Livello A) a cui seguono ghiaie e sabbie in matrice limosa con lenti limo argillose (Livello B).

All'interno del Livello A, si distingue inoltre una lente limo argillosa consistente (sottolivello A').

Il livello A, da poco addensato a addensato, è caratterizzato da discreti valori di resistenza al taglio e modulo di deformazione, il Livello B, addensato, da buoni parametri geotecnici.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici i terreni in questione, permeabili per porosità, sono sede di una falda freatica con livello di minimo di soggiacenza rilevato pari a 1,2m.

Dal punto di vista sismico, tenendo conto della zona di appartenenza del Comune di Sarzana (zona 3A), a cui è associata una accelerazione massima al bedrock di 0,150g, si ritiene che la potenzialità alla liquefazione sia ridotta; è possibile inserire inoltre il suolo di fondazione in categoria B con coefficiente di amplificazione topografica di sito, ST, pari a 1,0.

Sulla base delle indagini esperite nell'area e presa visione delle opere in progetto è possibile valutare positivamente la fattibilità geologica dell'intervento; appare tuttavia necessario indicare quanto segue.

Al fine di eliminare ogni possibilità di deterioramento delle caratteristiche geotecniche dei litotipi presenti si dovrà provvedere ad una attenta regimazione delle acque superficiali gravanti sull'area ed allontanare gli scarichi dei pluviali (delle nuove e vecchie coperture) sino a conferirli nelle rete delle acque bianche o comunque non permettendo lo sversamento diretto nel terreno.

Di eguale importanza è il controllo delle linee di scarico (acque nere) onde evitare, anche in questo caso, che eventuali perdite possano accelerare il dilavamento dei terreni.

Dovrà essere garantita inoltre, per la tutela della falda superficiale, una corretta gestione dei cantieri evitando la percolazione nel sottosuolo di materiali potenzialmente inquinanti (oli dei mezzi d'opera, particolari miscele cementizie ecc.).

In fase di esecuzione dei lavori tutti gli interventi dovranno essere attentamente verificati e adattati alle situazioni che dovessero risultare difformi da quanto previsto, così come prescritto al punto B2 del D.M. 11/3/88: "La validità delle ipotesi di progetto dovrà essere controllata durante le fasi di costruzione considerando oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti da misure e osservazioni nel corso dei lavori, per adeguare, eventualmente, l'opera alle situazioni riscontrate".

Dr. Geol. Matteo Angiolini

Comune di Sarzana

PROVINCIA DELLA SPEZIA

Adeguamento statico-sismico
allo stato limite
di salvaguardia
della vita umana
ed attività connesse
del Complesso Scolastico
Parentucelli-Arzelà
sito in Piazza Ricchetti
Via dei Molini
nel Comune di Sarzana

Allegati

ELABORATO:
-

SCALA:
-

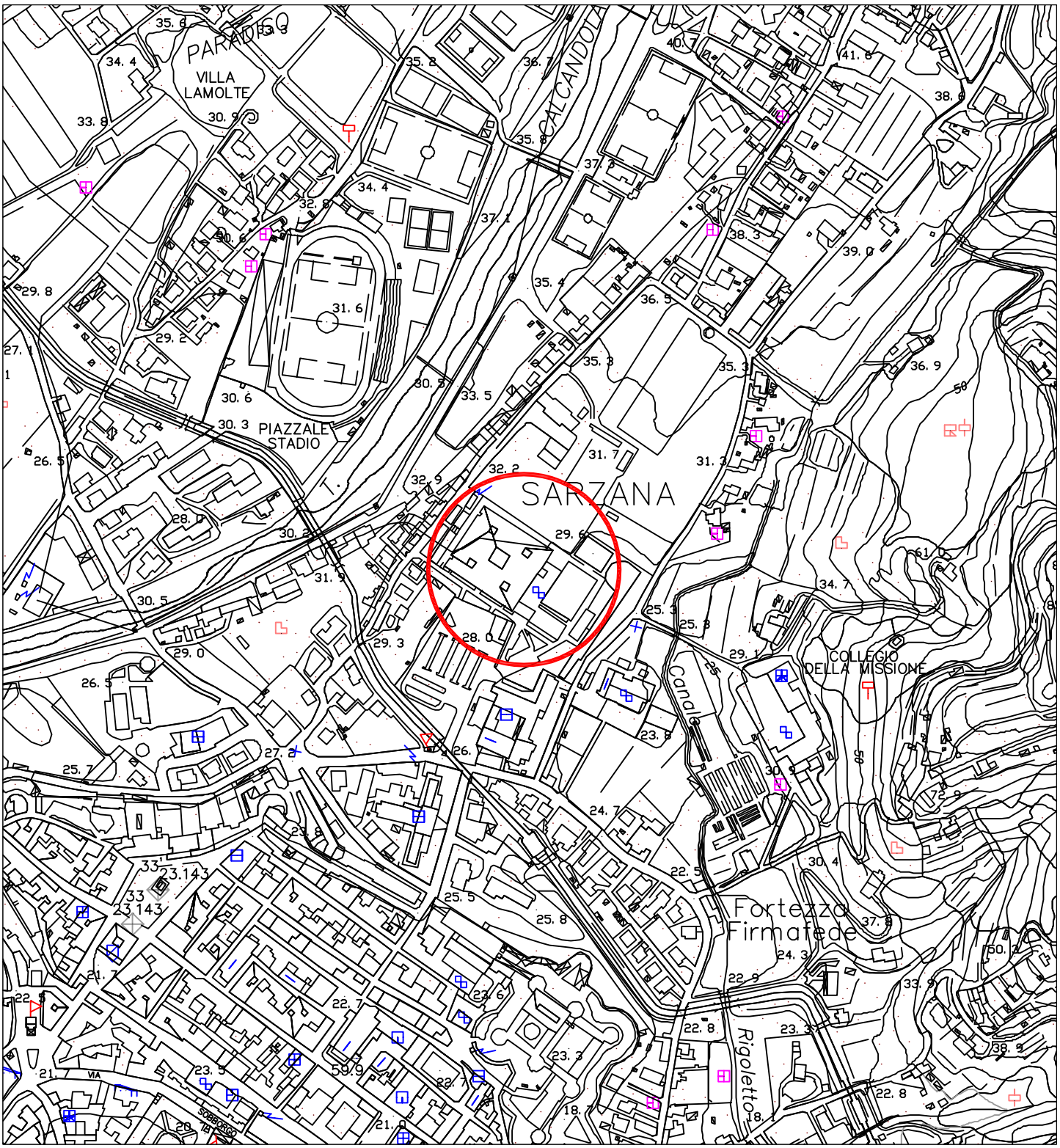
Committente:
Provincia della Spezia
Settore Lavori Pubblici e Patrimonio

A cura di:
Dr. Geol. Matteo Angiolini

aprile 2011

Dr. Geol. Matteo Angiolini
Via A. Corradi, 1
19020 BEVERINO (SP)
Tel. 0187.883282
Cell. 347.1280686
e-mail: matteoangiolini@yahoo.it
C.F.: NGL MTT 78 E 15 E 46 3T
P.iva: 01214470112

Tav. 1 Ubicazione area di intervento

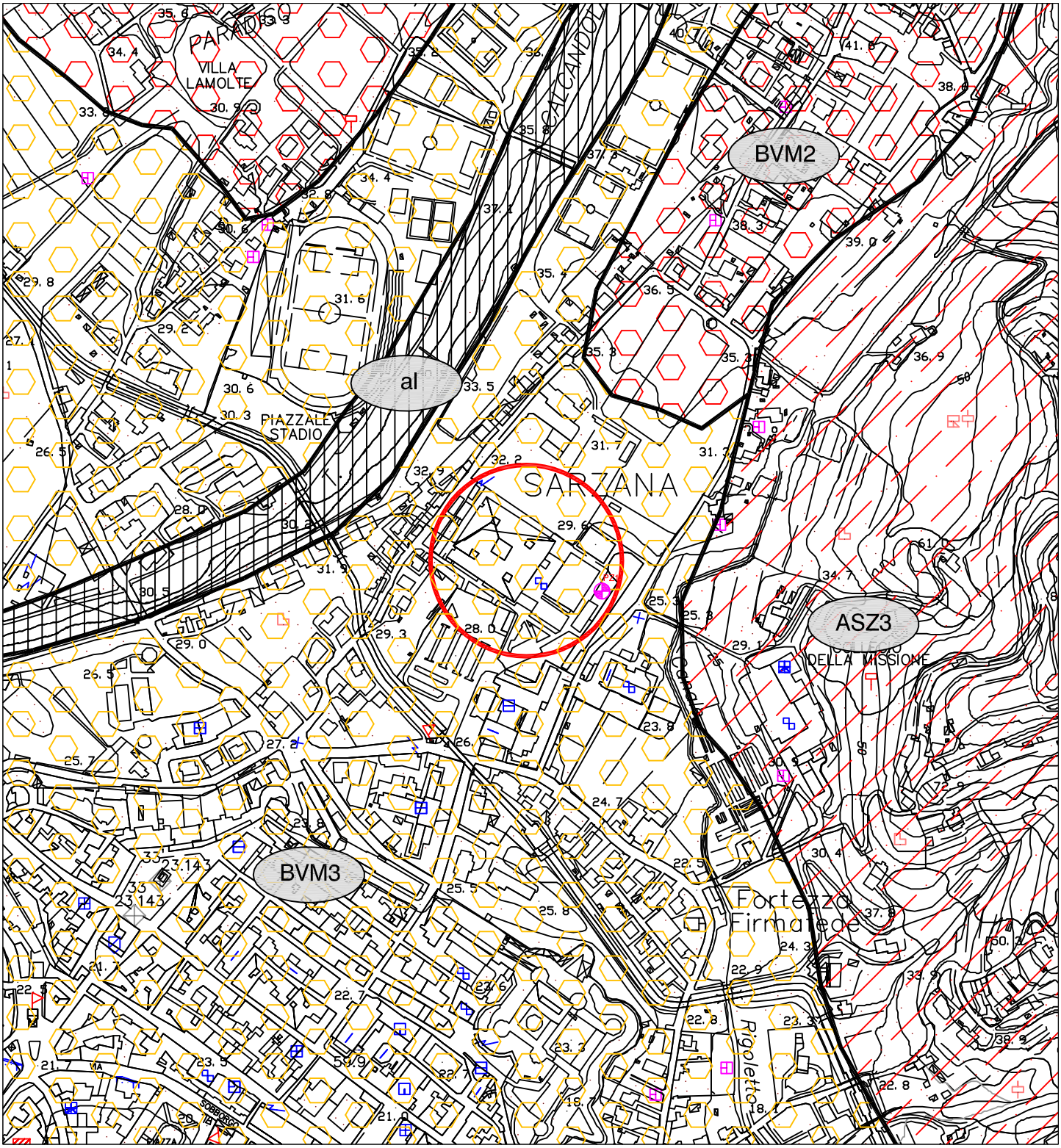


Legenda

scala 1:5000

Area d'intervento

Tav. 2 Carta geologica



Legenda

scala 1:5000

Area d'intervento

Depositi Olocenici

al — depositi alluvionali attuali e recenti

Bacino di Sarzana

Sintema della Bassa Val di Magra

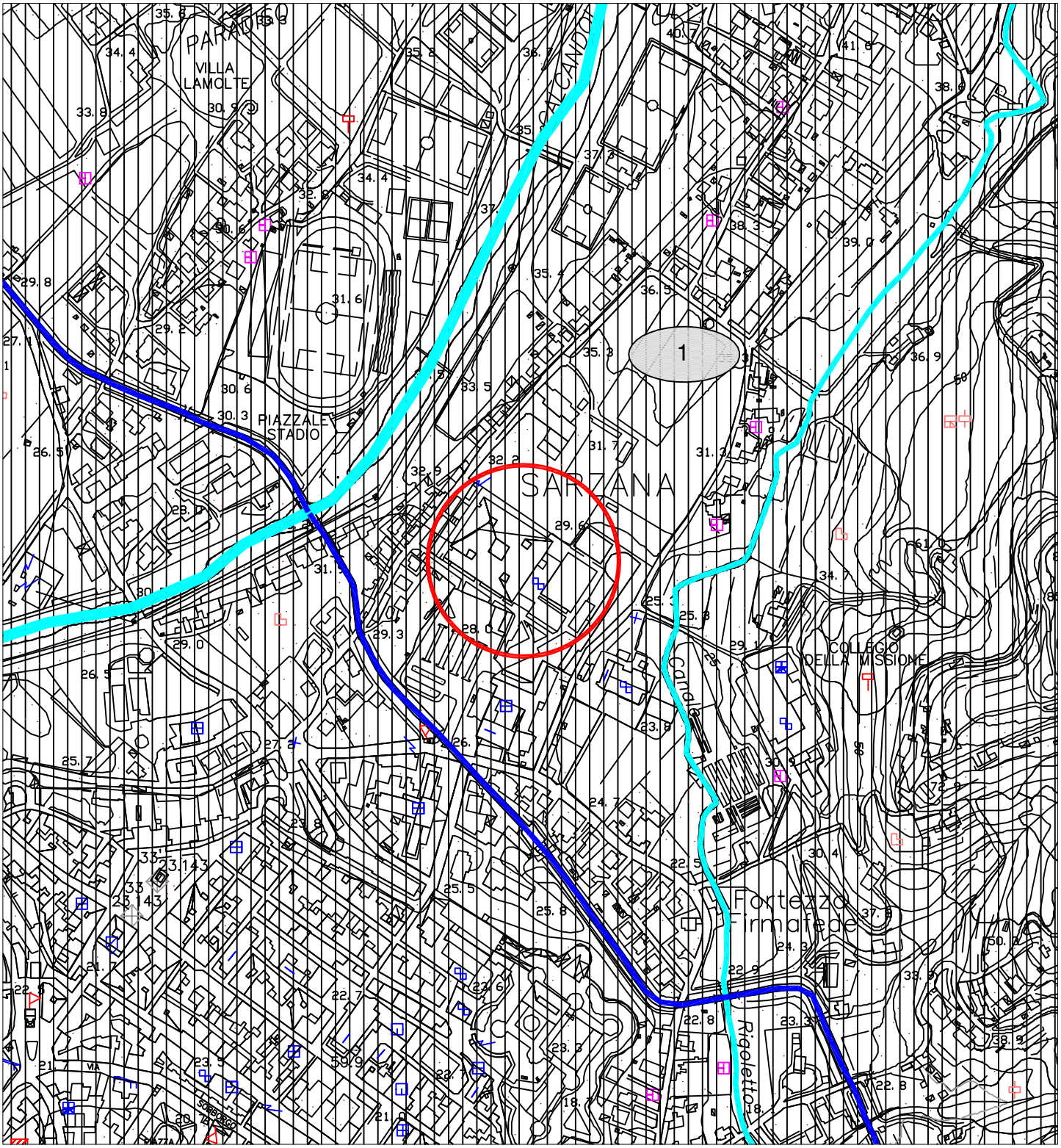
BVM3 — Subsintema di Ceparana

BVM2 — Subsintema di Santo Stefano Magra

Sintema di Sarzana

ASZ3 — Subsintema di Monte Darma

Tav. 3 Carta idrogeologica



Legenda

scala 1:2000

Depositi Olocenici

1 permeabilità variabile per porosità

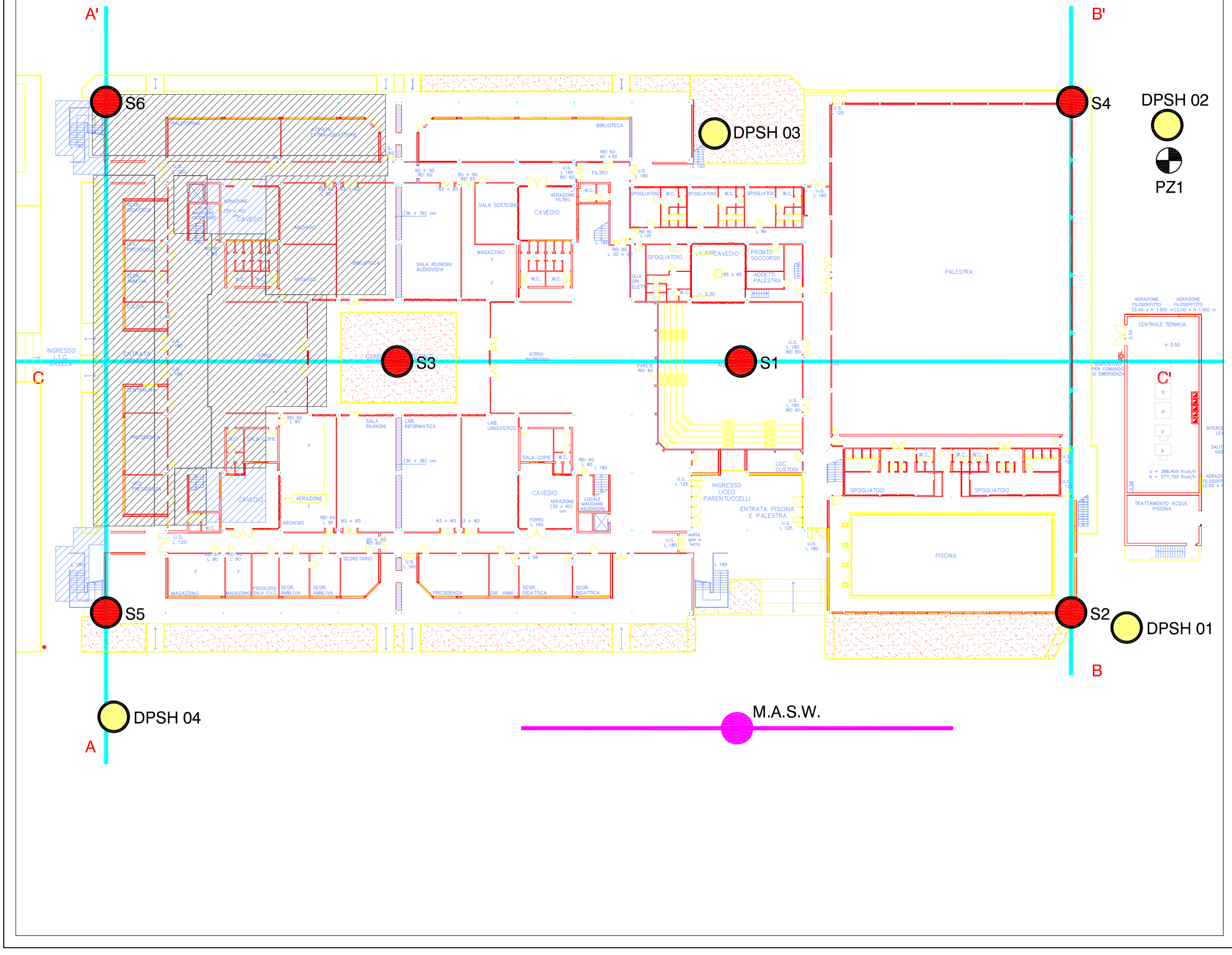
Area d'intervento

Alveo attivo del Torrente Calcandola

Canale Lunense

principali linee di deflusso

I.T.C. "ARZELA'" E LICEO "PARENTUCELLI"
SEDE VIA DEI MULINI
Piano terra



Tav. 4
Planimetria generale con ubicazione indagini geognostiche e tracce di sezioni stratigrafiche interpretative

Legenda

S1
sondaggi a carotaggio continuo eseguiti nel novembre del 1980

DPSH 01
prova penetrometrica dinamica super pesante

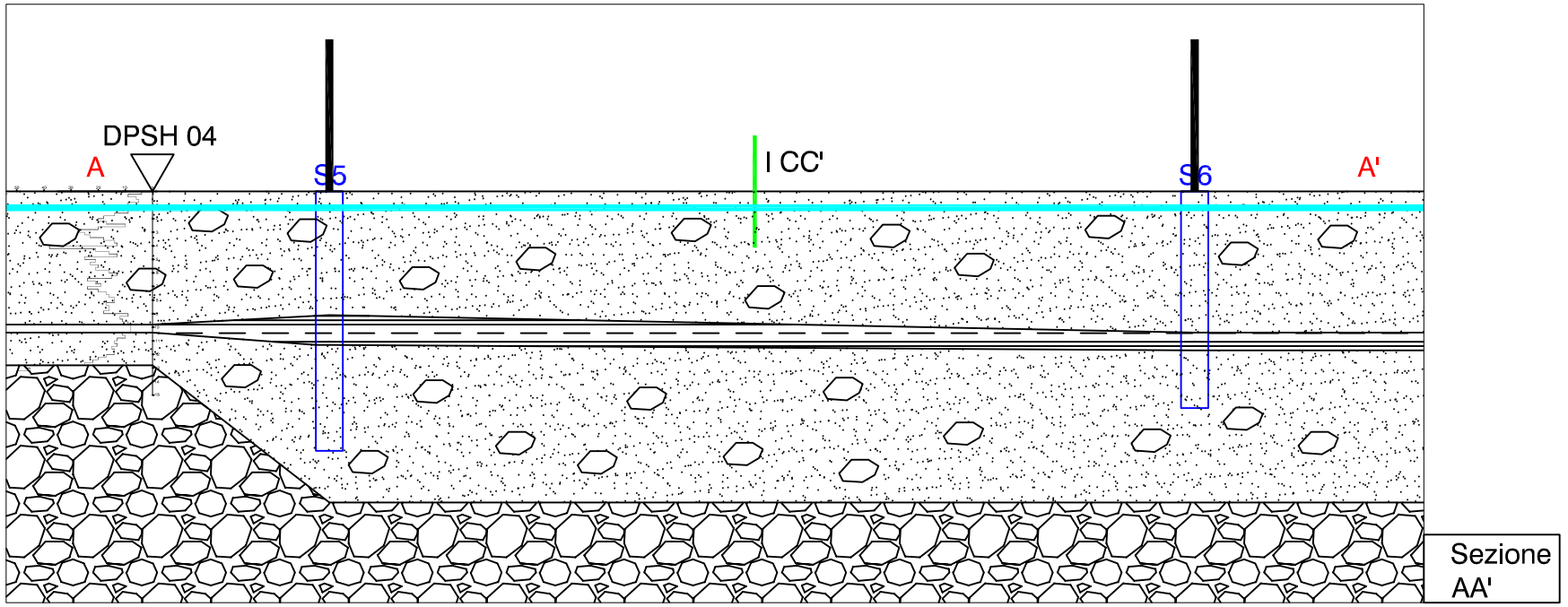
PZ1
piezometro a tubo aperto

indagine gefisica tipo M.A.S.W.

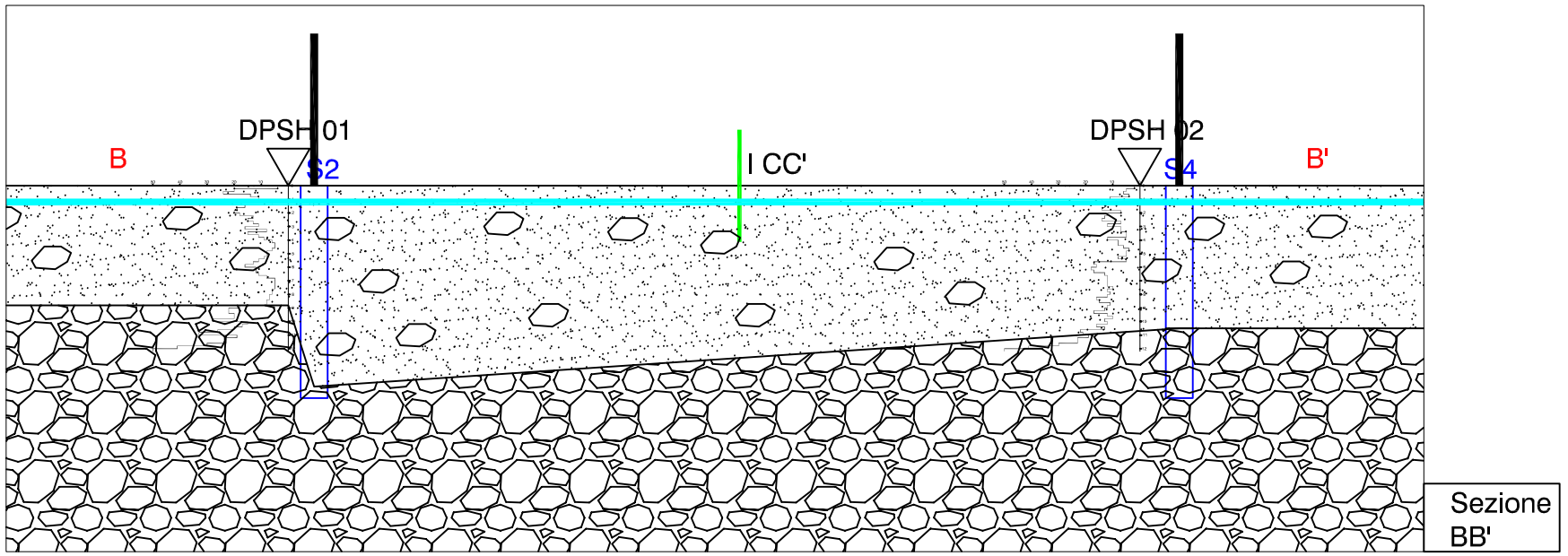
M.A.S.W.

B'
tracce di sezoni stratigrafiche interpretative
B

scala 1:500

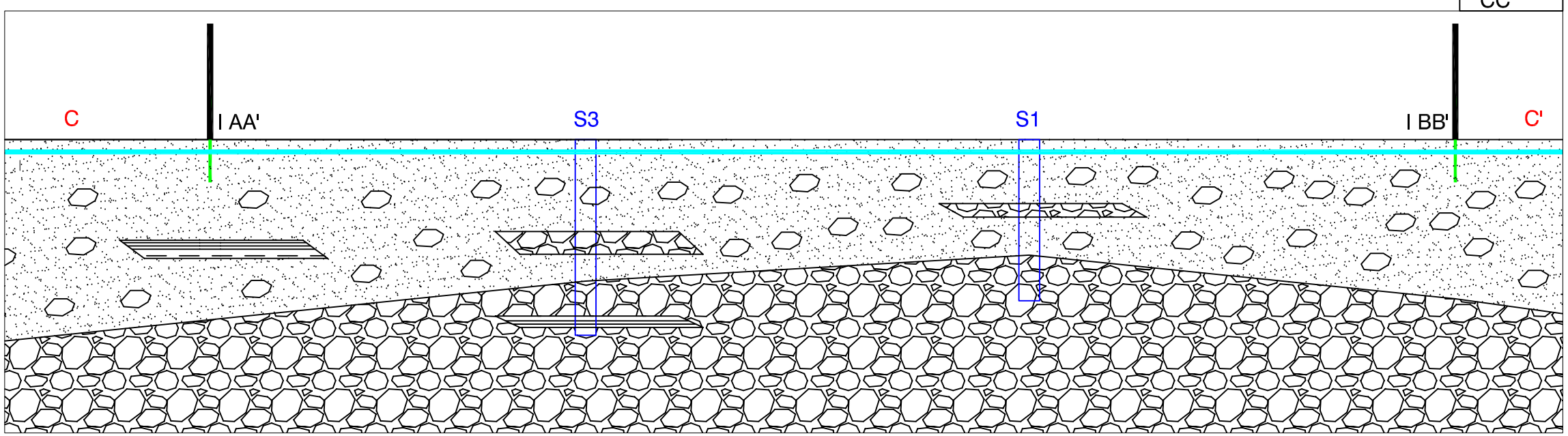


Sezione AA'



Sezione BB'

Sezione CC'



Tav. 5
Sezioni stratigrafiche interpretative

Legenda

Livello A:
sabbia limosa marrone
localmente ghiaiosa
con passate di ghiaie calcaree
ed arenacee e limi argillosi

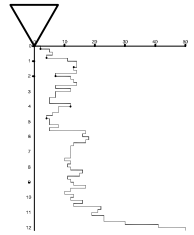
sottolivello A':
limo argilloso

Livello B:
ghiaie e sabbie in matrice limosa
con lenti limo argillose

Livello falda massimo
come rilevato in data
13 novembre 1980
nel sondaggio S1

S6
sondaggi
a carotaggio
continuo

DPSH 02



limiti edificio

I BB'
intersezione
tra tracce di
sezioni stratigrafiche

scala 1:500

Comune di Sarzana

PROVINCIA DELLA SPEZIA

Adeguamento statico-sismico
allo stato limite
di salvaguardia
della vita umana
ed attività connesse
del Complesso Scolastico
Parentucelli-Arzelà
sito in Piazza Ricchetti
Via dei Molini
nel Comune di Sarzana

Parametri sismici

ELABORATO: -

SCALA: -

Committente:
Provincia della Spezia
Settore Lavori Pubblici e Patrimonio

A cura di:
Dr. Geol. Matteo Angiolini

aprile 2011

Dr. Geol. Matteo Angiolini
Via A. Corradi, 1
19020 BEVERINO (SP)
Tel. 0187.883282
Cell. 347.1280686
e-mail: matteoangiolini@yahoo.it
C.F.: NGL MTT 78 E 15 E 46 3T
P.iva: 01214470112

GeostruPS_report_26-10-2010_08-31

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Sito in esame.
latitudine: 44,117052
longitudine: 9,965081
Classe: 3
Vita nominale: 50

Siti di riferimento
Sito 1 ID: 18264 Lat: 44,1314 Lon: 9,9379 Distanza: 2696,886
Sito 2 ID: 18265 Lat: 44,1335 Lon: 10,0074 Distanza: 3842,404
Sito 3 ID: 18487 Lat: 44,0836 Lon: 10,0103 Distanza: 5187,211
Sito 4 ID: 18486 Lat: 44,0815 Lon: 9,9408 Distanza: 4405,106

Parametri sismici
Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 75anni
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):
Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 45 [anni]
ag: 0,055 g
Fo: 2,499
Tc*: 0,246 [s]

Danno (SLD):
Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 75 [anni]
ag: 0,068 g
Fo: 2,502
Tc*: 0,262 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):
Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 712 [anni]
ag: 0,162 g
Fo: 2,390
Tc*: 0,296 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1462 [anni]
ag: 0,205 g
Fo: 2,381
Tc*: 0,306 [s]

Coefficienti Sismici
SLO:
Ss: 1,200
Cc: 1,460
St: 1,000
Kh: 0,013
Kv: 0,007
Amax: 0,646
Beta: 0,200
SLD:
Ss: 1,200
Cc: 1,440
St: 1,000
Kh: 0,016
Kv: 0,008
Amax: 0,797
Beta: 0,200
SLV:
Ss: 1,200
Cc: 1,400
St: 1,000
Kh: 0,047
Kv: 0,023
Amax: 1,906
Beta: 0,240
SLC:
Ss: 1,200
Cc: 1,390
St: 1,000
Kh: 0,069
Kv: 0,034
Amax: 2,411
Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru software - www.geostru.com

Comune di Sarzana

PROVINCIA DELLA SPEZIA

Adeguamento statico-sismico
allo stato limite
di salvaguardia
della vita umana
ed attività connesse
del Complesso Scolastico
Parentucelli-Arzelà
sito in Piazza Ricchetti
Via dei Molini
nel Comune di Sarzana

Stratigrafie sondaggi

ELABORATO: -

SCALA: -

Committente:
Provincia della Spezia
Settore Lavori Pubblici e Patrimonio

A cura di:
Dr. Geol. Matteo Angiolini

aprile 2011

Dr. Geol. Matteo Angiolini
Via A. Corradi, 1
19020 BEVERINO (SP)
Tel. 0187.883282
Cell. 347.1280686
e-mail: matteoangiolini@yahoo.it
C.F.: NGL MTT 78 E 15 E 46 3T
P.iva: 01214470112

STUDIO GEOLOGICO

Dr LODINI
Dr CASOLI

MAMIANO (Parma)

SONDAGGI GEOGNOSTICI

1

COMMITTENTE C.C.P.L. (PR-PC-RE) EDILSCAVI NOCET.

8-12/11/1980

VIA DEI MULINI - I.T.C. VEDI PLANIMETRIA

SARZANA I.T.C.

Prof. mt.	STRAT.	camp.	prof. cam.	P. P.	DESCRIZIONE TERRENO	s.p.t. H	s.p.t. N	vane test Max.	vane test Res.	OSSERVAZIONI
0.40					LIMO MARRONE SCURO CON SOSTANZE VEGETALI					
					IMPASTO COMPATTO DI ARGILLA SABBIOSA E SABBIA ARGILLOSA CON GHIAIA ϕ MAX>10 CM					
						2.00	15 18 21			
						3.00	9 6 5			
					LIEVE TRACCIA DI ACQUA A ~ 2.50 m.	3.70	10 23 17			
4.90						4.70	7 6 6			
					SABBIA A MEDIA GRANULOMETRIA CON LIVELLETTI DI GHIAIA ARENACEA ALTERATA IN MATRICE SABBIOSA	5.40	8 3 4			5.70 m.: FALDA ACQUIFERA
6.20					GHIAIA ARENACEA E CALCAREA A MATRICE SABBIOSA MARRONE SCURO. ϕ CIOTTOLI 1÷9 CM	6.30	8 8 7			
7.50										
8.15					SABBIA A GRANULOMETRIA MEDIA MARRONE					TRA -7.50 E -8.00 m. TENTATIVO FALLITO DI CAMPIONE INDISTURBATO
					C.S. CON LIVELLETTI A CIOTTOLI CALCAREI ED ARENACEI. SALTUARI LIVELLI DI SABBIA PIÙ LIMOSA	8.30	5 5 5			
						9.00	6 6 7			
						9.80	7 16 11			
						10.50	23 22 24			
11.20					GHIAIA ARENACEA E CALCAREA A MATRICE LIMOSA E LIMO-ARGILLOSA GRIGIO-MARRONE	11.20	15 25 20			
						12.00	18 26 23			
						12.80	16 27 21			
						13.55	23 44 RIMBALZO			
						14.80	20 17 25			
15.60						15.15	22 26 29	7 CM POI RIMBALZO		
										FORO RIVESTITO CON P.V.C. FINESTRATO ϕ 40 mm FINO A -15.60 m.
										A FORO STUBATO LIVELLO DELLA FALDA A -1.90 m. (ORE 10.30)
										GIORNO 13/11 (ORE 11) LIVELLO DELLA FALDA A -1.20 m.

2024

-2 LUG. 1981

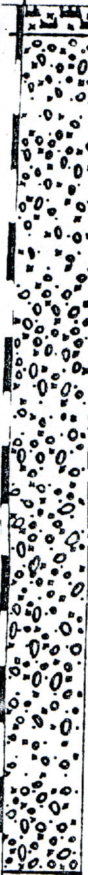
IL DIRIGENTE L'UFFICIO
(Ing. Giorgio Ottolini)

STUDIO GEOLOGICO
Dr LODINI
Dr CASOLI
43030 MAMIANO (Parma)
TEL. (0521) 86...
STUDIO GEOLOGICO

SONDAGGI GEOGNOSTICI
LABORATORIO ANALISI TERRE E CONGLOMERATI BITUMINOSI
Consulenza Geologica e Geotecnica

n. 2

COMMITTENTE: C.C.P.L.(PR-PC-RE) EDILSCAVI NOCETANA
Data: 19-20/11/1980
POSIZIONE: VIA DEI MULINI - VEDI PLANIMETRIA
LOCALITÀ: SARZANA I.T.C.
quota d'inizio: ______

Prof. mt.	STRAT.	camp.	prof. cam.	P. P.	DESCRIZIONE TERRENO	s. p. t. H	s. p. t. N	vane test Max.	vane test Res.	OSSERVAZIONI
0.50					TERRENO VEGETALE LIMOSO MARRONE					
					GHIAIE A CIOTTOLI ARENACEI E CALCAREI, IN MATRICE LIMOSO-SABBIOSA MARRONE CHIARO, $\phi < 7$ CM MA QUALCHE ELEMENTO $\phi > 10$ CM. PRESENZA DI LIVELLI IN CUI LA MATRICE, A VOLTE GIALLASTRA, PREVALE SULLA FRAZIONE LAPIDEA.	2.00				FORO STUBATO ALLE ORE 16 DEL 20/11/80
						2.70	4 6 — 6			ALLE ORE 16 DEL 21/11/80 LIVELLO FALDA A -1.80 m DAL P.C.
						3.50	10 17 — 12			
						4.20	16 16 — 13			
						5.10	4 10 — 6			FORO RIVESTITO FINO A -15.00 m. DAL P.C. CON P.V.C. FINESTRATO
						6.00	8 16 — 16			
						6.80	15 19 — 13			
						7.70	7 11 — 6			
						8.40	14 20 — 19			
						9.10	17 22 — 16			
						9.90	12 12 — 13			
					A -10.80 m. PRESENZA DI UNA FALDA DI ACQUA	10.60	20 11 — 20			
						11.30	7 18 — 18			
						12.00	17 19 — 18			
						12.70	14 18 — 18			
						13.50	10 9 — 10			
						14.20	4 14 — 13			
						14.80	12 32 — 24			
						15.30	29 x 9 CM POI RIFIUTO			
15.75							29 40 10x8CM POI RIFIUTO			

2024
-2 LUG 1981

STUDIO GEOLOGICO

STUDIO GEOLOGICO
Dr LODINI
Dr. CASOLI
43030 MAMIANO (Parma)
TEL. (0521) ...

SONDAGGI GEOGNOSTICI

LABORATORIO ANALISI TERRE E CONGLOMERATI BITUMINOSI
Consulenze Geologiche e Geotecniche

n. 3

COMMITTENTE C.C.P.L. (PR-PC-RE) EDILSCAVI NOCETANA

data 12-14/11/1980

UBICAZIONE VIA DEI MULINI - VEDI PLANIMETRIA

LOCALITÀ SARZANA I.T.C.

Prof. mt.	DESCRIZIONE TERRENO	OSSERVAZIONI
0.50	LIMO MARRONE SCURO CON RESTI ORGANICI	
8.90	IMPASTO COMPATTO DI GHIAIA ETEROGENEA CON ARGILLE SABBIOSE E SABBIE ARGILLOSE	A FORO STUBATO (ORE 18 DEL 14-11-80) LIVELLO DELLA FALDA A -3.30 m. DAL P.C. ALLE ORE 16.30 DEL 16/11/80 LIVELLO DELLA FALDA A -3.20 m. DAL P.C.
11.10	GHIAIA IN MATRICE LIMOSO-SABBIOSA GIALLASTRA POCO COMPATTA. RECUPERO DELLA CAROTA MOLTO DIFFICOLTOSO PER LA PRESENZA DELLA FALDA D'ACQUA	
13.70	SABBIA MARRONE SCURO A GRANA MEDIA CON POCO GHIAIETTO, MEDIAMENTE COMPATTA	
17.10	GHIAIA ARENACEO-MARNOSA ϕ < 10 CM IN MATRICE SABBIOSO-LIMOSA MARRONE SCURO MOLTO COMPATTA. SALTUARI ELEMENTI LAPIDEI CON $\phi \geq$ 10 CM E PRESENZA DI LIVELLI MENO COMPATTI DELLO SPESSORE DI 20	FORO RIVESTITO CON P.V.C. FINESTRATO FINO A -18.10 m.
18.20	LIMO E LIMO-ARGILLOSO GRIGIO SCURO CON POCO GHIAIETTO. CAROTAGGIO DIFFICILE PERCHE IL MATERIALE TENDE A SFUGGIRE DAL CAROTIERE	
18.95	GHIAIA ARENACEA IN MATRICE LIMOSA	

S.P.T.

H	Colpi	N
2.70	2 / 5	4
3.50	9 / 18	14
4.00		
4.70	6 / 10	9
5.40	5 / 7	7
	5 / 7	6
6.50	5 / 15	11
7.20	7 / R	19
7.90	14 / R	16
8.60	5 / 6	6
9.50	4 / 6	5
10.50	6 / 7	4
11.55	4 / 10	9
12.30	4 / 8	8
13.20	4 / 12	8
14.15	20 / 22	18
14.90	40	19x5 CM POI R.
16.00	10 / 26	10
18.50	15 / 19	18

Vane test: Max. Res. (nessun valore)

STUDIO GEOLOGICO

Dr LODI
Dr CASOLI

SONDAGGI GEOGNOSTICI

LABORATORIO ANALISI TERRE E CONGLOMERATI BITUMINOSI

Consulenza Geologica e Geotecnica

n 4

C.C.P.L.(PR-PC-RE)EDILSCAVI NOCETANA

20-21/11/1980

VIA DEI MULINI - VEDI PLANIMETRIA

SARZANA I.T.C.

Prof. mt	STRAT	camp.	prof. cam.	P.P.	DESCRIZIONE TERRENO	s.p.t. H	s.p.t. N	vane test Max.	vane test Res.	OSSERVAZIONI
0.30					TERRENO VEGETALE LIMOSO MARRONE SCURO					FORO STUBATO ALLE ORE 15h30' DEL 21/11/80. LIVELLO FALDA A - m 3.10 DAL P.C.
					GHIAIA A CIOTTOLI ARENACEI ALTERATI E CALCAREI IN MATRICE SABBIOSO-LIMOSA A VOLTE SOLO SABBIOSA DI COLORE MARRONE O NEI PRIMI METRI GIALLASTRA. LA DIMENSIONE DEI CIOTTOLI E GENERALMENTE $\phi < 7$ CM; TALVOLTA $\phi > 10$ CM.	2.10	6 12 10			
						3.50	5 16 14			FORO RIVESTITO CON P.V.C. FINO A - 13.00 m. DAL P.C., PIÙ SOTTO IL FORO SI È CHIUSO
						5.00	11 16 14			
						6.50	12 25 14			
						8.00	8 14 12			
						9.50	9 13 13			
10.50					C.S. MA PIÙ COMPATTA E CON CIOTTOLI ARENACEI MENO ALTERATI E CIOTTOLI MARNOSI E CALCAREI	10.80	10 25 10			
						11.90	6			
						12.50	33×2 CM POI RIFIUTO			
							14 18×10 CM POI RIFIUTO			
13.50					C.S. MA CON MAGGIOR % DI ELEMENTI LAPIDEI ARENACEI E CALCAREI. CAROTAGGIO AD ACQUA SENZA RECUPERO DI MATRICE.	14.00	37 32×8 CM POI RIFIUTO			
15.10						15.10	27×5 CM POI RIFIUTO			

2024

- 2 LUG. 1981

STUDIO GEOLOGICO
Dr LODINI
Dr. CASOLI
43030 MAMIANO (Parma)
TEL (0521) 84810

SONDAGGI GEOGNOSTICI
LABORATORIO ANALISI TERRE E CONGLOMERATI BITUMINOSI
Consulenza Geologica e Geotecnica

n. 5

COMMITTENTE C.C.P.L. (PR-PC-RE) EDILSCAVI NOCETANA

data 17-19/11/1980

POSIZIONE VIA DEI MULINI - VEDI PLANIMETRIA

LOCALITA SARZANA I.T.C.

quota d'inizio

Prof. mt.	STRAT.	camp.	prof. cam.	P. P.	DESCRIZIONE TERRENO	s. p. t. H	s. p. t. N	vane test Max.	vane test Res.	OSSERVAZIONI
					SABBIA ARGILLOSO-LIMOSA BRUNO SCURA CON GHIAIA ETEROGENEA ϕ MAX. > 10 CM, POCO COMPATTA					
2.60					C.S. PIÙ COMPATTA. LE DIMENSIONI DEGLI ELEMENTI LAPIDEI E LA LORO DUREZZA RENDONO IMPOSSIBILE IL CAROTAGGIO A SECCO, PER CUI LA % DI CAROTA RECUPERATA È MODESTA	2.10 2.70 4.40 5.50 6.20	2 4 2 15 15 17 13 11 15 15 9 21 16 14 32	x7 POI RIFIUTO x8 POI RIFIUTO		
7.50					LIVELLO MENO COMPATTO PER LA PRESENZA DI UNA MAGGIORE QUANTITA DI MATRICE LIMOSO-SABBIOSA	7.70	12 10 11			FORO STUBATO ALLE ORE 11 DEL 19/11/80
9.10					SABBIE LIMOSE E LIMI SABBIOSI GIALLO-MARRONI CON POCHISSIMO GHIAIETTO	9.20	8 8 8			ALLE ORE 11 DEL 20/11 LIVELLO FALDA A -m. 3.00 DAL P.C.
11.30		1	10.70 11.40		C.S. A VOLTE MARRONE SCURO, CON FORTE % DI GHIAIA ϕ MAX. > 10 CM	12.00	11 23 16			ALLE ORE 17 DEL 21/11 LIVELLO FALDA IMMUTATO
14.80					C.S. MA MENO COMPATTA PER LA MINORE % DI ELEMENTI LAPIDEI. LA MATRICE È PIÙ ARGILLOSA.	13.60 15.20	25 25 18 6 11 7			FORO RIVESTITO CON P.V.C. FINESTRATO A -m. 16.50 DAL P.C.; POI LE PARETI DEL FORO SONO FRANATE
16.80					COMPOSIZIONE LITOLOGICA UGUALE ALLA PRECEDENTE CON ALTERNANZE DISORDINATE DI LIVELLI PIÙ O MENO COMPATTI A SECONDA DELLA % MAGGIORE O MINORE DI ELEMENTI LAPIDEI	16.70 18.30	9 18 14 14 28 22			
19.10										

2024
- 2 LUG. 1981

STUDIO GEOLOGICO

Dr LODINI
Dr. CASOLI

43030 MAMIANO (Parma)
TEL (0521) 84810

SONDAGGI GEOGNOSTICI

LABORATORIO ANALISI TERRE E CONGLOMERATI BITUMINOSI

Consulenza Geologica e Geotecnica

n 6

COMMITTENTE C.C.P.L. (PR-PC-RE) EDILSCAVI NOCETANA

data 15-17/11/1980

LOCALITÀ SARZANA I.T.C.

quota d'inizio ——

POSIZIONE VIA DEI MULINI - VEDI PLANIMETRIA

Prof. mt.	STRAT.	camp.	prof. cam.	P. P.	DESCRIZIONE TERRENO	s. p. t. H	s. p. t. N	vane test Max.	vane test Res.	OSSERVAZIONI
					GHIAIA A CIOTTOLI ARENACEI, CALCAREI E MARNOSI IN MATRICE SABBIOSO-LIMOSA O LIMOSA. CIOTTOLI ϕ < 10 CM, SALTUARIAMENTE ϕ > 10 CM. LIVELLO SABBIOSO TRA -1.60 E -1.90.	2.00	8 8 7			FORO STUBATO ALLE ORE 10.00 DEL 17/11/80 LIVELLO DELLA FALDA A m. -3.25 DAL P.C.
					CAROTAGGIO A SECCO SPESSO IMPOSSIBILE E DIFFICOLTOSO IL RECUPERO DELLA CAROTA	2.90	12 12 14			
						4.10	25 15 16			
						5.40	22 24 21			
5.90					C.S. CON MATRICE PIÙ ABBONDANTE E DI COLORE GRIGIO-MARRONE	6.50	12			FORO RIVESTITO CON P.V.C. FINESTRATO FINO A m. -15.40 DAL P.C.
						7.40	12 12 14 15			
						8.60	15 12 8			
						10.00	12			
10.40					ARGILLE E LIMO ARGILLOSO MARRONE CHIARO CON POCHISSIMO GHIAIETTO ϕ < 2 CM	10.70	8 3 6 4			
11.70					GHIAIA MEDIO COMPATTA AD ELEMENTI ARENACEI E CALCAREI ϕ < 7CM IN MATRICE SABBIOSO-LIMOSA MARRONE CHIARO O GIALLASTRA	12.20	13 13 12			
13.00					C.S. MA PIÙ COMPATTA CON QUALCHE ELEMENTO LAPIDEO CON ϕ > 10 CM.	14.20	24 22 22			
						15.45	15 18 15			
15.95										

2024

- 2 AGO 1981

Comune di Sarzana

PROVINCIA DELLA SPEZIA

Adeguamento statico-sismico
allo stato limite
di salvaguardia
della vita umana
ed attività connesse
del Complesso Scolastico
Parentucelli-Arzelà
sito in Piazza Ricchetti
Via dei Molini
nel Comune di Sarzana

Standard Penetration Test

ELABORATO: -

SCALA: -

Committente:
Provincia della Spezia
Settore Lavori Pubblici e Patrimonio

A cura di:
Dr. Geol. Matteo Angiolini

aprile 2011

Dr. Geol. Matteo Angiolini
Via A. Corradi, 1
19020 BEVERINO (SP)
Tel. 0187.883282
Cell. 347.1280686
e-mail: matteoangiolini@yahoo.it
C.F.: NGL MTT 78 E 15 E 46 3T
P.iva: 01214470112

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Provincia della Spezia
Cantiere: Sarzana
Località: Via dei Molini

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.76 m
Peso sistema di battuta	4.2 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	0.997
Rivestimento/fanghi	No

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

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO
Prova eseguita in data 10/09/2010
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi
2.15	15
2.30	21
2.45	18
3.15	9
3.30	5
3.45	6
3.85	10
4.00	17
4.15	23
4.85	7
5.00	6
5.15	6
5.55	8
5.70	4
5.85	3
6.45	8
6.60	7
6.75	8
8.45	5
8.60	5
8.75	5
9.15	6
9.30	7
9.45	6

9.95	7
10.10	11
10.25	16
10.65	23
10.80	24
10.95	22
11.35	15
11.50	20
11.65	25
12.15	18
12.30	23
12.45	26
12.95	16
13.10	21
13.25	27
13.70	23
13.85	14
14.00	50
14.95	20
15.10	25
15.25	17
15.30	22
15.45	29
15.60	26

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1
TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	38.883	2.45	38.883	Schultze & Menzenbach (1961)	63.65
Strato 2	10.967	3.45	10.967	Schultze & Menzenbach (1961)	56.75
Strato 3	39.88	4.15	39.88	Schultze & Menzenbach (1961)	62.37
Strato 4	11.964	5.15	11.964	Schultze & Menzenbach (1961)	55.94
Strato 5	6.979	5.85	6.979	Schultze & Menzenbach (1961)	52.65
Strato 6	14.955	6.75	14.955	Schultze & Menzenbach (1961)	56.22
Strato 7	9.969999	8.75	9.969999	Schultze & Menzenbach (1961)	53.26
Strato 8	12.961	9.45	12.961	Schultze & Menzenbach (1961)	54.42
Strato 9	26.919	10.25	20.9595	Schultze & Menzenbach (1961)	56.62
Strato 10	45.862	10.95	30.431	Schultze & Menzenbach (1961)	58.3
Strato 11	44.865	11.65	29.9325	Schultze & Menzenbach (1961)	58.02
Strato 12	48.853	12.45	31.9265	Schultze &	58.16

				Menzenbach (1961)	
Strato 13	47.856	13.25	31.428	Schultze & Menzenbach (1961)	57.89
Strato 14	63.808	14.00	39.404	Schultze & Menzenbach (1961)	58.88
Strato 15	41.874	15.25	28.437	Schultze & Menzenbach (1961)	56.95
Strato 16	54.835	15.60	34.9175	Schultze & Menzenbach (1961)	57.95

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	38.883	2.45	38.883	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	38.11
Strato 2	10.967	3.45	10.967	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30.13
Strato 3	39.88	4.15	39.88	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	38.39
Strato 4	11.964	5.15	11.964	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30.42
Strato 5	6.979	5.85	6.979	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.99
Strato 6	14.955	6.75	14.955	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.27
Strato 7	9.969999	8.75	9.969999	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29.85
Strato 8	12.961	9.45	12.961	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30.7
Strato 9	26.919	10.25	20.9595	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.99
Strato 10	45.862	10.95	30.431	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	35.69
Strato 11	44.865	11.65	29.9325	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	35.55
Strato 12	48.853	12.45	31.9265	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	36.12
Strato 13	47.856	13.25	31.428	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	35.98
Strato 14	63.808	14.00	39.404	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	38.26
Strato 15	41.874	15.25	28.437	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	35.12
Strato 16	54.835	15.60	34.9175	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	36.98

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	38.883	2.45	38.883	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	45.06
Strato 2	10.967	3.45	10.967	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	12.76
Strato 3	39.88	4.15	39.88	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	46.22
Strato 4	11.964	5.15	11.964	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	13.91
Strato 5	6.979	5.85	6.979	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	8.05
Strato 6	14.955	6.75	14.955	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	17.37
Strato 7	9.969999	8.75	9.969999	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	11.61
Strato 8	12.961	9.45	12.961	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	15.07
Strato 9	26.919	10.25	20.9595	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	24.32
Strato 10	45.862	10.95	30.431	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	35.28
Strato 11	44.865	11.65	29.9325	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	34.71
Strato 12	48.853	12.45	31.9265	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	37.01
Strato 13	47.856	13.25	31.428	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	36.44
Strato 14	63.808	14.00	39.404	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	45.67
Strato 15	41.874	15.25	28.437	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	32.98
Strato 16	54.835	15.60	34.9175	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	40.47

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	38.883	2.45	38.883	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	10.53
Strato 2	10.967	3.45	10.967	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4.90
Strato 3	39.88	4.15	39.88	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	10.73
Strato 4	11.964	5.15	11.964	Begemann 1974	5.10

				(Ghiaia con sabbia)	
Strato 5	6.979	5.85	6.979	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4.10
Strato 6	14.955	6.75	14.955	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5.71
Strato 7	9.969999	8.75	9.969999	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4.70
Strato 8	12.961	9.45	12.961	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5.30
Strato 9	26.919	10.25	20.9595	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.92
Strato 10	45.862	10.95	30.431	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.82
Strato 11	44.865	11.65	29.9325	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.72
Strato 12	48.853	12.45	31.9265	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	9.12
Strato 13	47.856	13.25	31.428	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	9.02
Strato 14	63.808	14.00	39.404	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	10.63
Strato 15	41.874	15.25	28.437	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.42
Strato 16	54.835	15.60	34.9175	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	9.73

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	38.883	2.45	38.883	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 2	10.967	3.45	10.967	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	39.88	4.15	39.88	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 4	11.964	5.15	11.964	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	6.979	5.85	6.979	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 6	14.955	6.75	14.955	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 7	9.969999	8.75	9.969999	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 8	12.961	9.45	12.961	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 9	26.919	10.25	20.9595	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 10	45.862	10.95	30.431	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 11	44.865	11.65	29.9325	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 12	48.853	12.45	31.9265	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 13	47.856	13.25	31.428	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 14	63.808	14.00	39.404	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 15	41.874	15.25	28.437	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 16	54.835	15.60	34.9175	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	38.883	2.45	38.883	Meyerhof ed altri	21.57
Strato 2	10.967	3.45	10.967	Meyerhof ed altri	17.26
Strato 3	39.88	4.15	39.88	Meyerhof ed altri	21.57
Strato 4	11.964	5.15	11.964	Meyerhof ed altri	17.55
Strato 5	6.979	5.85	6.979	Meyerhof ed altri	15.89
Strato 6	14.955	6.75	14.955	Meyerhof ed altri	18.44
Strato 7	9.969999	8.75	9.969999	Meyerhof ed altri	16.97
Strato 8	12.961	9.45	12.961	Meyerhof ed altri	17.85
Strato 9	26.919	10.25	20.9595	Meyerhof ed altri	19.71
Strato 10	45.862	10.95	30.431	Meyerhof ed altri	20.99
Strato 11	44.865	11.65	29.9325	Meyerhof ed altri	20.99
Strato 12	48.853	12.45	31.9265	Meyerhof ed altri	21.08
Strato 13	47.856	13.25	31.428	Meyerhof ed altri	21.08
Strato 14	63.808	14.00	39.404	Meyerhof ed altri	21.57
Strato 15	41.874	15.25	28.437	Meyerhof ed altri	20.79
Strato 16	54.835	15.60	34.9175	Meyerhof ed altri	21.28

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	38.883	2.45	38.883	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 2	10.967	3.45	10.967	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.83
Strato 3	39.88	4.15	39.88	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	11.964	5.15	11.964	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.93
Strato 5	6.979	5.85	6.979	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.63
Strato 6	14.955	6.75	14.955	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.12
Strato 7	9.969999	8.75	9.969999	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.83
Strato 8	12.961	9.45	12.961	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.02
Strato 9	26.919	10.25	20.9595	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 10	45.862	10.95	30.431	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 11	44.865	11.65	29.9325	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 12	48.853	12.45	31.9265	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 13	47.856	13.25	31.428	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 14	63.808	14.00	39.404	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 15	41.874	15.25	28.437	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 16	54.835	15.60	34.9175	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO
Prova eseguita in data 10/09/2010
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi
2.15	4

2.30	6
2.45	6
2.85	10
3.00	12
3.15	17
3.65	16
3.80	13
3.95	16
4.35	4
4.50	6
4.65	10
5.25	8
5.40	16
5.55	16
6.15	15
6.30	13
6.45	13
6.95	7
7.10	6
7.25	11
7.85	14
8.00	19
8.15	20
8.55	17
8.70	16
8.85	22
9.25	12
9.40	13
9.55	12
10.05	20
10.20	20
10.35	11
10.75	7
10.90	18
11.05	18
11.45	17
11.60	18
11.75	13
12.15	14
12.30	18
12.45	18
12.85	10
13.00	10
13.15	9
13.65	4

13.80	13
13.95	14
14.35	12
14.50	24
14.65	32
14.95	29
15.10	50
15.25	50
15.45	29
15.60	40
15.75	50

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2
TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	11.964	2.45	11.964	Schultze & Menzenbach (1961)	58.21
Strato 2	28.913	3.15	21.9565	Schultze & Menzenbach (1961)	60.34
Strato 3	28.913	3.95	21.9565	Schultze & Menzenbach (1961)	59.69
Strato 4	15.952	4.65	15.476	Schultze & Menzenbach (1961)	57.54
Strato 5	31.904	5.55	23.452	Schultze & Menzenbach (1961)	59.71
Strato 6	25.922	6.45	20.461	Schultze & Menzenbach (1961)	58.1
Strato 7	16.949	7.25	15.9745	Schultze & Menzenbach (1961)	56.63
Strato 8	38.883	8.15	26.9415	Schultze & Menzenbach (1961)	58.99
Strato 9	37.886	8.85	26.443	Schultze & Menzenbach (1961)	58.35
Strato 10	24.925	9.55	19.9625	Schultze & Menzenbach (1961)	56.37
Strato 11	30.907	10.35	22.9535	Schultze & Menzenbach (1961)	56.91
Strato 12	35.892	11.05	25.446	Schultze & Menzenbach (1961)	57.27
Strato 13	30.907	11.75	22.9535	Schultze & Menzenbach (1961)	56.51
Strato 14	35.892	12.45	25.446	Schultze & Menzenbach (1961)	56.75
Strato 15	18.943	13.15	16.9715	Schultze & Menzenbach (1961)	54.45
Strato 16	26.919	13.95	20.9595	Schultze & Menzenbach (1961)	55.42
Strato 17	55.832	14.65	35.416	Schultze & Menzenbach (1961)	58.2
Strato 18	99.7	15.25	57.35	Schultze & Menzenbach (1961)	60.51
Strato 19	89.73	15.75	52.365	Schultze & Menzenbach (1961)	59.98

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	11.964	2.45	11.964	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30.42
Strato 2	28.913	3.15	21.9565	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.27
Strato 3	28.913	3.95	21.9565	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.27
Strato 4	15.952	4.65	15.476	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.42
Strato 5	31.904	5.55	23.452	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.7
Strato 6	25.922	6.45	20.461	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.85
Strato 7	16.949	7.25	15.9745	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.56
Strato 8	38.883	8.15	26.9415	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.7
Strato 9	37.886	8.85	26.443	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.56
Strato 10	24.925	9.55	19.9625	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.7
Strato 11	30.907	10.35	22.9535	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.56
Strato 12	35.892	11.05	25.446	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.27
Strato 13	30.907	11.75	22.9535	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.56
Strato 14	35.892	12.45	25.446	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.27
Strato 15	18.943	13.15	16.9715	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.85
Strato 16	26.919	13.95	20.9595	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.99
Strato 17	55.832	14.65	35.416	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	37.12
Strato 18	99.7	15.25	57.35	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	43.39
Strato 19	89.73	15.75	52.365	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	41.96

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	11.964	2.45	11.964	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	13.91
Strato 2	28.913	3.15	21.9565	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	25.48
Strato 3	28.913	3.95	21.9565	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	25.48
Strato 4	15.952	4.65	15.476	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	17.98
Strato 5	31.904	5.55	23.452	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	27.21
Strato 6	25.922	6.45	20.461	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	23.75
Strato 7	16.949	7.25	15.9745	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	18.55
Strato 8	38.883	8.15	26.9415	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	31.24
Strato 9	37.886	8.85	26.443	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	30.67
Strato 10	24.925	9.55	19.9625	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	23.17
Strato 11	30.907	10.35	22.9535	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	26.63
Strato 12	35.892	11.05	25.446	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	29.51
Strato 13	30.907	11.75	22.9535	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	26.63
Strato 14	35.892	12.45	25.446	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	29.51
Strato 15	18.943	13.15	16.9715	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	19.71
Strato 16	26.919	13.95	20.9595	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	24.32
Strato 17	55.832	14.65	35.416	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	41.05
Strato 18	99.7	15.25	57.35	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	66.43
Strato 19	89.73	15.75	52.365	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	60.66

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	11.964	2.45	11.964	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5.10
Strato 2	28.913	3.15	21.9565	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.12
Strato 3	28.913	3.95	21.9565	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.12
Strato 4	15.952	4.65	15.476	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5.81
Strato 5	31.904	5.55	23.452	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.42
Strato 6	25.922	6.45	20.461	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.81
Strato 7	16.949	7.25	15.9745	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5.91
Strato 8	38.883	8.15	26.9415	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.12
Strato 9	37.886	8.85	26.443	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.02
Strato 10	24.925	9.55	19.9625	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.71
Strato 11	30.907	10.35	22.9535	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.32
Strato 12	35.892	11.05	25.446	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.82
Strato 13	30.907	11.75	22.9535	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.32
Strato 14	35.892	12.45	25.446	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.82
Strato 15	18.943	13.15	16.9715	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.11
Strato 16	26.919	13.95	20.9595	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.92
Strato 17	55.832	14.65	35.416	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	9.83
Strato 18	99.7	15.25	57.35	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	14.25
Strato 19	89.73	15.75	52.365	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	13.24

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	11.964	2.45	11.964	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	28.913	3.15	21.9565	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	28.913	3.95	21.9565	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	15.952	4.65	15.476	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	31.904	5.55	23.452	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 6	25.922	6.45	20.461	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 7	16.949	7.25	15.9745	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 8	38.883	8.15	26.9415	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Strato 9	37.886	8.85	26.443	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 10	24.925	9.55	19.9625	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 11	30.907	10.35	22.9535	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 12	35.892	11.05	25.446	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 13	30.907	11.75	22.9535	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 14	35.892	12.45	25.446	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 15	18.943	13.15	16.9715	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 16	26.919	13.95	20.9595	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 17	55.832	14.65	35.416	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 18	99.7	15.25	57.35	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 19	89.73	15.75	52.365	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	11.964	2.45	11.964	Meyerhof ed altri	17.55
Strato 2	28.913	3.15	21.9565	Meyerhof ed altri	19.91
Strato 3	28.913	3.95	21.9565	Meyerhof ed altri	19.91
Strato 4	15.952	4.65	15.476	Meyerhof ed altri	18.53
Strato 5	31.904	5.55	23.452	Meyerhof ed altri	20.10
Strato 6	25.922	6.45	20.461	Meyerhof ed altri	19.61
Strato 7	16.949	7.25	15.9745	Meyerhof ed altri	18.63
Strato 8	38.883	8.15	26.9415	Meyerhof ed altri	20.59
Strato 9	37.886	8.85	26.443	Meyerhof ed altri	20.59
Strato 10	24.925	9.55	19.9625	Meyerhof ed altri	19.52
Strato 11	30.907	10.35	22.9535	Meyerhof ed altri	20.10
Strato 12	35.892	11.05	25.446	Meyerhof ed altri	20.40
Strato 13	30.907	11.75	22.9535	Meyerhof ed altri	20.10
Strato 14	35.892	12.45	25.446	Meyerhof ed altri	20.40
Strato 15	18.943	13.15	16.9715	Meyerhof ed altri	18.93
Strato 16	26.919	13.95	20.9595	Meyerhof ed altri	19.71
Strato 17	55.832	14.65	35.416	Meyerhof ed altri	21.38
Strato 18	99.7	15.25	57.35	Meyerhof ed altri	22.26
Strato 19	89.73	15.75	52.365	Meyerhof ed altri	22.06

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	11.964	2.45	11.964	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.93
Strato 2	28.913	3.15	21.9565	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 3	28.913	3.95	21.9565	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	15.952	4.65	15.476	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.12
Strato 5	31.904	5.55	23.452	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 6	25.922	6.45	20.461	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 7	16.949	7.25	15.9745	Terzaghi-Peck 1948-	19.12

				1967	
Strato 8	38.883	8.15	26.9415	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 9	37.886	8.85	26.443	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 10	24.925	9.55	19.9625	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 11	30.907	10.35	22.9535	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 12	35.892	11.05	25.446	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 13	30.907	11.75	22.9535	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 14	35.892	12.45	25.446	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 15	18.943	13.15	16.9715	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.22
Strato 16	26.919	13.95	20.9595	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 17	55.832	14.65	35.416	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 18	99.7	15.25	57.35	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 19	89.73	15.75	52.365	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO
Prova eseguita in data 10/09/2010
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi
2.85	2
3.00	1
3.15	5
3.65	9
3.80	14
3.95	18
4.15	6
4.30	9
4.45	10
4.85	5
5.00	7
5.15	7
5.55	5
5.70	6
5.85	7
6.65	5
6.80	11
6.95	15
7.35	7
7.50	19
7.65	50
8.05	14
8.20	16

8.35	50
8.75	5
8.90	6
9.05	6
9.65	4
9.80	5
9.95	6
10.65	6
10.80	4
10.95	7
11.70	4
11.85	9
12.00	10
12.45	4
12.60	8
12.75	8
13.35	4
13.50	8
13.65	12
14.30	20
14.45	18
14.60	22
15.05	40
15.20	19
15.35	50
16.15	10
16.30	10
16.45	26
18.65	15
18.80	18
18.95	19

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3
TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	5.982	3.15	5.982	Schultze & Menzenbach (1961)	53.86
Strato 2	31.904	3.95	23.452	Schultze & Menzenbach (1961)	60.03
Strato 3	18.943	4.45	16.9715	Schultze & Menzenbach (1961)	57.96
Strato 4	13.958	5.15	13.958	Schultze & Menzenbach (1961)	56.65
Strato 5	12.961	5.85	12.961	Schultze & Menzenbach (1961)	55.57
Strato 6	25.922	6.95	20.461	Schultze & Menzenbach (1961)	57.69
Strato 7	68.793	7.65	41.8965	Schultze & Menzenbach (1961)	61.34

Strato 8	65.802	8.35	40.401	Schultze & Menzenbach (1961)	60.63
Strato 9	11.964	9.05	11.964	Schultze & Menzenbach (1961)	53.61
Strato 10	10.967	9.95	10.967	Schultze & Menzenbach (1961)	52.94
Strato 11	10.967	10.95	10.967	Schultze & Menzenbach (1961)	52.52
Strato 12	18.943	12.00	16.9715	Schultze & Menzenbach (1961)	54.8
Strato 13	15.952	12.75	15.476	Schultze & Menzenbach (1961)	54.11
Strato 14	19.94	13.65	17.47	Schultze & Menzenbach (1961)	54.56
Strato 15	39.88	14.60	27.44	Schultze & Menzenbach (1961)	57.17
Strato 16	68.793	15.35	41.8965	Schultze & Menzenbach (1961)	59.2
Strato 17	35.892	16.45	25.446	Schultze & Menzenbach (1961)	56
Strato 18	36.889	18.95	25.9445	Schultze & Menzenbach (1961)	55.54

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	5.982	3.15	5.982	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.71
Strato 2	31.904	3.95	23.452	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.7
Strato 3	18.943	4.45	16.9715	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.85
Strato 4	13.958	5.15	13.958	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30.99
Strato 5	12.961	5.85	12.961	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30.7
Strato 6	25.922	6.95	20.461	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.85
Strato 7	68.793	7.65	41.8965	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	38.97
Strato 8	65.802	8.35	40.401	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	38.54
Strato 9	11.964	9.05	11.964	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30.42
Strato 10	10.967	9.95	10.967	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30.13
Strato 11	10.967	10.95	10.967	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30.13
Strato 12	18.943	12.00	16.9715	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.85

Strato 13	15.952	12.75	15.476	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.42
Strato 14	19.94	13.65	17.47	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.99
Strato 15	39.88	14.60	27.44	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.84
Strato 16	68.793	15.35	41.8965	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	38.97
Strato 17	35.892	16.45	25.446	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.27
Strato 18	36.889	18.95	25.9445	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.41

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	5.982	3.15	5.982	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	7.53
Strato 2	31.904	3.95	23.452	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	27.21
Strato 3	18.943	4.45	16.9715	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	19.71
Strato 4	13.958	5.15	13.958	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	16.22
Strato 5	12.961	5.85	12.961	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	15.07
Strato 6	25.922	6.95	20.461	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	23.75
Strato 7	68.793	7.65	41.8965	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	48.55
Strato 8	65.802	8.35	40.401	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	46.82
Strato 9	11.964	9.05	11.964	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	13.91
Strato 10	10.967	9.95	10.967	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	12.76
Strato 11	10.967	10.95	10.967	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	12.76
Strato 12	18.943	12.00	16.9715	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	19.71
Strato 13	15.952	12.75	15.476	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	17.98
Strato 14	19.94	13.65	17.47	Schultze-	20.29

				Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	
Strato 15	39.88	14.60	27.44	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	31.82
Strato 16	68.793	15.35	41.8965	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	48.55
Strato 17	35.892	16.45	25.446	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	29.51
Strato 18	36.889	18.95	25.9445	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	30.09

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	5.982	3.15	5.982	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	3.90
Strato 2	31.904	3.95	23.452	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.42
Strato 3	18.943	4.45	16.9715	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.11
Strato 4	13.958	5.15	13.958	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5.50
Strato 5	12.961	5.85	12.961	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5.30
Strato 6	25.922	6.95	20.461	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.81
Strato 7	68.793	7.65	41.8965	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11.13
Strato 8	65.802	8.35	40.401	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	10.83
Strato 9	11.964	9.05	11.964	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5.10
Strato 10	10.967	9.95	10.967	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4.90
Strato 11	10.967	10.95	10.967	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4.90
Strato 12	18.943	12.00	16.9715	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.11
Strato 13	15.952	12.75	15.476	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5.81
Strato 14	19.94	13.65	17.47	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.21
Strato 15	39.88	14.60	27.44	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.22
Strato 16	68.793	15.35	41.8965	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11.13
Strato 17	35.892	16.45	25.446	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.82
Strato 18	36.889	18.95	25.9445	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.92

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	5.982	3.15	5.982	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	31.904	3.95	23.452	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Strato 3	18.943	4.45	16.9715	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	13.958	5.15	13.958	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	12.961	5.85	12.961	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 6	25.922	6.95	20.461	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 7	68.793	7.65	41.8965	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 8	65.802	8.35	40.401	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 9	11.964	9.05	11.964	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 10	10.967	9.95	10.967	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 11	10.967	10.95	10.967	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 12	18.943	12.00	16.9715	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 13	15.952	12.75	15.476	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 14	19.94	13.65	17.47	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 15	39.88	14.60	27.44	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 16	68.793	15.35	41.8965	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 17	35.892	16.45	25.446	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 18	36.889	18.95	25.9445	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	5.982	3.15	5.982	Meyerhof ed altri	15.49
Strato 2	31.904	3.95	23.452	Meyerhof ed altri	20.10
Strato 3	18.943	4.45	16.9715	Meyerhof ed altri	18.93
Strato 4	13.958	5.15	13.958	Meyerhof ed altri	18.14
Strato 5	12.961	5.85	12.961	Meyerhof ed altri	17.85
Strato 6	25.922	6.95	20.461	Meyerhof ed altri	19.61
Strato 7	68.793	7.65	41.8965	Meyerhof ed altri	21.67
Strato 8	65.802	8.35	40.401	Meyerhof ed altri	21.57
Strato 9	11.964	9.05	11.964	Meyerhof ed altri	17.55
Strato 10	10.967	9.95	10.967	Meyerhof ed altri	17.26
Strato 11	10.967	10.95	10.967	Meyerhof ed altri	17.26
Strato 12	18.943	12.00	16.9715	Meyerhof ed altri	18.93
Strato 13	15.952	12.75	15.476	Meyerhof ed altri	18.53
Strato 14	19.94	13.65	17.47	Meyerhof ed altri	19.02
Strato 15	39.88	14.60	27.44	Meyerhof ed altri	20.69
Strato 16	68.793	15.35	41.8965	Meyerhof ed altri	21.67
Strato 17	35.892	16.45	25.446	Meyerhof ed altri	20.40
Strato 18	36.889	18.95	25.9445	Meyerhof ed altri	20.50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	5.982	3.15	5.982	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.53
Strato 2	31.904	3.95	23.452	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Strato 3	18.943	4.45	16.9715	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.22
Strato 4	13.958	5.15	13.958	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.02
Strato 5	12.961	5.85	12.961	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.02
Strato 6	25.922	6.95	20.461	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 7	68.793	7.65	41.8965	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 8	65.802	8.35	40.401	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 9	11.964	9.05	11.964	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.93
Strato 10	10.967	9.95	10.967	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.83
Strato 11	10.967	10.95	10.967	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.83
Strato 12	18.943	12.00	16.9715	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.22
Strato 13	15.952	12.75	15.476	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.12
Strato 14	19.94	13.65	17.47	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.22
Strato 15	39.88	14.60	27.44	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 16	68.793	15.35	41.8965	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 17	35.892	16.45	25.446	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 18	36.889	18.95	25.9445	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO
Prova eseguita in data 10/09/2010
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi
2.25	6
2.40	10
2.55	12
3.65	5
3.80	14
3.95	16
5.15	11
5.30	14
5.45	16
6.65	12
6.80	14
6.95	25
8.15	8
8.30	12
8.45	14
9.65	9
9.80	13

9.95	13
10.95	10
11.10	10
11.25	25
12.05	6
12.20	33
12.35	50
12.65	14
12.80	18
12.95	50
14.15	37
14.30	32
14.45	50
15.25	27
15.40	50
15.55	50

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4
TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	21.934	2.55	21.934	Schultze & Menzenbach (1961)	60.93
Strato 2	29.91	3.95	22.455	Schultze & Menzenbach (1961)	59.79
Strato 3	29.91	5.45	22.455	Schultze & Menzenbach (1961)	58.86
Strato 4	38.883	6.95	26.9415	Schultze & Menzenbach (1961)	59.04
Strato 5	25.922	8.45	20.461	Schultze & Menzenbach (1961)	57.1
Strato 6	25.922	9.95	20.461	Schultze & Menzenbach (1961)	56.6
Strato 7	34.895	11.25	24.9475	Schultze & Menzenbach (1961)	57.21
Strato 8	82.751	12.35	48.8755	Schultze & Menzenbach (1961)	60.34
Strato 9	67.796	12.95	41.398	Schultze & Menzenbach (1961)	59.36
Strato 10	81.754	14.45	48.377	Schultze & Menzenbach (1961)	59.83
Strato 11	99.7	15.55	57.35	Schultze & Menzenbach (1961)	60.46

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	21.934	2.55	21.934	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.27
Strato 2	29.91	3.95	22.455	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.42
Strato 3	29.91	5.45	22.455	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.42

Strato 4	38.883	6.95	26.9415	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.7
Strato 5	25.922	8.45	20.461	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.85
Strato 6	25.922	9.95	20.461	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.85
Strato 7	34.895	11.25	24.9475	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.13
Strato 8	82.751	12.35	48.8755	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	40.96
Strato 9	67.796	12.95	41.398	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	38.83
Strato 10	81.754	14.45	48.377	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	40.82
Strato 11	99.7	15.55	57.35	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	43.39

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	21.934	2.55	21.934	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	25.45
Strato 2	29.91	3.95	22.455	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	26.05
Strato 3	29.91	5.45	22.455	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	26.05
Strato 4	38.883	6.95	26.9415	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	31.24
Strato 5	25.922	8.45	20.461	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	23.75
Strato 6	25.922	9.95	20.461	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	23.75
Strato 7	34.895	11.25	24.9475	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	28.94
Strato 8	82.751	12.35	48.8755	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	56.63
Strato 9	67.796	12.95	41.398	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	47.97
Strato 10	81.754	14.45	48.377	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	56.05
Strato 11	99.7	15.55	57.35	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	66.43

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	21.934	2.55	21.934	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.11
Strato 2	29.91	3.95	22.455	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.22
Strato 3	29.91	5.45	22.455	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.22
Strato 4	38.883	6.95	26.9415	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.12
Strato 5	25.922	8.45	20.461	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.81
Strato 6	25.922	9.95	20.461	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.81
Strato 7	34.895	11.25	24.9475	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.72
Strato 8	82.751	12.35	48.8755	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	12.54
Strato 9	67.796	12.95	41.398	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	11.03
Strato 10	81.754	14.45	48.377	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	12.44
Strato 11	99.7	15.55	57.35	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	14.25

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	21.934	2.55	21.934	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	29.91	3.95	22.455	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	29.91	5.45	22.455	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	38.883	6.95	26.9415	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 5	25.922	8.45	20.461	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 6	25.922	9.95	20.461	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 7	34.895	11.25	24.9475	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 8	82.751	12.35	48.8755	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 9	67.796	12.95	41.398	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 10	81.754	14.45	48.377	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 11	99.7	15.55	57.35	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	21.934	2.55	21.934	Meyerhof ed altri	19.91
Strato 2	29.91	3.95	22.455	Meyerhof ed altri	20.01
Strato 3	29.91	5.45	22.455	Meyerhof ed altri	20.01
Strato 4	38.883	6.95	26.9415	Meyerhof ed altri	20.59
Strato 5	25.922	8.45	20.461	Meyerhof ed altri	19.61
Strato 6	25.922	9.95	20.461	Meyerhof ed altri	19.61
Strato 7	34.895	11.25	24.9475	Meyerhof ed altri	20.40

Strato 8	82.751	12.35	48.8755	Meyerhof ed altri	21.87
Strato 9	67.796	12.95	41.398	Meyerhof ed altri	21.67
Strato 10	81.754	14.45	48.377	Meyerhof ed altri	21.87
Strato 11	99.7	15.55	57.35	Meyerhof ed altri	22.26

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	21.934	2.55	21.934	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 2	29.91	3.95	22.455	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 3	29.91	5.45	22.455	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	38.883	6.95	26.9415	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 5	25.922	8.45	20.461	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 6	25.922	9.95	20.461	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 7	34.895	11.25	24.9475	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 8	82.751	12.35	48.8755	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 9	67.796	12.95	41.398	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 10	81.754	14.45	48.377	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 11	99.7	15.55	57.35	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

PROVA ... Nr.5

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO
Prova eseguita in data 10/09/2010
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi
2.25	2
2.40	2
2.55	4
2.85	15
3.00	17
3.15	15
4.55	13
4.70	15
4.85	50
5.65	15
5.80	21
5.95	9
6.35	16
6.50	32
6.65	50
7.85	12
8.00	11
8.15	10
9.35	8
9.50	8

9.65	8
12.15	11
12.30	16
12.45	23
13.75	25
13.90	18
14.05	25
15.35	6
15.50	7
15.65	11
16.85	9
17.00	14
17.15	18
18.45	14
18.60	22
18.75	28

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5
TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	5.982	2.55	5.982	Schultze & Menzenbach (1961)	54.55
Strato 2	31.904	3.15	23.452	Schultze & Menzenbach (1961)	60.65
Strato 3	64.805	4.85	39.9025	Schultze & Menzenbach (1961)	61.95
Strato 4	29.91	5.95	22.455	Schultze & Menzenbach (1961)	58.6
Strato 5	81.754	6.65	48.377	Schultze & Menzenbach (1961)	62.01
Strato 6	20.937	8.15	17.9685	Schultze & Menzenbach (1961)	56.56
Strato 7	15.952	9.65	15.476	Schultze & Menzenbach (1961)	55.27
Strato 8	38.883	12.45	26.9415	Schultze & Menzenbach (1961)	57.3
Strato 9	42.871	14.05	28.9355	Schultze & Menzenbach (1961)	57.3
Strato 10	17.946	15.65	16.473	Schultze & Menzenbach (1961)	54.02
Strato 11	31.904	17.15	23.452	Schultze & Menzenbach (1961)	55.59
Strato 12	49.85	18.75	32.425	Schultze & Menzenbach (1961)	56.99

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	5.982	2.55	5.982	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.71
Strato 2	31.904	3.15	23.452	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.7
Strato 3	64.805	4.85	39.9025	Peck-Hanson-	38.4

				Thornburn-Meyerhof 1956	
Strato 4	29.91	5.95	22.455	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.42
Strato 5	81.754	6.65	48.377	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	40.82
Strato 6	20.937	8.15	17.9685	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.13
Strato 7	15.952	9.65	15.476	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.42
Strato 8	38.883	12.45	26.9415	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.7
Strato 9	42.871	14.05	28.9355	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	35.27
Strato 10	17.946	15.65	16.473	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.71
Strato 11	31.904	17.15	23.452	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.7
Strato 12	49.85	18.75	32.425	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	36.26

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	5.982	2.55	5.982	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	7.53
Strato 2	31.904	3.15	23.452	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	27.21
Strato 3	64.805	4.85	39.9025	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	46.24
Strato 4	29.91	5.95	22.455	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	26.05
Strato 5	81.754	6.65	48.377	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	56.05
Strato 6	20.937	8.15	17.9685	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	20.86
Strato 7	15.952	9.65	15.476	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	17.98
Strato 8	38.883	12.45	26.9415	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	31.24
Strato 9	42.871	14.05	28.9355	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	33.55
Strato 10	17.946	15.65	16.473	Schultze-Menzenbach (Sabbia	19.13

				ghiaiosa)	
Strato 11	31.904	17.15	23.452	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	27.21
Strato 12	49.85	18.75	32.425	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	37.59

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	5.982	2.55	5.982	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	3.90
Strato 2	31.904	3.15	23.452	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.42
Strato 3	64.805	4.85	39.9025	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	10.73
Strato 4	29.91	5.95	22.455	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.22
Strato 5	81.754	6.65	48.377	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	12.44
Strato 6	20.937	8.15	17.9685	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.31
Strato 7	15.952	9.65	15.476	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5.81
Strato 8	38.883	12.45	26.9415	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.12
Strato 9	42.871	14.05	28.9355	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.52
Strato 10	17.946	15.65	16.473	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.01
Strato 11	31.904	17.15	23.452	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.42
Strato 12	49.85	18.75	32.425	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	9.23

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	5.982	2.55	5.982	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	31.904	3.15	23.452	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 3	64.805	4.85	39.9025	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 4	29.91	5.95	22.455	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	81.754	6.65	48.377	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 6	20.937	8.15	17.9685	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 7	15.952	9.65	15.476	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 8	38.883	12.45	26.9415	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 9	42.871	14.05	28.9355	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 10	17.946	15.65	16.473	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 11	31.904	17.15	23.452	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 12	49.85	18.75	32.425	Classificazione	ADDENSATO

				A.G.I. 1977	

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	5.982	2.55	5.982	Meyerhof ed altri	15.49
Strato 2	31.904	3.15	23.452	Meyerhof ed altri	20.10
Strato 3	64.805	4.85	39.9025	Meyerhof ed altri	21.57
Strato 4	29.91	5.95	22.455	Meyerhof ed altri	20.01
Strato 5	81.754	6.65	48.377	Meyerhof ed altri	21.87
Strato 6	20.937	8.15	17.9685	Meyerhof ed altri	19.12
Strato 7	15.952	9.65	15.476	Meyerhof ed altri	18.53
Strato 8	38.883	12.45	26.9415	Meyerhof ed altri	20.59
Strato 9	42.871	14.05	28.9355	Meyerhof ed altri	20.79
Strato 10	17.946	15.65	16.473	Meyerhof ed altri	18.83
Strato 11	31.904	17.15	23.452	Meyerhof ed altri	20.10
Strato 12	49.85	18.75	32.425	Meyerhof ed altri	21.18

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	5.982	2.55	5.982	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.53
Strato 2	31.904	3.15	23.452	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 3	64.805	4.85	39.9025	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	29.91	5.95	22.455	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 5	81.754	6.65	48.377	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 6	20.937	8.15	17.9685	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.32
Strato 7	15.952	9.65	15.476	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.12
Strato 8	38.883	12.45	26.9415	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 9	42.871	14.05	28.9355	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 10	17.946	15.65	16.473	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.22
Strato 11	31.904	17.15	23.452	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 12	49.85	18.75	32.425	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO
Prova eseguita in data 10/09/2010
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi
2.15	8
2.30	7
2.45	8
3.05	12
3.20	14
3.35	12
4.25	25
4.40	16
4.55	15

5.55	22
5.70	21
5.85	21
6.65	12
6.80	10
6.95	12
7.25	12
7.40	15
7.55	14
8.75	15
8.90	8
9.05	12
10.15	12
10.30	11
10.45	8
10.85	3
11.00	4
11.15	6
12.35	13
12.50	12
12.65	13
14.35	24
14.50	22
14.65	22
15.60	15
15.75	15
15.90	18

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6
TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	14.955	2.45	14.955	Schultze & Menzenbach (1961)	59.27
Strato 2	25.922	3.35	20.461	Schultze & Menzenbach (1961)	59.84
Strato 3	30.907	4.55	22.9535	Schultze & Menzenbach (1961)	59.49
Strato 4	41.874	5.85	28.437	Schultze & Menzenbach (1961)	59.79
Strato 5	21.934	6.95	18.467	Schultze & Menzenbach (1961)	57.18
Strato 6	28.913	7.55	21.9565	Schultze & Menzenbach (1961)	57.78
Strato 7	19.94	9.05	17.47	Schultze & Menzenbach (1961)	56.09
Strato 8	18.943	10.45	16.9715	Schultze & Menzenbach (1961)	55.49
Strato 9	9.969999	11.15	9.969999	Schultze & Menzenbach (1961)	52.44
Strato 10	24.925	12.65	19.9625	Schultze & Menzenbach (1961)	55.72

Strato 11	43.868	14.65	29.434	Schultze & Menzenbach (1961)	57.25
Strato 12	32.901	15.90	23.9505	Schultze & Menzenbach (1961)	55.94

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	14.955	2.45	14.955	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.27
Strato 2	25.922	3.35	20.461	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.85
Strato 3	30.907	4.55	22.9535	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.56
Strato 4	41.874	5.85	28.437	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	35.12
Strato 5	21.934	6.95	18.467	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.28
Strato 6	28.913	7.55	21.9565	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.27
Strato 7	19.94	9.05	17.47	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.99
Strato 8	18.943	10.45	16.9715	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.85
Strato 9	9.969999	11.15	9.969999	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29.85
Strato 10	24.925	12.65	19.9625	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.7
Strato 11	43.868	14.65	29.434	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	35.41
Strato 12	32.901	15.90	23.9505	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.84

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	14.955	2.45	14.955	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	17.37
Strato 2	25.922	3.35	20.461	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	23.75
Strato 3	30.907	4.55	22.9535	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	26.63
Strato 4	41.874	5.85	28.437	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	32.98
Strato 5	21.934	6.95	18.467	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	21.44

Strato 6	28.913	7.55	21.9565	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	25.48
Strato 7	19.94	9.05	17.47	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	20.29
Strato 8	18.943	10.45	16.9715	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	19.71
Strato 9	9.969999	11.15	9.969999	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	11.61
Strato 10	24.925	12.65	19.9625	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	23.17
Strato 11	43.868	14.65	29.434	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	34.13
Strato 12	32.901	15.90	23.9505	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	27.78

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	14.955	2.45	14.955	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5.71
Strato 2	25.922	3.35	20.461	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.81
Strato 3	30.907	4.55	22.9535	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.32
Strato 4	41.874	5.85	28.437	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.42
Strato 5	21.934	6.95	18.467	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.41
Strato 6	28.913	7.55	21.9565	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.12
Strato 7	19.94	9.05	17.47	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.21
Strato 8	18.943	10.45	16.9715	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.11
Strato 9	9.969999	11.15	9.969999	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4.70
Strato 10	24.925	12.65	19.9625	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.71
Strato 11	43.868	14.65	29.434	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.62
Strato 12	32.901	15.90	23.9505	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.52

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	14.955	2.45	14.955	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	25.922	3.35	20.461	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	30.907	4.55	22.9535	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 4	41.874	5.85	28.437	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 5	21.934	6.95	18.467	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Strato 6	28.913	7.55	21.9565	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 7	19.94	9.05	17.47	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 8	18.943	10.45	16.9715	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 9	9.969999	11.15	9.969999	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 10	24.925	12.65	19.9625	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 11	43.868	14.65	29.434	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 12	32.901	15.90	23.9505	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	14.955	2.45	14.955	Meyerhof ed altri	18.44
Strato 2	25.922	3.35	20.461	Meyerhof ed altri	19.61
Strato 3	30.907	4.55	22.9535	Meyerhof ed altri	20.10
Strato 4	41.874	5.85	28.437	Meyerhof ed altri	20.79
Strato 5	21.934	6.95	18.467	Meyerhof ed altri	19.22
Strato 6	28.913	7.55	21.9565	Meyerhof ed altri	19.91
Strato 7	19.94	9.05	17.47	Meyerhof ed altri	19.02
Strato 8	18.943	10.45	16.9715	Meyerhof ed altri	18.93
Strato 9	9.969999	11.15	9.969999	Meyerhof ed altri	16.97
Strato 10	24.925	12.65	19.9625	Meyerhof ed altri	19.52
Strato 11	43.868	14.65	29.434	Meyerhof ed altri	20.89
Strato 12	32.901	15.90	23.9505	Meyerhof ed altri	20.20

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	14.955	2.45	14.955	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.12
Strato 2	25.922	3.35	20.461	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 3	30.907	4.55	22.9535	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	41.874	5.85	28.437	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 5	21.934	6.95	18.467	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.32
Strato 6	28.913	7.55	21.9565	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 7	19.94	9.05	17.47	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.22
Strato 8	18.943	10.45	16.9715	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.22
Strato 9	9.969999	11.15	9.969999	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.83
Strato 10	24.925	12.65	19.9625	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 11	43.868	14.65	29.434	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 12	32.901	15.90	23.9505	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Comune di Sarzana

PROVINCIA DELLA SPEZIA

Adeguamento statico-sismico
allo stato limite
di salvaguardia
della vita umana
ed attività connesse
del Complesso Scolastico
Parentucelli-Arzelà
sito in Piazza Ricchetti
Via dei Molini
nel Comune di Sarzana

Prove penetrometriche

ELABORATO:
-

SCALA:
-

Committente:
Provincia della Spezia
Settore Lavori Pubblici e Patrimonio

A cura di:
Dr. Geol. Matteo Angiolini

aprile 2011

Dr. Geol. Matteo Angiolini
Via A. Corradi, 1
19020 BEVERINO (SP)
Tel. 0187.883282
Cell. 347.1280686
e-mail: matteoangiolini@yahoo.it
C.F.: NGL MTT 78 E 15 E 46 3T
P.iva: 01214470112

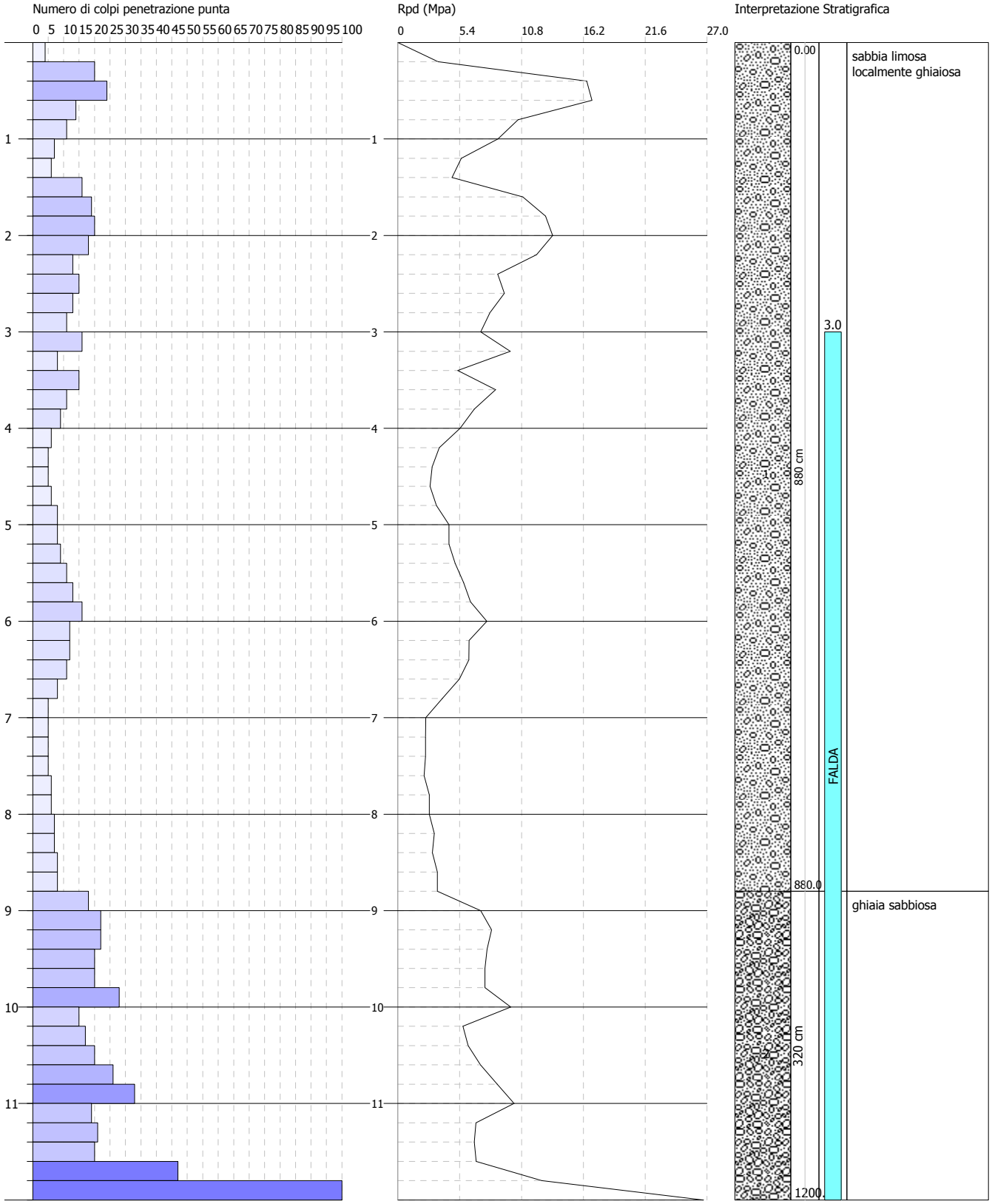
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Provincia della Spezia
Cantiere: Sarzana
Località: Sarzana

Data: 13/09/2010

Scala 1:58



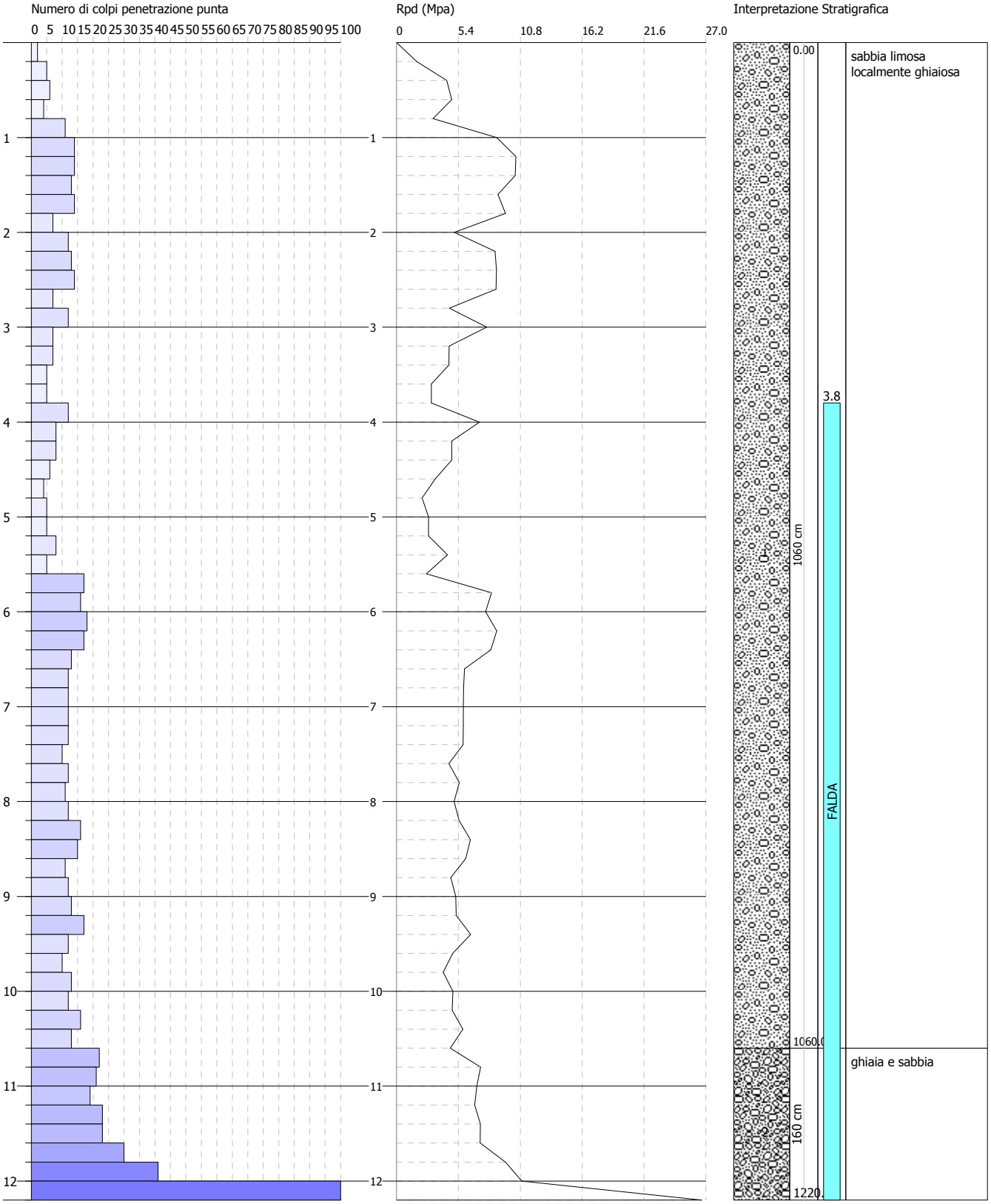
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Provincia della Spezia
Cantiere: Sarzana
Località: Sarzana

Data: 13/09/2010

Scala 1:59



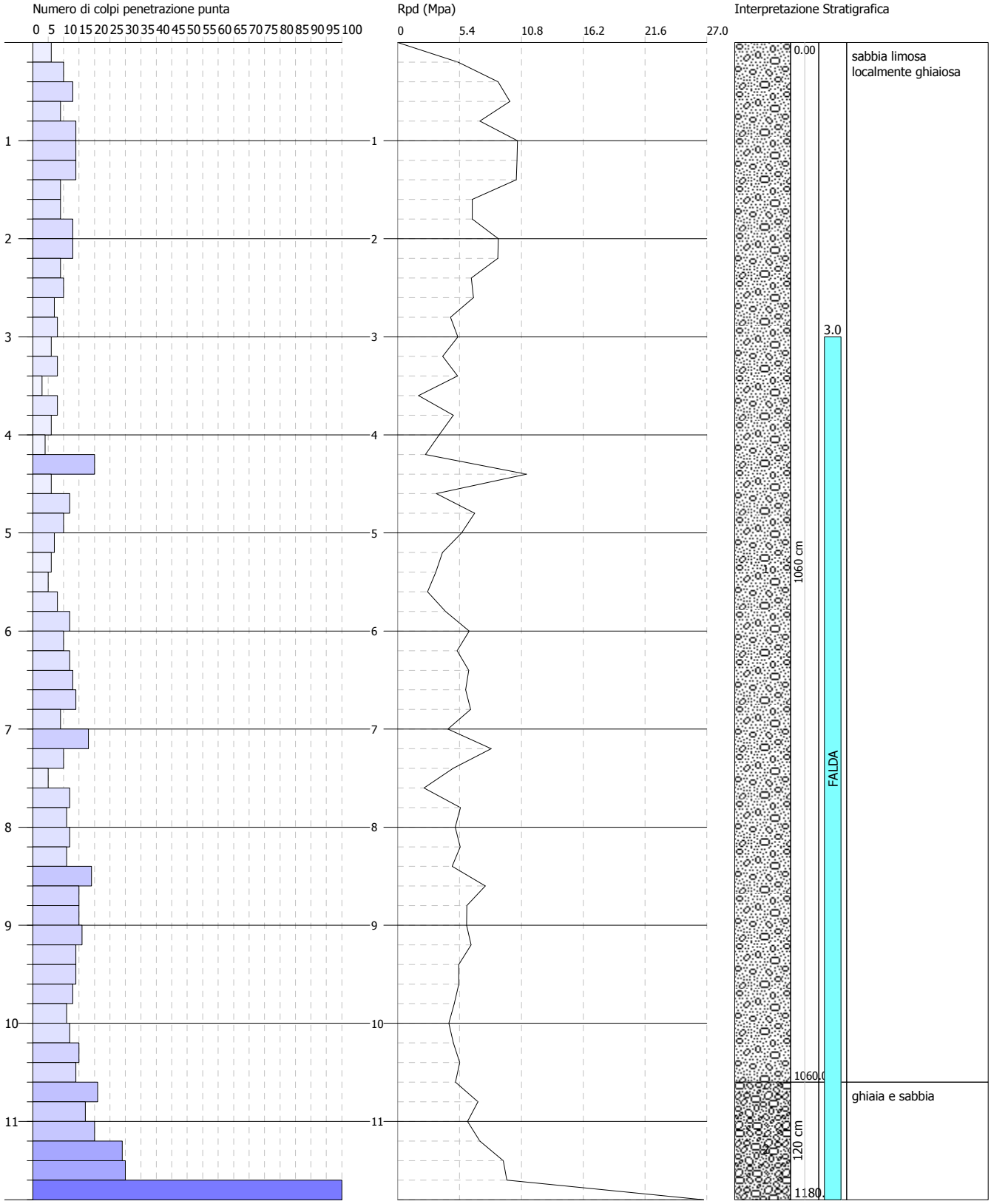
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

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

Committente: Provincia della Spezia
Cantiere: Sarzana
Località: Sarzana

Data: 13/09/2010

Scala 1:57



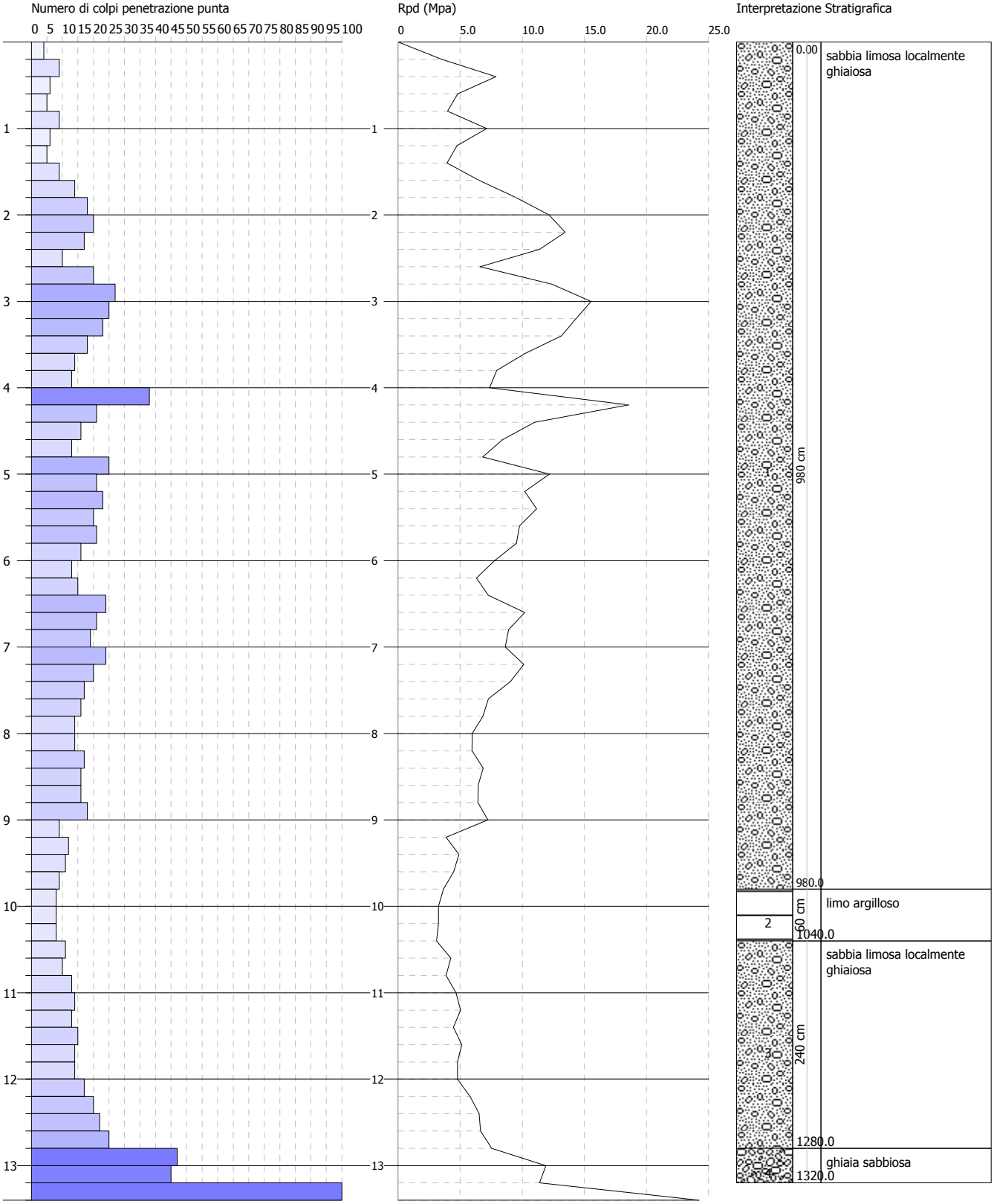
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Provincia della Spezia
Cantiere: Sarzana
Località: Sarzana

Data: 13/09/2010

Scala 1:65



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Provincia della Spezia
Cantiere: Sarzana
Località: Sarzana

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

		Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg		
Altezza di caduta libera	0.75 m		
Peso sistema di battuta	0.63 Kg		
Diametro punta conica	51.00 mm		
Area di base punta	20.43 cm²		
Lunghezza delle aste	1 m		
Peso aste a metro	6.31 Kg/m		
Profondità giunzione prima asta	0.40 m		
Avanzamento punta	0.20 m		
Numero colpi per punta	N(20)		
Coeff. Correlazione	1.489		
Rivestimento/fanghi	No		
Angolo di apertura punta	90 °		

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (DYNAMIC PROBING)

DPSH – DPM (... scpt ecc.)

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

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

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 13/09/2010
Profondità prova 12.00 mt
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	4	0.855	3.52	4.12	176.13	206.08
0.40	20	0.801	16.50	20.61	825.13	1030.41
0.60	24	0.747	16.95	22.70	847.73	1134.84
0.80	14	0.793	10.50	13.24	525.18	661.99
1.00	11	0.840	8.74	10.40	436.78	520.13
1.20	7	0.836	5.54	6.62	276.80	330.99
1.40	6	0.833	4.73	5.67	236.29	283.71
1.60	16	0.780	10.90	13.98	544.97	699.08
1.80	19	0.776	12.89	16.60	644.48	830.16
2.00	20	0.773	13.51	17.48	675.65	873.85
2.20	18	0.770	12.11	15.73	605.68	786.47
2.40	13	0.767	8.71	11.36	435.74	568.01
2.60	15	0.764	9.31	12.18	465.51	609.12

2.80	13	0.761	8.04	10.56	401.96	527.90
3.00	11	0.809	7.22	8.93	361.22	446.69
3.20	16	0.756	9.82	12.99	491.19	649.72
3.40	8	0.803	5.22	6.50	261.00	324.86
3.60	15	0.751	8.54	11.38	427.21	568.95
3.80	11	0.798	6.66	8.34	333.12	417.23
4.00	9	0.796	5.43	6.83	271.74	341.37
4.20	6	0.794	3.61	4.55	180.63	227.58
4.40	5	0.791	3.00	3.79	150.09	189.65
4.60	5	0.789	2.81	3.56	140.42	177.92
4.80	6	0.787	3.36	4.27	168.04	213.50
5.00	8	0.785	4.47	5.69	223.47	284.66
5.20	8	0.783	4.46	5.69	222.89	284.66
5.40	9	0.781	5.00	6.40	250.13	320.25
5.60	11	0.779	5.74	7.37	287.20	368.61
5.80	13	0.727	6.34	8.71	316.82	435.63
6.00	16	0.725	7.78	10.72	388.97	536.16
6.20	12	0.774	6.22	8.04	311.13	402.12
6.40	12	0.772	6.21	8.04	310.44	402.12
6.60	11	0.770	5.37	6.97	268.33	348.31
6.80	8	0.769	3.89	5.07	194.74	253.32
7.00	5	0.767	2.43	3.17	121.46	158.32
7.20	5	0.766	2.42	3.17	121.22	158.32
7.40	5	0.764	2.42	3.17	120.98	158.32
7.60	5	0.763	2.29	3.00	114.45	150.06
7.80	6	0.761	2.74	3.60	137.09	180.08
8.00	6	0.760	2.74	3.60	136.84	180.08
8.20	7	0.759	3.19	4.20	159.37	210.09
8.40	7	0.757	3.18	4.20	159.09	210.09
8.60	8	0.756	3.45	4.56	172.51	228.19
8.80	8	0.755	3.44	4.56	172.22	228.19
9.00	18	0.703	7.22	10.27	361.19	513.43
9.20	22	0.652	8.19	12.55	409.33	627.53
9.40	22	0.651	8.17	12.55	408.59	627.53
9.60	20	0.700	7.61	10.87	380.44	543.53
9.80	20	0.699	7.60	10.87	379.82	543.53
10.00	28	0.648	9.86	15.22	492.86	760.94
10.20	15	0.697	5.68	8.15	283.96	407.64
10.40	17	0.696	6.43	9.24	321.33	462.00
10.60	20	0.694	7.21	10.38	360.42	519.00
10.80	26	0.643	8.68	13.49	434.10	674.70
11.00	33	0.592	10.15	17.13	507.25	856.35
11.20	19	0.691	6.82	9.86	340.85	493.05
11.40	21	0.640	6.98	10.90	348.92	544.95
11.60	20	0.689	6.85	9.93	342.28	496.60
11.80	47	0.538	12.56	23.34	628.11	1167.00
12.00	100	0.537	26.68	49.66	1333.88	2482.98

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1
TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	10.8	8.80	10.8	Schultze & Menzenbach (1961)	53.67
Strato 2	32.01	12.00	23.505	Schultze & Menzenbach (1961)	56.72

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	10.8	8.80	10.8	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30.09
Strato 2	32.01	12.00	23.505	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.72

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	10.8	8.80	10.8	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	12.57
Strato 2	32.01	12.00	23.505	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	27.27

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	10.8	8.80	10.8	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4.87
Strato 2	32.01	12.00	23.505	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	7.43

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	10.8	8.80	10.8	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	32.01	12.00	23.505	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	10.8	8.80	10.8	Meyerhof ed altri	17.26
Strato 2	32.01	12.00	23.505	Meyerhof ed altri	20.10

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	10.8	8.80	10.8	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.83
Strato 2	32.01	12.00	23.505	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 13/09/2010
Profondità prova 12.20 mt
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	2	0.855	1.76	2.06	88.06	103.04
0.40	5	0.851	4.38	5.15	219.16	257.60
0.60	6	0.847	4.81	5.67	240.30	283.71
0.80	4	0.843	3.19	3.78	159.51	189.14
1.00	11	0.840	8.74	10.40	436.78	520.13
1.20	14	0.786	10.41	13.24	520.50	661.99
1.40	14	0.783	10.36	13.24	518.25	661.99
1.60	13	0.780	8.86	11.36	442.79	568.01
1.80	14	0.776	9.50	12.23	474.88	611.70
2.00	7	0.823	5.04	6.12	251.77	305.85
2.20	12	0.820	8.60	10.49	430.00	524.31
2.40	13	0.767	8.71	11.36	435.74	568.01
2.60	14	0.764	8.69	11.37	434.48	568.51
2.80	7	0.811	4.61	5.69	230.65	284.25
3.00	12	0.809	7.88	9.75	394.06	487.29

3.20	7	0.806	4.58	5.69	229.11	284.25
3.40	7	0.803	4.57	5.69	228.37	284.25
3.60	5	0.801	3.04	3.79	151.88	189.65
3.80	5	0.798	3.03	3.79	151.42	189.65
4.00	12	0.796	7.25	9.10	362.32	455.16
4.20	8	0.794	4.82	6.07	240.84	303.44
4.40	8	0.791	4.80	6.07	240.15	303.44
4.60	6	0.789	3.37	4.27	168.50	213.50
4.80	4	0.787	2.24	2.85	112.03	142.33
5.00	5	0.785	2.79	3.56	139.67	177.92
5.20	5	0.783	2.79	3.56	139.31	177.92
5.40	8	0.781	4.45	5.69	222.34	284.66
5.60	5	0.779	2.61	3.35	130.54	167.55
5.80	17	0.727	8.29	11.39	414.31	569.67
6.00	16	0.725	7.78	10.72	388.97	536.16
6.20	18	0.724	8.73	12.06	436.53	603.18
6.40	17	0.722	8.23	11.39	411.31	569.67
6.60	13	0.720	5.93	8.23	296.53	411.64
6.80	12	0.769	5.84	7.60	292.11	379.98
7.00	12	0.767	5.83	7.60	291.51	379.98
7.20	12	0.766	5.82	7.60	290.93	379.98
7.40	12	0.764	5.81	7.60	290.36	379.98
7.60	10	0.763	4.58	6.00	228.91	300.13
7.80	12	0.761	5.48	7.20	274.18	360.15
8.00	11	0.760	5.02	6.60	250.88	330.14
8.20	12	0.759	5.46	7.20	273.20	360.15
8.40	16	0.707	6.79	9.60	339.62	480.20
8.60	15	0.706	6.04	8.56	302.06	427.86
8.80	11	0.755	4.74	6.28	236.80	313.76
9.00	12	0.753	5.16	6.85	257.91	342.29
9.20	13	0.702	5.21	7.42	260.42	370.81
9.40	17	0.701	6.80	9.70	339.97	484.91
9.60	12	0.750	4.89	6.52	244.57	326.12
9.80	10	0.749	4.07	5.44	203.50	271.76
10.00	13	0.698	4.93	7.07	246.49	353.29
10.20	12	0.747	4.87	6.52	243.48	326.12
10.40	16	0.696	6.05	8.70	302.42	434.82
10.60	13	0.694	4.69	6.75	234.27	337.35
10.80	22	0.643	7.35	11.42	367.31	570.90
11.00	21	0.642	7.00	10.90	350.04	544.95
11.20	19	0.691	6.82	9.86	340.85	493.05
11.40	23	0.640	7.64	11.94	382.15	596.85
11.60	23	0.639	7.30	11.42	365.06	571.08
11.80	30	0.638	9.51	14.90	475.41	744.89
12.00	41	0.537	10.94	20.36	546.89	1018.02
12.20	100	0.536	26.63	49.66	1331.35	2482.98

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2
TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	9.46	10.60	9.46	Schultze & Menzenbach (1961)	52.33
Strato 2	40.11	12.20	27.555	Schultze & Menzenbach (1961)	57.47

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	9.46	10.60	9.46	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29.7
Strato 2	40.11	12.20	27.555	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.87

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	9.46	10.60	9.46	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	11.02
Strato 2	40.11	12.20	27.555	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	31.95

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	9.46	10.60	9.46	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4.60
Strato 2	40.11	12.20	27.555	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.24

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	9.46	10.60	9.46	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	40.11	12.20	27.555	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	9.46	10.60	9.46	Meyerhof ed altri	16.77
Strato 2	40.11	12.20	27.555	Meyerhof ed altri	20.69

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	9.46	10.60	9.46	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.73
Strato 2	40.11	12.20	27.555	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 13/09/2010
Profondità prova 11.80 mt
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	6	0.855	5.28	6.18	264.19	309.12
0.40	10	0.851	8.77	10.30	438.32	515.21
0.60	13	0.797	9.80	12.29	489.92	614.70
0.80	9	0.843	7.18	8.51	358.89	425.56
1.00	14	0.790	10.46	13.24	522.81	661.99
1.20	14	0.786	10.41	13.24	520.50	661.99

1.40	14	0.783	10.36	13.24	518.25	661.99
1.60	9	0.830	6.52	7.86	326.21	393.23
1.80	9	0.826	6.50	7.86	324.94	393.23
2.00	13	0.773	8.78	11.36	439.17	568.01
2.20	13	0.770	8.75	11.36	437.43	568.01
2.40	9	0.817	6.43	7.86	321.33	393.23
2.60	10	0.814	6.61	8.12	330.65	406.08
2.80	7	0.811	4.61	5.69	230.65	284.25
3.00	8	0.809	5.25	6.50	262.71	324.86
3.20	6	0.806	3.93	4.87	196.38	243.65
3.40	8	0.803	5.22	6.50	261.00	324.86
3.60	3	0.801	1.82	2.28	91.13	113.79
3.80	8	0.798	4.85	6.07	242.27	303.44
4.00	6	0.796	3.62	4.55	181.16	227.58
4.20	4	0.794	2.41	3.03	120.42	151.72
4.40	20	0.741	11.25	15.17	562.45	758.59
4.60	6	0.789	3.37	4.27	168.50	213.50
4.80	12	0.787	6.72	8.54	336.09	427.00
5.00	10	0.785	5.59	7.12	279.34	355.83
5.20	7	0.783	3.90	4.98	195.03	249.08
5.40	6	0.781	3.34	4.27	166.75	213.50
5.60	5	0.779	2.61	3.35	130.54	167.55
5.80	8	0.777	4.17	5.36	208.37	268.08
6.00	12	0.775	6.24	8.04	311.83	402.12
6.20	10	0.774	5.19	6.70	259.27	335.10
6.40	12	0.772	6.21	8.04	310.44	402.12
6.60	13	0.720	5.93	8.23	296.53	411.64
6.80	14	0.719	6.37	8.87	318.63	443.31
7.00	9	0.767	4.37	5.70	218.63	284.98
7.20	18	0.716	8.16	11.40	407.89	569.97
7.40	10	0.764	4.84	6.33	241.97	316.65
7.60	5	0.763	2.29	3.00	114.45	150.06
7.80	12	0.761	5.48	7.20	274.18	360.15
8.00	11	0.760	5.02	6.60	250.88	330.14
8.20	12	0.759	5.46	7.20	273.20	360.15
8.40	11	0.757	5.00	6.60	250.00	330.14
8.60	19	0.706	7.65	10.84	382.61	541.96
8.80	15	0.705	6.03	8.56	301.52	427.86
9.00	15	0.703	6.02	8.56	301.00	427.86
9.20	16	0.702	6.41	9.13	320.51	456.39
9.40	14	0.701	5.60	7.99	279.98	399.34
9.60	14	0.700	5.33	7.61	266.31	380.47
9.80	13	0.699	4.94	7.07	246.89	353.29
10.00	11	0.748	4.47	5.98	223.52	298.94
10.20	12	0.747	4.87	6.52	243.48	326.12
10.40	15	0.696	5.67	8.15	283.52	407.64
10.60	14	0.694	5.05	7.27	252.29	363.30
10.80	21	0.643	7.01	10.90	350.62	544.95
11.00	17	0.692	6.11	8.82	305.43	441.15
11.20	20	0.691	7.18	10.38	358.79	519.00
11.40	29	0.640	9.64	15.05	481.84	752.55
11.60	30	0.639	9.52	14.90	476.17	744.89
11.80	100	0.538	26.73	49.66	1336.41	2482.98

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3
TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	10.3	10.60	10.3	Schultze & Menzenbach (1961)	52.8

Strato 2	39.58	11.80	27.29	Schultze & Menzenbach (1961)	57.52

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	10.3	10.60	10.3	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29.94
Strato 2	39.58	11.80	27.29	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.8

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	10.3	10.60	10.3	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	11.99
Strato 2	39.58	11.80	27.29	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	31.65

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	10.3	10.60	10.3	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	4.77
Strato 2	39.58	11.80	27.29	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	8.19

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	10.3	10.60	10.3	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	39.58	11.80	27.29	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	10.3	10.60	10.3	Meyerhof ed altri	17.06
Strato 2	39.58	11.80	27.29	Meyerhof ed altri	20.69

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	10.3	10.60	10.3	Terzaghi-Peck 1948-1967	18.83
Strato 2	39.58	11.80	27.29	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 13/09/2010
Profondità prova 13.40 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.20	4	0.855	3.52	4.12	176.13	206.08
0.40	9	0.851	7.89	9.27	394.49	463.69
0.60	6	0.847	4.81	5.67	240.30	283.71
0.80	5	0.843	3.99	4.73	199.38	236.42
1.00	9	0.840	7.15	8.51	357.37	425.56
1.20	6	0.836	4.75	5.67	237.26	283.71
1.40	5	0.833	3.94	4.73	196.91	236.42
1.60	9	0.830	6.52	7.86	326.21	393.23

1.80	14	0.776	9.50	12.23	474.88	611.70
2.00	18	0.773	12.16	15.73	608.09	786.47
2.20	20	0.770	13.46	17.48	672.98	873.85
2.40	17	0.767	11.40	14.86	569.82	742.78
2.60	10	0.814	6.61	8.12	330.65	406.08
2.80	20	0.761	12.37	16.24	618.39	812.16
3.00	27	0.709	15.54	21.93	777.00	1096.41
3.20	25	0.706	14.33	20.30	716.73	1015.20
3.40	23	0.703	13.14	18.68	656.96	933.98
3.60	18	0.751	10.25	13.65	512.65	682.74
3.80	14	0.748	7.95	10.62	397.42	531.02
4.00	13	0.746	7.36	9.86	367.85	493.09
4.20	38	0.644	18.56	28.83	927.78	1441.33
4.40	21	0.691	11.01	15.93	550.75	796.52
4.60	16	0.739	8.42	11.39	420.87	569.33
4.80	13	0.737	6.82	9.25	340.97	462.58
5.00	25	0.685	12.19	17.79	609.38	889.58
5.20	21	0.683	10.21	14.94	510.37	747.24
5.40	23	0.681	11.15	16.37	557.37	818.41
5.60	20	0.729	9.77	13.40	488.66	670.20
5.80	21	0.677	9.53	14.07	476.61	703.71
6.00	16	0.725	7.78	10.72	388.97	536.16
6.20	13	0.724	6.31	8.71	315.27	435.63
6.40	15	0.722	7.26	10.05	362.92	502.65
6.60	24	0.670	10.19	15.20	509.44	759.96
6.80	21	0.669	8.89	13.30	444.69	664.96
7.00	19	0.717	8.63	12.03	431.48	601.63
7.20	24	0.666	10.12	15.20	505.86	759.96
7.40	20	0.714	9.05	12.67	452.27	633.30
7.60	17	0.713	7.27	10.20	363.63	510.21
7.80	16	0.711	6.83	9.60	341.56	480.20
8.00	14	0.710	5.97	8.40	298.29	420.18
8.20	14	0.709	5.95	8.40	297.72	420.18
8.40	17	0.707	7.22	10.20	360.85	510.21
8.60	16	0.706	6.44	9.13	322.19	456.39
8.80	16	0.705	6.43	9.13	321.62	456.39
9.00	18	0.703	7.22	10.27	361.19	513.43
9.20	9	0.752	3.86	5.13	193.12	256.72
9.40	12	0.751	5.14	6.85	257.10	342.29
9.60	11	0.750	4.48	5.98	224.19	298.94
9.80	9	0.749	3.66	4.89	183.15	244.59
10.00	8	0.748	3.25	4.35	162.56	217.41
10.20	8	0.747	3.25	4.35	162.32	217.41
10.40	8	0.746	3.24	4.35	162.08	217.41
10.60	11	0.744	4.25	5.71	212.50	285.45
10.80	10	0.743	3.86	5.19	192.91	259.50
11.00	13	0.692	4.67	6.75	233.56	337.35
11.20	14	0.691	5.02	7.27	251.15	363.30
11.40	13	0.690	4.66	6.75	232.86	337.35
11.60	15	0.689	5.13	7.45	256.71	372.45
11.80	14	0.688	4.78	6.95	239.24	347.62
12.00	14	0.687	4.78	6.95	238.89	347.62
12.20	17	0.686	5.79	8.44	289.65	422.11
12.40	20	0.685	6.81	9.93	340.25	496.60
12.60	22	0.634	6.64	10.47	332.07	523.65
12.80	25	0.633	7.53	11.90	376.75	595.05
13.00	47	0.532	11.91	22.37	595.26	1118.70
13.20	45	0.531	11.38	21.42	568.82	1071.10
13.40	100	0.530	25.23	47.60	1261.56	2380.22

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4
TERRENI COESIVI
Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 2	11.91	10.40	Sanglerat	146.02

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 2	11.91	10.40	Robertson (1983)	2.34

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato 2	11.91	10.40	Stroud e Butler (1975)	5.36

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato 2	11.91	10.40	Apollonia	11.68

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 2	11.91	10.40	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 2	11.91	10.40	Meyerhof ed altri	19.81

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 2	11.91	10.40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--

TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	14.99	9.80	14.99	Schultze & Menzenbach (1961)	55.05
Strato 3	19.1	12.80	19.1	Schultze & Menzenbach (1961)	55.44
Strato 4	67.75	13.20	67.75	Schultze & Menzenbach (1961)	61.64

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	14.99	9.80	14.99	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31.28
Strato 3	19.1	12.80	19.1	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32.46
Strato 4	67.75	13.20	67.75	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	46.36

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	14.99	9.80	14.99	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	17.41
Strato 3	19.1	12.80	19.1	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	22.17
Strato 4	67.75	13.20	67.75	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	78.47

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	14.99	9.80	14.99	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	5.71
Strato 3	19.1	12.80	19.1	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6.54
Strato 4	67.75	13.20	67.75	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	16.34

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	14.99	9.80	14.99	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	19.1	12.80	19.1	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	67.75	13.20	67.75	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	14.99	9.80	14.99	Meyerhof ed altri	18.44
Strato 3	19.1	12.80	19.1	Meyerhof ed altri	19.42
Strato 4	67.75	13.20	67.75	Meyerhof ed altri	23.24

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	14.99	9.80	14.99	Terzaghi-Peck 1948-1967	19.12
Strato 3	19.1	12.80	19.1	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	67.75	13.20	67.75	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Comune di Sarzana

PROVINCIA DELLA SPEZIA

Adeguamento statico-sismico
allo stato limite
di salvaguardia
della vita umana
ed attività connesse
del Complesso Scolastico
Parentucelli-Arzelà
sito in Piazza Ricchetti
Via dei Molini
nel Comune di Sarzana

Risultati indagine geofisica

ELABORATO:
-

SCALA:
-

Committente:
Provincia della Spezia
Settore Lavori Pubblici e Patrimonio

A cura di:
Dr. Geol. Matteo Angiolini

aprile 2011

Dr. Geol. Matteo Angiolini
Via A. Corradi, 1
19020 BEVERINO (SP)
Tel. 0187.883282
Cell. 347.1280686
e-mail: matteoangiolini@yahoo.it
C.F.: NGL MTT 78 E 15 E 46 3T
P.iva: 01214470112

INDAGINE SISMICA
MASW
(Multichannel Analysis of Surface Waves)

RELAZIONE TECNICA

Committente: Geol. Matteo Angiolini

Località: Sarzana

Data: Settembre 2010

I N D I C E

Premessa 3

1. Indagini sismiche MASW 3

1.1 Risultati delle indagini MASW 5

2 Categoria del suolo di fondazione (D.M. 14/01/2008) 7

****

Premessa

Per incarico del Geol. Matteo Angiolini è stata effettuata una campagna geognostica attraverso l'esecuzione di n°1 prove MASW nel Comune di Sarzana.

Le presenti note illustrano la metodologia delle indagini ed i risultati conseguiti.

1. Indagini sismiche MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, D.J. 1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidezza del suolo.

Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50m, in funzione della rigidezza del suolo.

Nel seguito faremo riferimento al metodo MASW attivo che consente la classificazione sismica dei suoli, perché fornisce il profilo di velocità entro i primi 30m di profondità.

Il metodo MASW consiste in tre fasi (Roma, 2002): (1) la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale, (2) la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica, (3) la terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, modificando opportunamente lo spessore h, le velocità delle onde di taglio Vs e di compressione Vp (o in maniera alternativa alle velocità Vp è possibile assegnare il coefficiente di Poisson u), la densità di massa r degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

Il modello di suolo e quindi il profilo di velocità delle onde di taglio verticali possono essere individuati con procedura manuale o con procedura automatica o con una combinazione delle due.

Generalmente si assegnano il numero di strati del modello, il coefficiente di Poisson u, la densità di massa r e si variano lo spessore h e la velocità Vs degli strati.

Nella procedura manuale l'utente assegna per tentativi diversi valori delle velocità Vs e degli spessori h, cercando di avvicinare la curva di dispersione numerica alla curva di dispersione sperimentale. Nella procedura automatica (Roma, 2002, Roma, 2001, Joh, 1998) la ricerca del profilo di velocità ottimale è affidata ad un algoritmo di ricerca globale o locale che cerca di minimizzare l'errore tra la curva sperimentale e la curva numerica.

In genere quando l'errore relativo tra curva sperimentale e curva numerica è compresa tra il 5% e il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve e il profilo di velocità delle onde di taglio Vs e quindi il tipo di suolo sismico conseguente rappresentano una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico.

Dopo aver determinato il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs è possibile procedere al calcolo della velocità equivalente nei primi 30m di profondità Vs30 e quindi individuare la categoria sismica del suolo. Si ricordi quanto già è stato sottolineato in precedenza riguardo alla necessità di avere a disposizione altre informazioni complementari sulla natura e sul comportamento geotecnico del suolo, prima di poter procedere alla classificazione sismica nel caso si sospetti la presenza di suoli di tipo S1 o S2.

1.1 Risultati delle indagini MASW

Lo strumento utilizzato per la presente indagine è un prospettore sismico AMBROGEO modello Echo 24/2002 a 16 bit e 24 geofoni verticali Geospace Oyo con frequenza propria di 4.5 Hz.

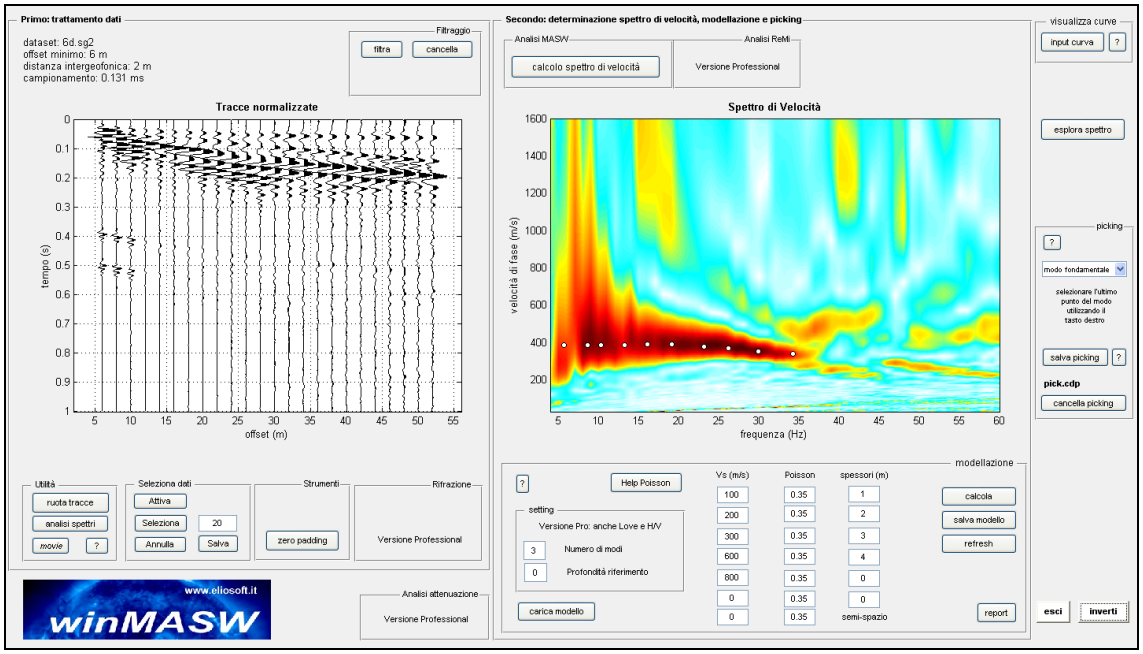
Dati di acquisizione:

N° geofoni = 24

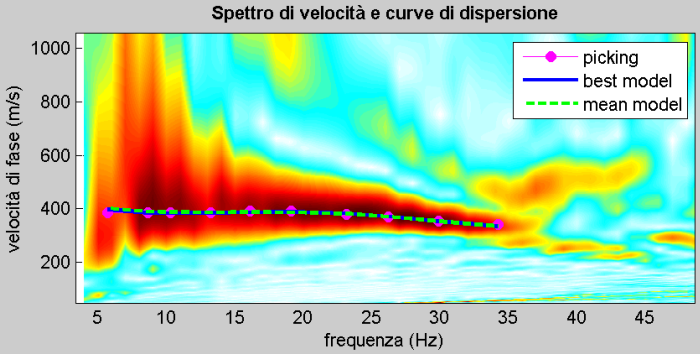
interasse geofoni = 2 m

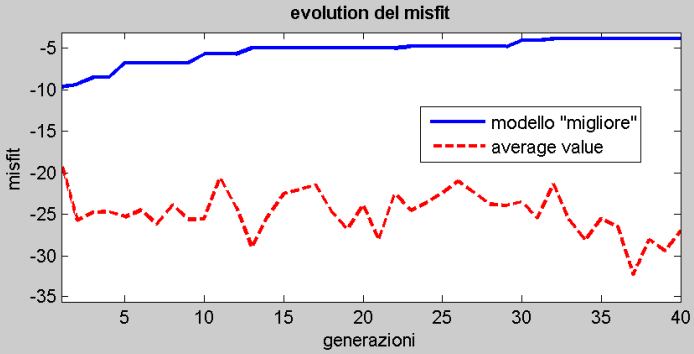
sorgente: mazza battente da 20kg.

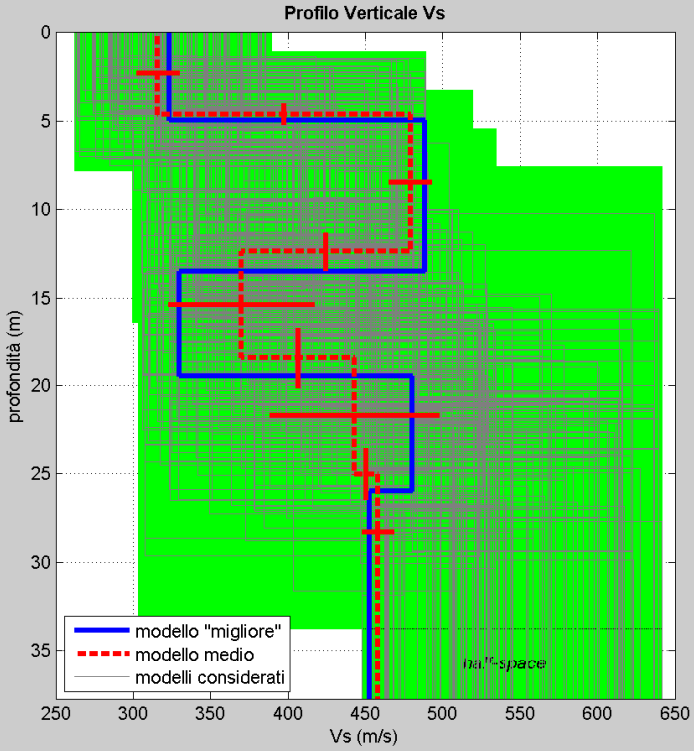
Elaborazione MASW 1



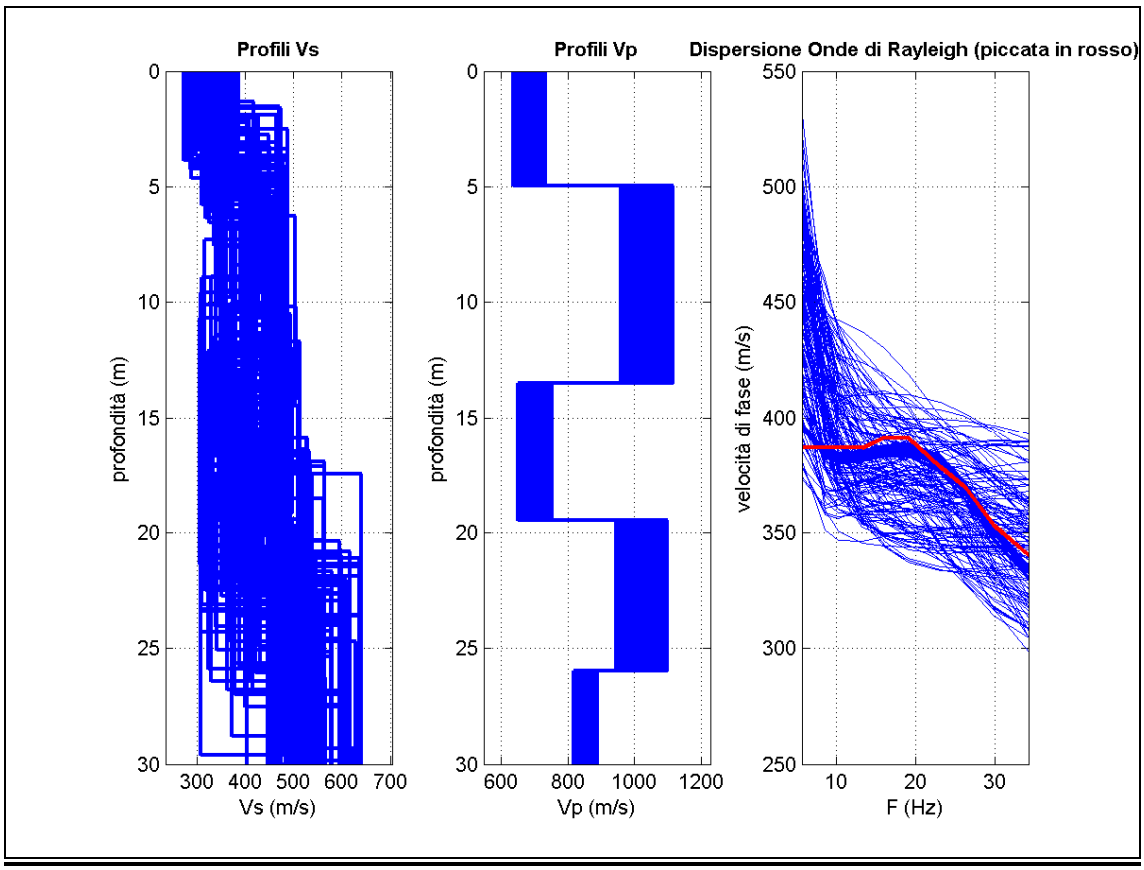
Elaborazione MASW 1







dataset: 6d.sg2
curve di dispersione: pick.cdp
VS30 (modello "migliore"): 409 m/s
VS30 (modello medio): 411 m/s



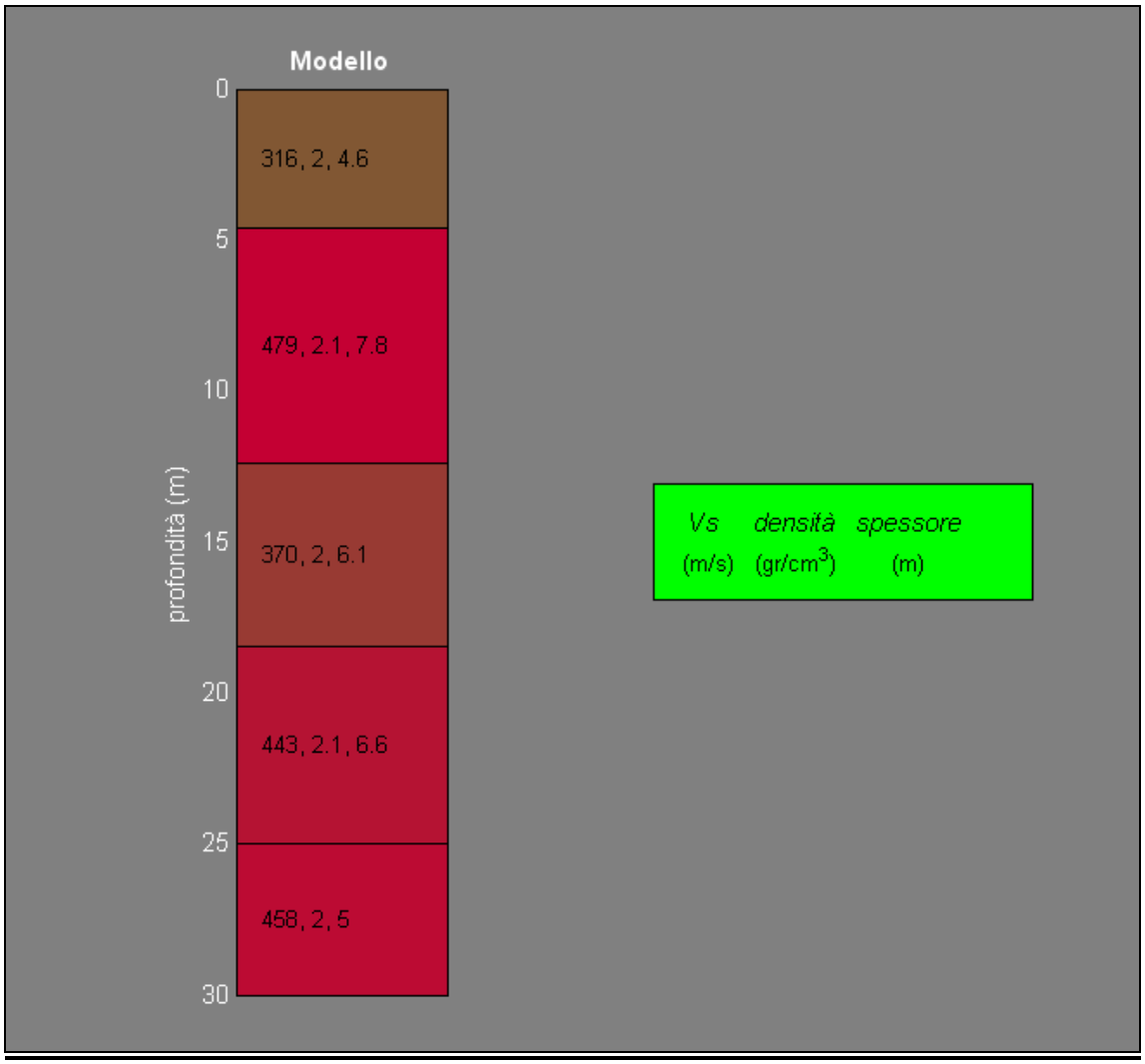
Modello medio

Vs (m/s): 316, 479, 370, 443, 458
Deviazioni Standard (m/s): 14, 14, 47, 54, 10
Spessori (m): 4.6, 7.8, 6.1, 6.6
Deviazioni Standard (m): 0.6, 1.1, 1.7, 1.5

Tipo di analisi: onde di Rayleigh

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici (VEDI MANUALE)
Stima VP (m/s): 705, 1056, 699, 1015, 858
Stima densità (gr/cm3): 1.97, 2.07, 1.97, 2.06, 2.02
Stima modulo di Poisson: 0.37, 0.37, 0.31, 0.38, 0.30
Stima modulo di taglio (MPa): 197, 474, 269, 404, 423
Stima modulo di compressione (MPa): 717, 1673, 602, 1581, 921
Stima modulo di Young (MPa): 540, 1300, 703, 1116, 1101
Stima modulo di Lamé (MPa): 585, 1357, 423, 1312, 639

Vs30 (m/s): 411



2 Categoria del suolo di fondazione (D.M. 14/01/2008)

Per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, nella nuova normativa viene evidenziato come i diversi profili stratigrafici del sottosuolo, in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidezza sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base: il fattore moltiplicativo delle azioni sismiche orizzontali di progetto dipende cioè dalla natura, dallo spessore e soprattutto dalla velocità di propagazione delle onde di taglio Vsh all'interno delle coperture.

Nelle Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica si definiscono per questo aspetto cinque (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione a diversa rigidezza sismica, caratterizzate da velocità Vs30 (definito come il valore medio della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio nei primi 30 metri sotto la base della fondazione) decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti:

A) Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/sec, 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 Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica Nspt > 50 nei terreni a grana grossa e coesione non drenata cu > 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 Vs30 compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (15 < Nspt < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu < 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 Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,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 Vs > 800 m/s).

In aggiunta a queste due categorie, per le quali le norme definiscono le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1 – Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 – Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle classificazioni precedenti Vs30 è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

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

Considerato che i terreni sono caratterizzati da Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec, si iscrive il terreno di fondazione nella categoria di **profilo stratigrafico 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 Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica Nspt > 50 nei terreni a grana grossa e coesione non drenata cu > 250 kPa nei terreni a grana fina).*

****

San Giuliano Terme (PI),

Settembre 2010

Gaia Servizi
per il Territorio e l'Ambiente S.r.l.

Dott. Jacopo Martini

Comune di Sarzana

PROVINCIA DELLA SPEZIA

Adeguamento statico-sismico
allo stato limite
di salvaguardia
della vita umana
ed attività connesse
del Complesso Scolastico
Parentucelli-Arzelà
sito in Piazza Ricchetti
Via dei Molini
nel Comune di Sarzana

Documentazione fotografica

ELABORATO: -

SCALA: -

Committente:
Provincia della Spezia
Settore Lavori Pubblici e Patrimonio

aprile 2011

A cura di:
Dr. Geol. Matteo Angiolini

Dr. Geol. Matteo Angiolini
Via A. Corradi, 1
19020 BEVERINO (SP)
Tel. 0187.883282
Cell. 347.1280686
e-mail: matteoangiolini@yahoo.it
C.F.: NGL MTT 78 E 15 E 46 3T
P.iva: 01214470112

Prova penetrometrica DPSH01

Prova penetrometrica DPSH02

Prova penetrometrica DPSH03

Prova penetrometrica DPSH04

Stendi mento geofonico
per indagine sismica M.A.S.W.

Stendi mento geofonico
per indagine sismica M.A.S.W.