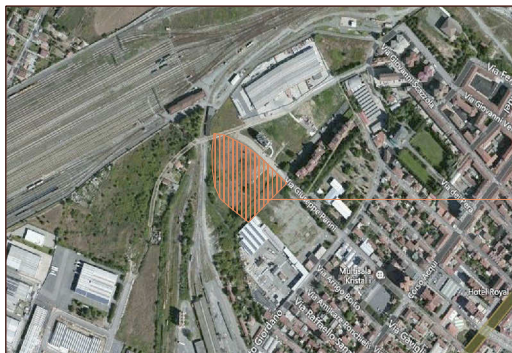


COMUNE DI ALESSANDRIA

PROVINCIA DI ALESSANDRIA



area in oggetto

IL PROGETTISTA:

PROPONENTE:

Dott. Arch. Sergio CAMILLI

Iscritto all'Albo ARCHITETTI P.P.C. n.485
Via Modena n.70
15121 - ALESSANDRIA

Cooperativa Edilizia L'Oasi

Via Montebellina, 28
12051 - ALBA (CN)

Dott. Geol. Andrea CAVALLI

Via Raffaello n.9
15048 - VALENZA (AL)

**Società Immobiliare Futuro
di Martini Chiaffredo e C. s.a.s.**

Via Montebellina, 28
12051 - ALBA (CN)

TITOLO DELL'OPERA:

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

PI T1 - via Scazzola

OGGETTO DELLA RELAZIONE:

RELAZIONE GEOLOGICA

RELAZIONE N.

05

DATA

28/10/2015

STUDIO GEOLOGIA
Dott. Cavalli Andrea
Via Raffaello 9 cap 15048 Valenza (AL)
c.f.: CVLNDR67D04A1820 - P.IVA: 02258680061
Tel/fax: 0131/952227 – cell:339/7226825
@-mail: andrea.cavalli@geologiacavalli.it

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI ALESSANDRIA
COMUNE DI ALESSANDRIA

OGGETTO

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO
AREA T1
VIA SCAZZOLA

PROPONENTE

COOPERATIVA EDILIZIA L'OASI
SOCIETA' IMMOBILIARE FUTURO DI MARTINI
CHIAFFREDO E C. s.a.s.

CARATTERIZZAZIONE DEI PARAMETRI
LITOTECNICI E SISMICI DEL SOTTOSUOLO

RELAZIONE GEOLOGICA



Premessa ed inquadramento geologico

Ad integrazione degli atti di progetto inerenti la realizzazione di nuovi edifici di civile abitazione di cui al PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO AREA T1 DI VIA SCAZZOLA nel Comune di Alessandria, è stata richiesta allo scrivente di redigere una relazione geologica in ossequio dal D.M. 14 gennaio 2008 N.T.C. (Norme Tecniche delle Costruzioni) ed alle disposizioni delle Norme Tecniche del P.R.G.C. .

L'indagine geologica si è caratterizzata mediante l'esecuzione di n.2 prove penetrometriche alla data del 4 maggio 2016 in corrispondenza degli edifici in progetto ed inoltre si è basata sui risultati di n.4 prove penetrometriche effettuate nel mese di ottobre 2012, in un lotto di terreno attiguo all'attuale area oggetto di edificazione, in cui era prevista la realizzazione di edifici di civile abitazione non realizzati.

Per quanto riguarda gli aspetti sismici, l'indagine si è basata sui risultati di una prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves per la determinazione nei primi 30 metri della colonna stratigrafica della velocità delle onde sismiche di taglio Vs30 da cui ricavare la *categoria di suolo* come richiesto dal D.M. 14/01/2008), effettuata nello stesso lotto limitrofo all'area oggetto d'intervento.

L'area presenta una morfologia pianeggiante ed è posta ad una quota media di -0,70/-0,80 metri circa dal piano strada di Via Parini, mentre il vecchio suolo agrario, sottostante la coltre di alterazione superficiale ed il riporto (materiale inerte e rottame) avente uno spessore medio di 1,50 metri, deriva dalla formazione geologica conosciuta con il nome di "Alluvioni prevalentemente argillose della superficie principale a Sud del Po, attribuibili in parte alle Alluvioni postglaciali ed in parte al Fluviale Recente" (Foglio n.70 Alessandria della Carta Geologica d'Italia).

Trattasi di depositi lasciati durante l'Olocene inferiore (nelle fasi interglaciali) dai corsi d'acqua che scendevano con direzione Nord verso il centro della pianura alessandrina, formando estese conoidi di sedimenti prevalentemente fini su depositi più antichi anch'essi di origine fluviale ed aventi uno spessore di circa 20 m, successivamente erosi dagli attuali corsi d'acqua (fiume fiume Tanaro), i quali a loro volta hanno depositato altri sedimenti più recenti.

Fino ad una profondità media di 5,00/6,00 metri circa dal piano campagna la successione stratigrafica locale è costituita terreni a granulometria fine a composizione prevalentemente limosa e sabbiosa limosa, a cui seguono fino ad una profondità di 15,00 m circa dal p.c. sabbie e sabbie ghiaiose e ghiaie con intercalazioni lentiformi di limi ed argille sabbiose caratterizzanti la parte sommitale della formazione geologica affiorante, mentre più in profondità seguono successioni di ghiaie e sabbie a granulometria più grossolana con intercalazioni lentiformi di limi argillosi ed argille tipiche di sequenze alluvionali pleistoceniche.

In tale contesto geologico la falda freatica è alimentata in parte dalle acque d'infiltrazione di superficie ed in parte dalle acque di sub-alveo del fiume Tanaro in sponda orografica destra ed essa è contenuta nelle sabbie e ghiaie sovrastanti le lenti argillose e limose che la separano dalla seconda falda in pressione. La superficie libera della falda si pone ad una quota media di -8,00/-9,00 m dal piano campagna ed essa risulta soggetta ad escursioni stagionali fino a raggiungere quote massime medie di -6,00 m circa dal p.c. Ad eccezione di situazioni particolari come a seguito dell'evento alluvionale nel mese di novembre 1994 in cui la superficie libera della si è posta a quote di circa -4,00 m dal p.c. Alla data del mese di maggio 2016 in corrispondenza dei fori penetrometrici, la superficie libera della falda freatica è stata riscontrata alla quota di -8,00 metri dal p.c.

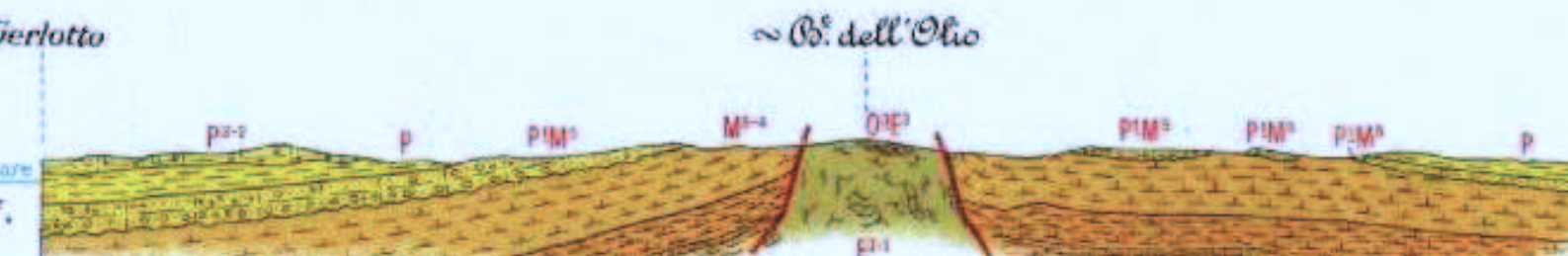
Dal punto di vista geotecnico il sottosuolo è prevalentemente incoerente, con la presenza di terreni limosi e sabbiosi poco compatti caratterizzati per i primi 5,00 metri circa della colonna stratigrafica da mediocri parametri geotecnici con valori di coesione non drenata (C_u) variabili da 0,40 a 0,50 Kg/cm² e da valori di angolo di attrito interno (ϕ) medio di 27°/28° e valori di densità relativa (D_r) variabili dal 15% al 30%.

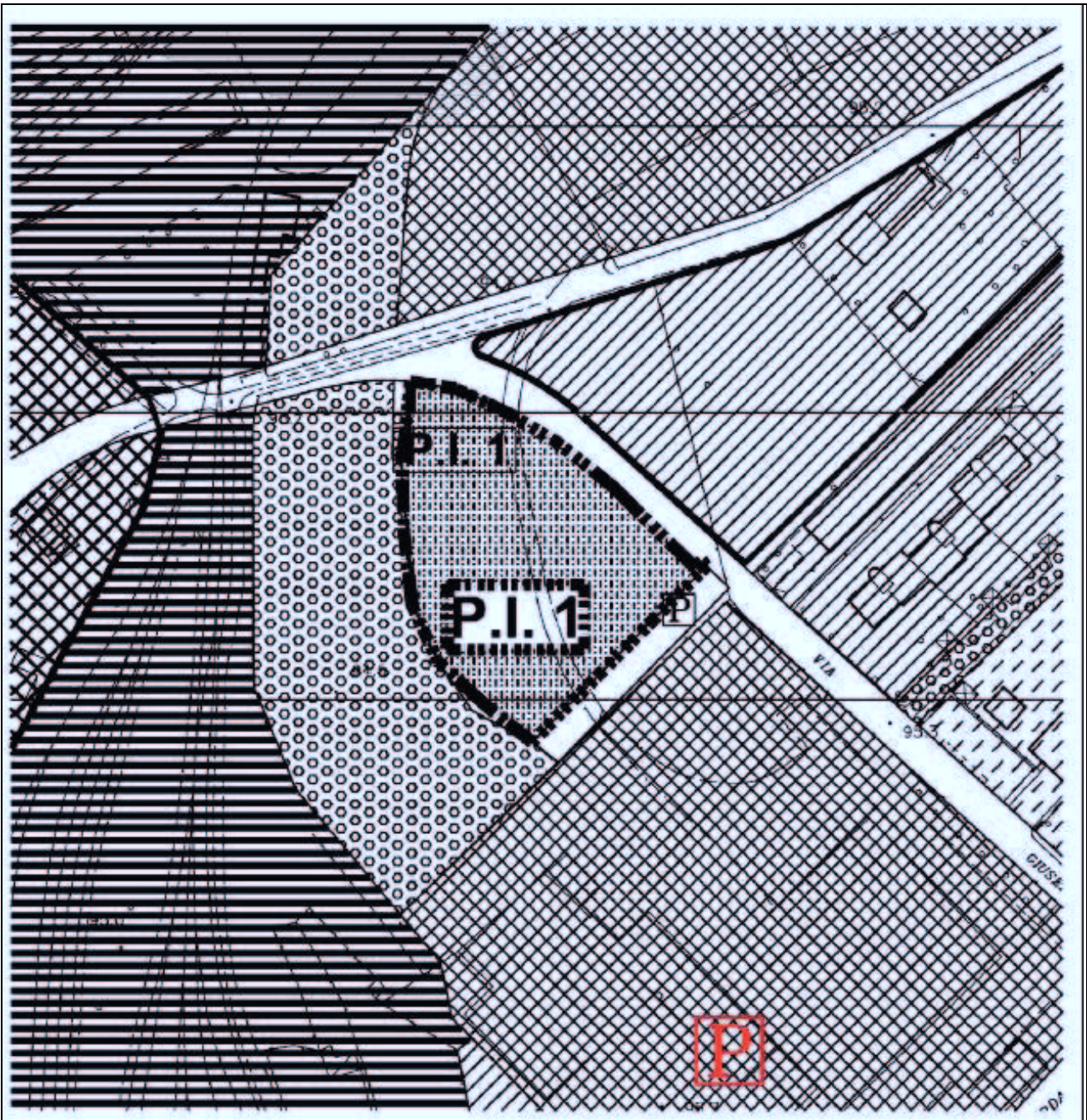
La “carta di sintesi della pericolosità geomorfologica dell’idoneità all’utilizzo urbanistico dell’area di pianura” inserisce ampia parte l’area oggetto di intervento nella **classe I** a basso rischio idrogeologico definita come “Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limiti alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici, sia privati, sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/1988 e del D.M. 14/01/2008 e s.m.i.”.

Area di pianura L’area pianeggiante, come delimitata nella cartografia allegata al Piano, a sud della Strada della Cerca è distinta in classi e sottoclassi con la specificazione delle limitazioni e dei vincoli, come di seguito riportato. Classe I In questa Classe sono individuate le aree “dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche” (Circ. n. 7/LAP), come definite dal P.R.G.C. Gli interventi dovranno essere realizzati nel rispettare le prescrizioni del D.M. 11/3/1988 e del D.M. 14/01/2008 e s.m.i.:

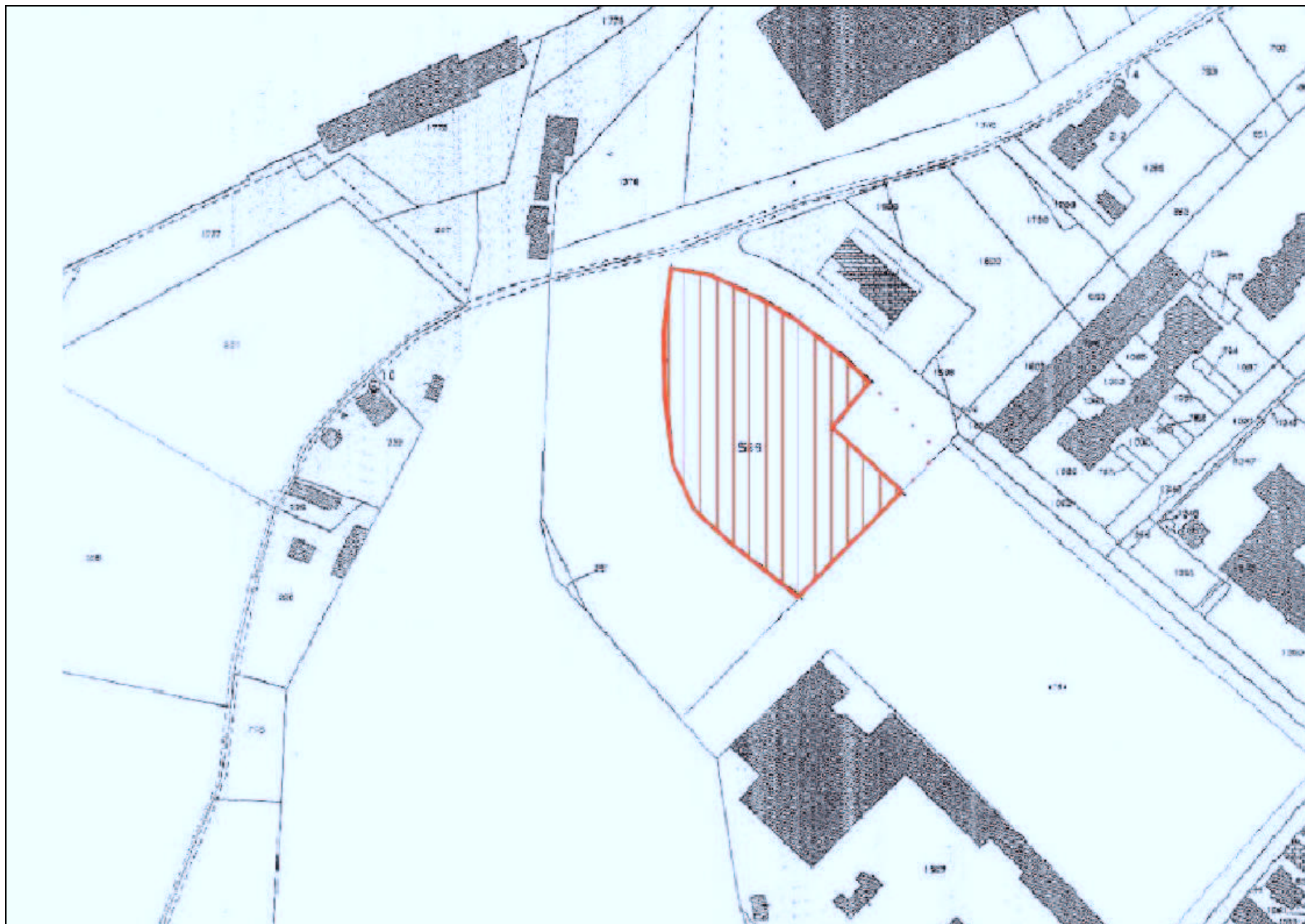


Carta Geologica d'Italia in scala 1.100000 Foglio N.70 Alessandria





Stralcio planimetria P.R.G.C. area d'indagine



Planimetria catastale area d'indagine



Stralcio Carta di Sintesi PRGC

Pericolosità sismica del sito

Ottemperando alle disposizioni normative in ambito il territorio di Alessandria è stato ricompreso nella zona sismica 4 ai sensi dell'Ord. P.C.M 20/03/2003 n. 3274 e s.m.i. Tuttavia, secondo la Deliberazione della Giunta Regionale n. 11-13058 del 19/01/2010, Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006, **il Comune di Alessandria è stato ascritto alla Zona 3 a partire dal 1 gennaio 2012.**

Per tale classe sismica corrisponde un MEDIO BASSO grado di pericolosità sismica (accelerazione massima al suolo A_g compresa tra 0.05 e 0,075 g con probabilità di eccedenza del 10% IN 50 anni, riferita a suoli rigidi $V_s < 800$ m/sec).

Il pregevole lavoro inerente la *ZONAZIONE SISMOGENETICA Z69 – APP.2 AL RAPPORTO CONCLUSIVO (Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica – ORDINANZA PCM 20.03.03 N.3274 – ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (a cura di C. Meletti e G. Valensise, marzo 2004)*, non individua l'area d'indagine come ampia parte del Piemonte centro meridionale, all'interno di un'area/zona sismo genetica attiva e significativa, come indicato nelle tavole sotto riportate.

La magnitudo (M) dell'area d'indagine, ottenuta con il processo di disaggregazione desunto dal sito internet dell'INGV (Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia) relativa agli eventi sismici attesi per il Comune di Alessandria con probabilità di eccedenza del 10% IN 50 anni, è risultata pari a 5.


In base ai dati della prova MASW effettuata nell'area oggetto d'intervento il suolo di fondazione appartiene alla **categoria C** ovvero come “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti (con spessori > 30 m e miglioramento graduale di proprietà meccaniche con la profondità) con valori del VS30 compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero NSPT30 compresi tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa e Cu variabile da 70 a 250 kPa nei terreni a grana fina).*”


I terreni non risultano soggetti a fenomeni di liquefazione ad azione sismica, come indicato nei diagrammi di calcolo di seguito allegati, in considerazione ad approcci di calcolo sia dai dati diretti ottenuti attraverso le prove penetrometriche e sia attraverso di dati sismici MASW.



LEGENDA

 Limiti provinciali

 Zona 3: ~~comuni obbligati al rispetto delle procedure di cui ai punti 4), 5), 7) e 8) della D.G.R.~~

 Zona 3: ~~comuni obbligati al rispetto delle procedure di cui ai punti 3), 5), 7) e 8) della D.G.R.~~ (*) ora denominata "zona 3S"

 Zona 4

Le informazioni topografiche di base sono tratte dai tipi I.G.M.I. (scala 1:100.000) e successivi aggiornamenti a cura della Regione.

Materiale di esclusiva proprietà della Regione Piemonte.

Riproduzione soggetta ad autorizzazione regionale.

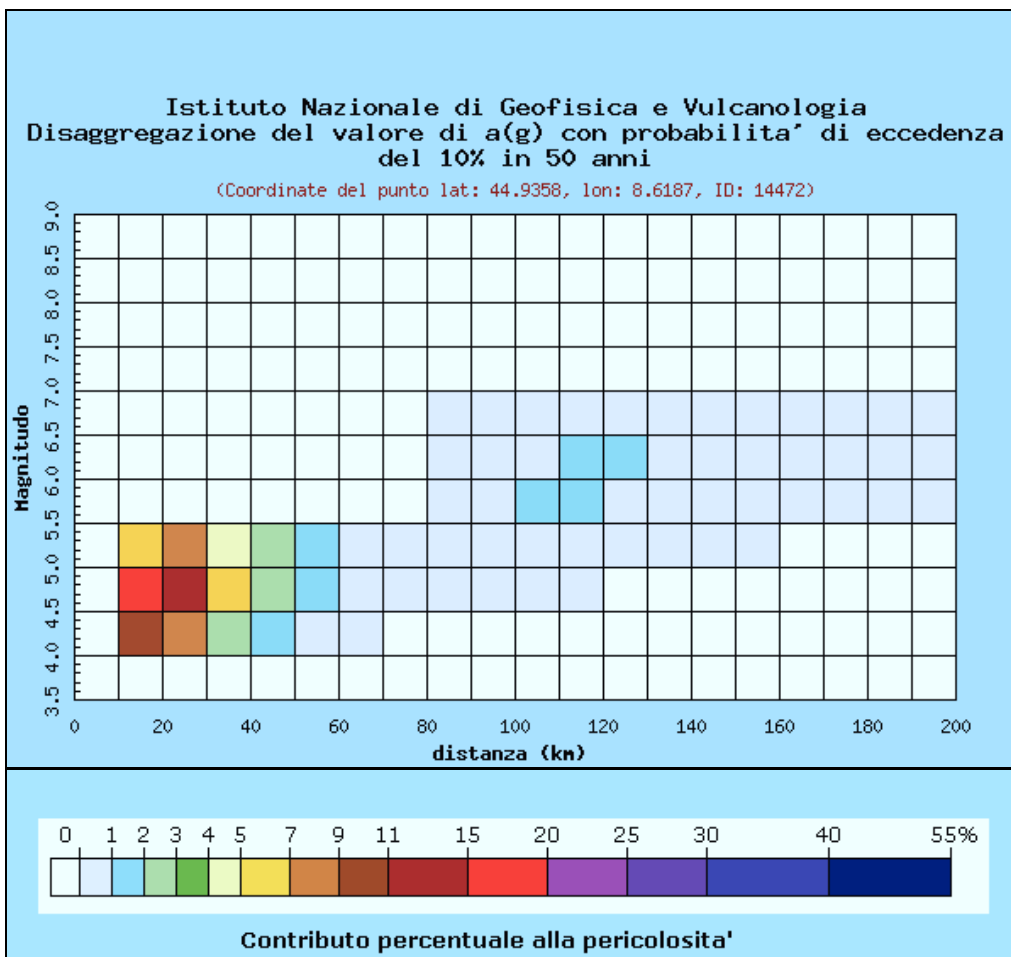
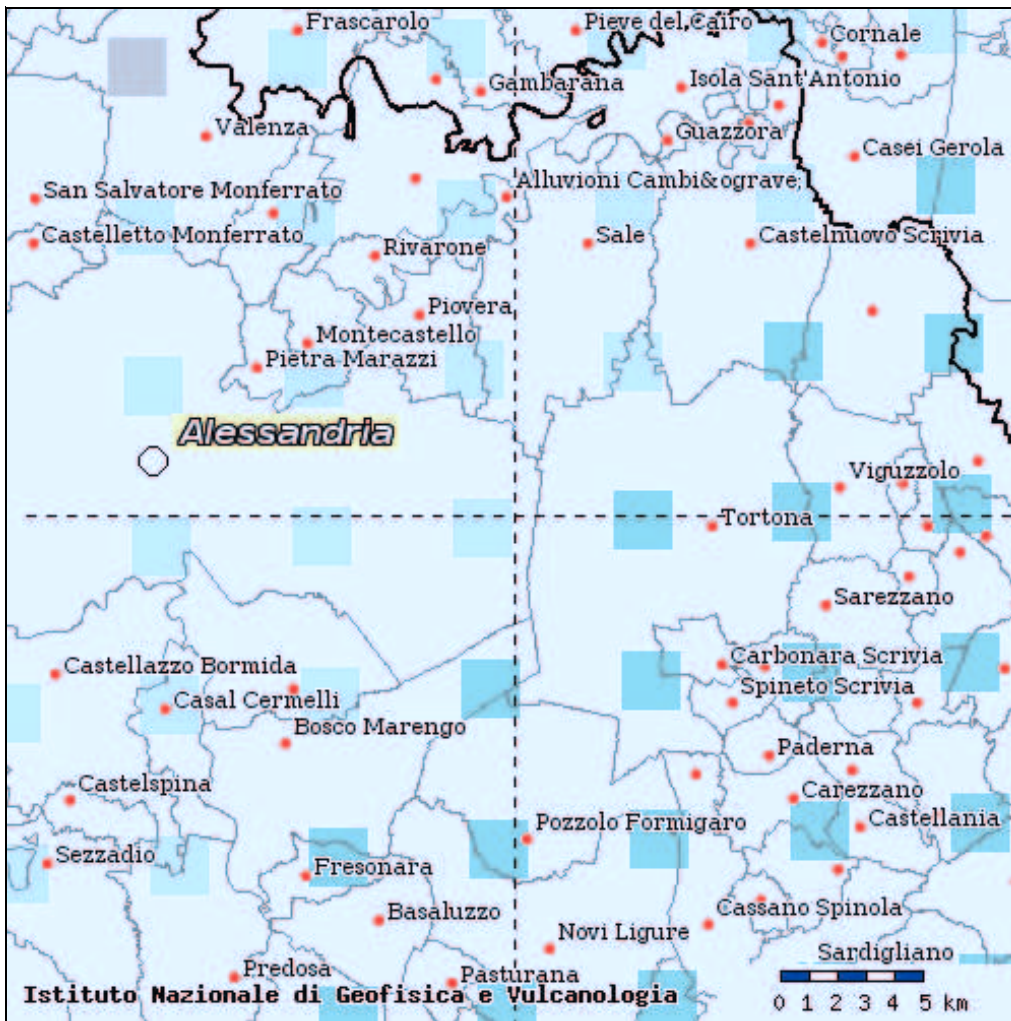
Realizzazione e allestimento cartografico a cura di:

Settore Tecnico Opere Pubbliche

Scala 1:350.000

10 0 10 Kilometri





Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.9358, lon: 8.6187, ID: 14472)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	10.200	15.100	5.980	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	7.830	14.100	7.320	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	2.940	6.400	4.210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	1.060	2.880	2.360	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.296	1.270	1.330	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.020	0.509	0.770	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.129	0.389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.020	0.301	0.258	0.256	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.031	0.536	0.725	0.629	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.031	0.642	1.080	0.918	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.002	0.450	1.060	1.010	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.264	0.972	1.070	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.122	0.786	0.996	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.040	0.577	0.801	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.002	0.165	0.214	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.084	0.130	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043	0.097	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.072	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.052	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.940	40.100	1.230

In fregio all'area oggetto d'intervento, alla data del 10 ottobre 2012, è stata effettuata **una prova sismica MASW delle onde Rayleigh** (Multichannel Analysis of Surface Waves), per la determinazione nei primi 30 metri della colonna stratigrafica della velocità delle onde sismiche di taglio Vs30 da cui ricavare la *categoria di suolo* in riferimento al D.M. 14-01-2008 (Norme Tecniche delle Costruzioni).

L'indagine MASW consiste nella registrazione delle onde superficiali di Rayleigh e delle onde superficiali di Love; l'analisi della dispersione di tali onde, e delle sue componenti, permette di ricostruire le Vr (velocità delle onde di Rayleigh) e gli spessori dei materiali presenti in profondità. La correlazione tra Vr e Vs è espressa secondo la formula: $V_s = V_r * 1.1$. Il valore di Vs30 è il valore medio ponderato della Vs nei primi trenta metri di profondità.

Per lo stendimento sismico sono stati utilizzati n.12 geofoni verticali a 4,5 Hz infissi nel terreno, con distanza intergeofonica di 2,00 m per una lunghezza totale di 24,00 metri, mentre come energizzazione è stata utilizzata una mazza battente di 8 Kg, gli impatti sono stati effettuati ad una distanza di 4,00 - 7,00 metri dal primo geofono.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione o modellazione diretta per ottenere il profilo delle Vs.

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (Vs) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

Di seguito sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sotto forma di stratificazione Vs. Per il calcolo del modulo di taglio è stata usata una formula approssimata per la valutazione della densità, non nota. La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Densità} = 1,5 + V_s/1000$$

Poiché il valore del modulo di taglio G in Mega-Pascal si ottiene dalla formula

$$G = V_s \times V_s \times \text{Densità} / 10^3$$

Il parametro Vs30 è stato calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula

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

dove hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un totale di N strati presenti nei 30,00 m superiori

FREQUENZA DI AMPLIFICAZIONE E PROFILO HVSR (Horizontal to Vertical Spectra Ratio)

Attraverso le onde superficiali Rayleigh e Love è possibile calcolare e modellare il rapporto spettrale H/V (Lune dei e Albarello 2009) per determinare la “Frequenza di risonanza del sito” ed il “Periodo proprio di sito”; la frequenza di risonanza viene determinata dal picco della curva dello spettro mentre il periodo è dato dalla formula $T = 4H/V_s$ dove per V_s si intende la V_s media fino al bedrock e H è lo spessore dei sedimenti sovrastanti il bedrock.

ELABORAZIONE DATI PROVA MASW

I dati MASW sono stati elaborati con il software WinMasw 5.0

Mean model

V_s (m/s): 147, 205, 282, 608

Standard deviations (m/s): 6, 8, 12, 65

Thickness (m): 2.4, 4.5, 10.1

Standard deviations (m/s): 0.2, 0.5, 1.4

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.81 1.85 1.92 2.11

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 39 78 153 780

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: SCAZ2.cdp

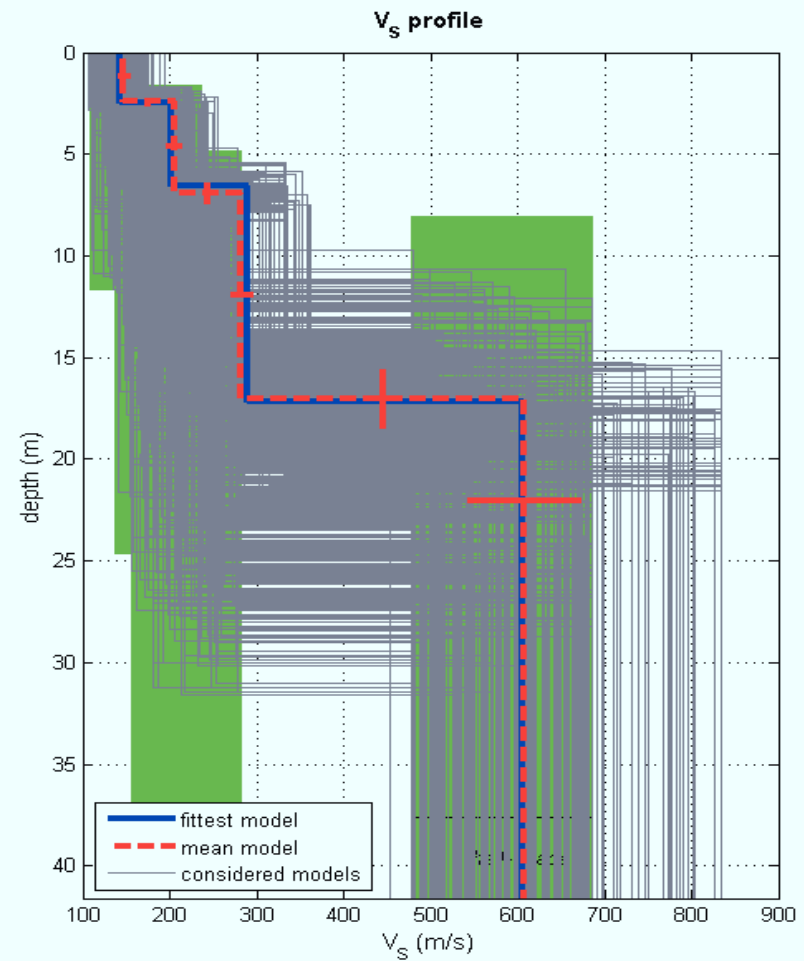
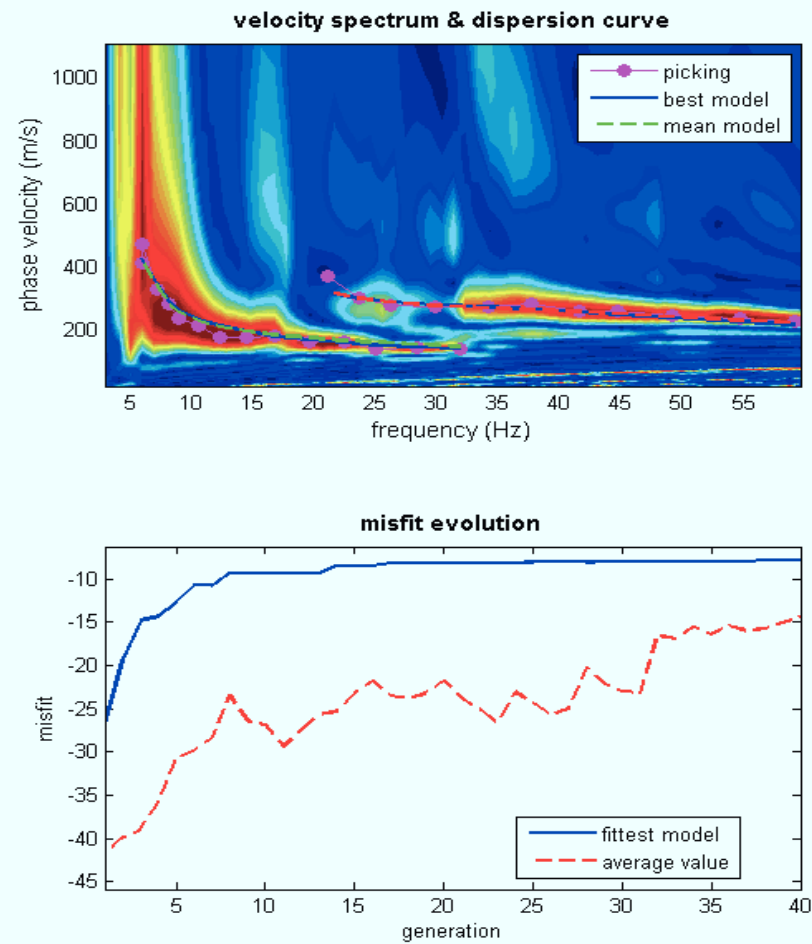
Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for V_p and Poisson

V_p (m/s): 360 427 587 1266

Poisson: 0.40 0.35 0.35 0.35

V_{s30} (m/s): 314



dataset: scazzolg2sc61001.DAT

dispersion curve: SCAZ2.cdp

V_{s30} (best model): 314 m/s

V_{s30} (mean model): 314 m/s

www.winmasw.com

La prova MASW ha riscontrato, come evidenziato nel modello sopra riportato i seguenti sismostrati:

Da 0.00 a 2.4 m dal p.c. $V_s = 147$ m/sec

Da 2,4 m a 6.9 m dal p.c. $V_s = 205$ m/sec

Da 6.9 m a 16.9 m dal p.c. $V_s = 282$ m/sec

Da 16.9 m a 30.0 m dal p.c. $V_s = 608$ m/sec

$V_{s30} = 314$ m/sec

CLASSE SOTTOSUOLO: C

Stima dei valori di Frequenza di risonanza del sito e periodo di risonanza

Periodo di risonanza del sito: 0.38 s

Frequenza del sito: 2.63 Hz

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

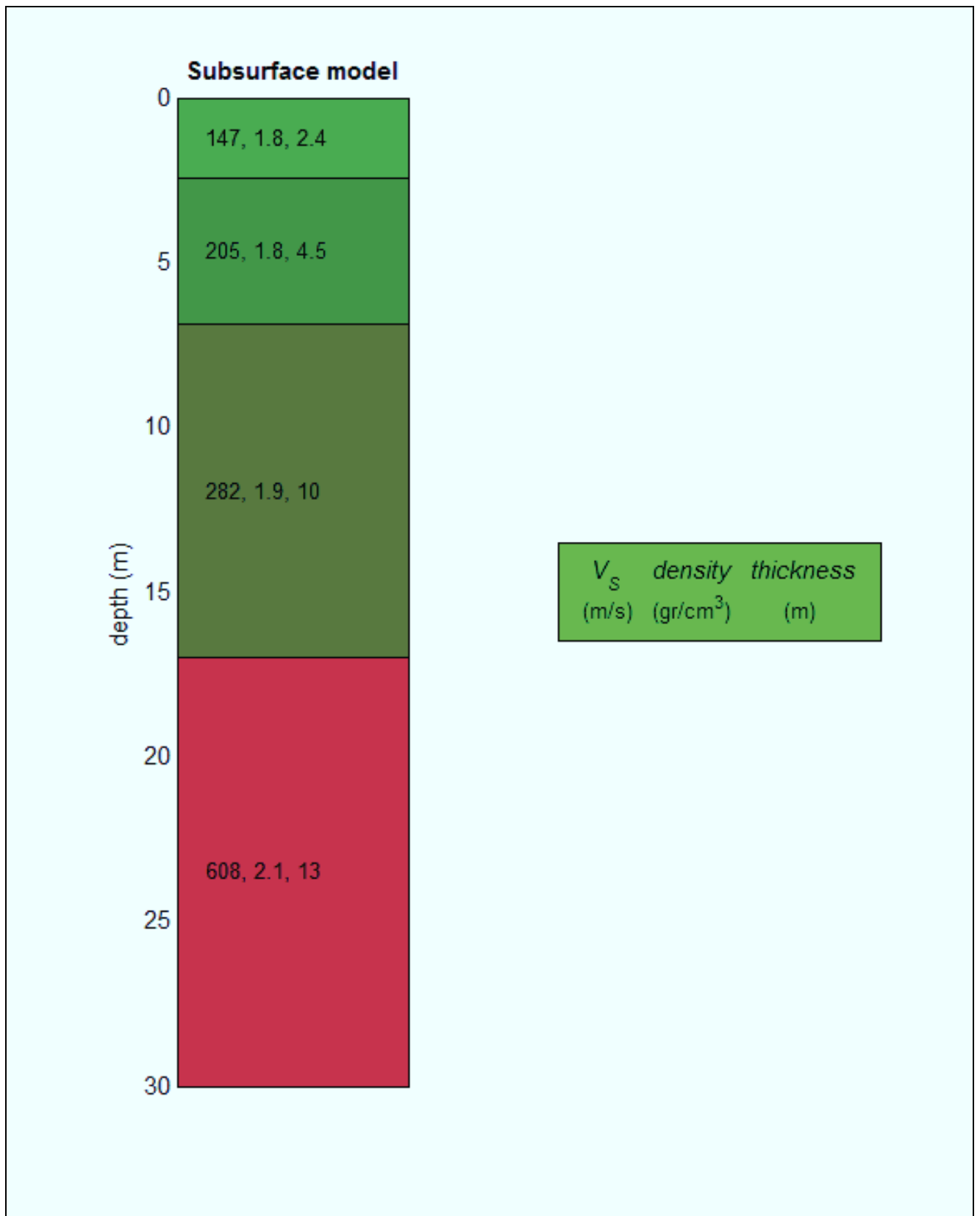
C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei 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 terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

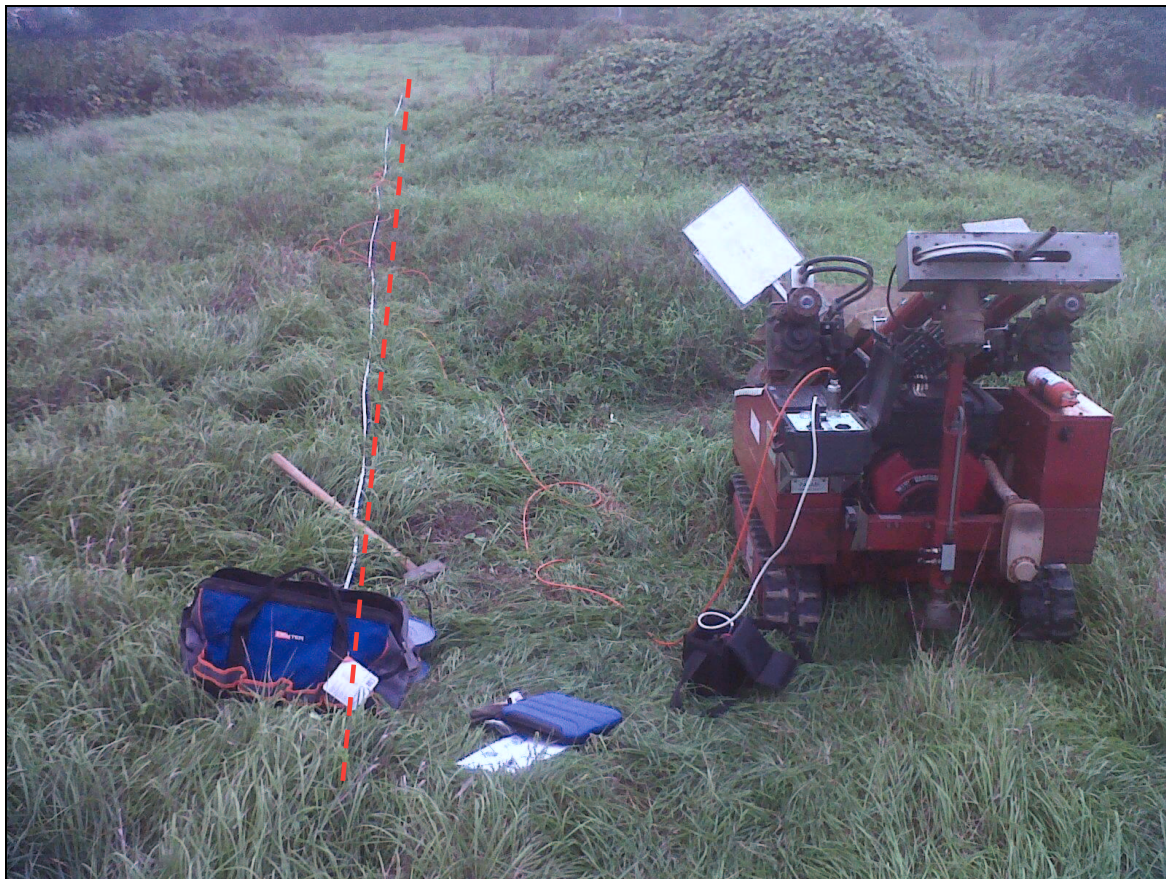
E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).

S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 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 includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

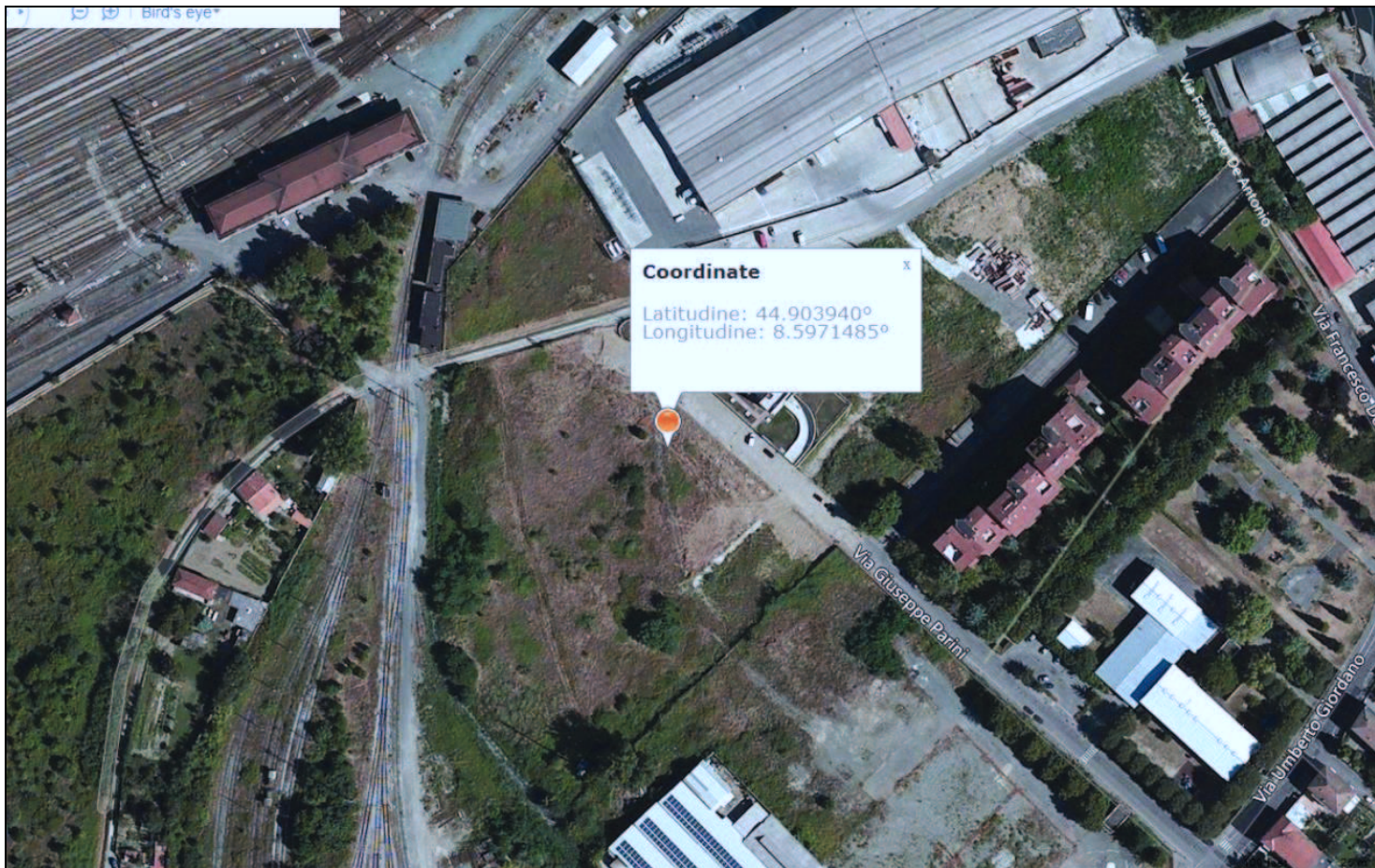


Modello sismografica del sottosuolo area d'indagine



Stendimento prospezione sismica MASW (area limitrofa a quella d'indagine -10 ottobre 2012)

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE



Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: II
 Coefficiente d'uso (Cu): 1
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 44,9039300 [°]
 Longitudine (WGS84): 8,5971490 [°]
 Latitudine (ED50): 44,9048900 [°]
 Longitudine (ED50): 8,5982110 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]
1	14693	44,883020	8,552371
2	14694	44,885900	8,622745
3	14472	44,935820	8,618711
4	14471	44,932930	8,548214

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,018	2,538	0,161
SLD	50	0,023	2,510	0,189
	72	0,028	2,542	0,207
	101	0,032	2,542	0,221
	140	0,036	2,559	0,233
	201	0,040	2,566	0,255
SLV	475	0,055	2,564	0,279
SLC	975	0,071	2,564	0,288
	2475	0,097	2,560	0,295

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,019	2,531	0,161
SLD	50	0,025	2,532	0,196
	72	0,029	2,509	0,211
	101	0,034	2,525	0,226
	140	0,038	2,543	0,246
	201	0,044	2,502	0,262
SLV	475	0,061	2,554	0,277
SLC	975	0,080	2,546	0,281
	2475	0,112	2,495	0,289

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,018	2,527	0,161
SLD	50	0,024	2,528	0,195
	72	0,028	2,528	0,209
	101	0,032	2,533	0,223
	140	0,036	2,551	0,234
	201	0,041	2,549	0,258
SLV	475	0,056	2,566	0,278
SLC	975	0,071	2,568	0,287
	2475	0,097	2,566	0,294

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,017	2,534	0,161
SLD	50	0,023	2,506	0,190
	72	0,027	2,559	0,204
	101	0,031	2,550	0,218
	140	0,034	2,568	0,230
	201	0,039	2,583	0,251
SLV	475	0,052	2,582	0,280
SLC	975	0,064	2,604	0,294
	2475	0,085	2,617	0,306

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,018	2,531	0,161
SLD	50	0,024	2,523	0,194
SLV	475	0,057	2,563	0,278
SLC	975	0,074	2,563	0,286

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo:

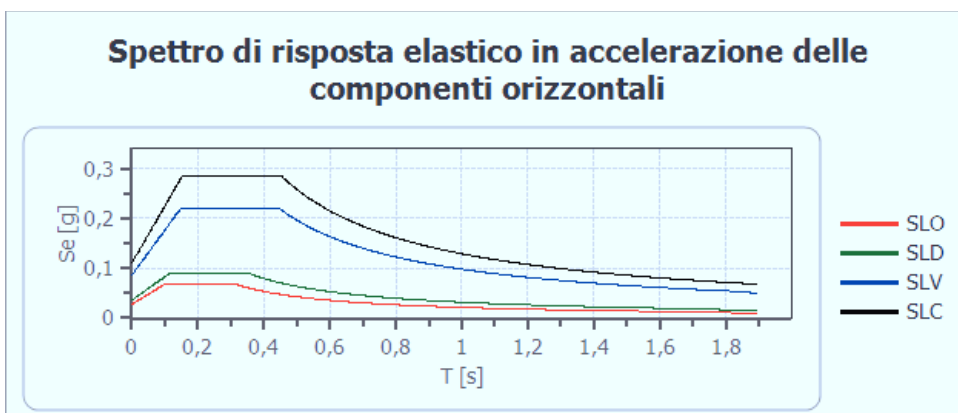
C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa cu30 compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,007	0,017	0,022
0,003	0,004	0,009	0,011	
amax [m/s ²]	0,268	0,353	0,842	1,085
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,018	2,531	0,161	1,500	1,920	1,000	1,500	1,000	0,103	0,309	1,673	0,027	0,069
SLD	1,0	0,024	2,523	0,194	1,500	1,810	1,000	1,500	1,000	0,117	0,350	1,696	0,036	0,091
SLV	1,0	0,057	2,563	0,278	1,500	1,600	1,000	1,500	1,000	0,148	0,445	1,829	0,086	0,220
SLC	1,0	0,074	2,563	0,286	1,500	1,590	1,000	1,500	1,000	0,151	0,454	1,895	0,111	0,284

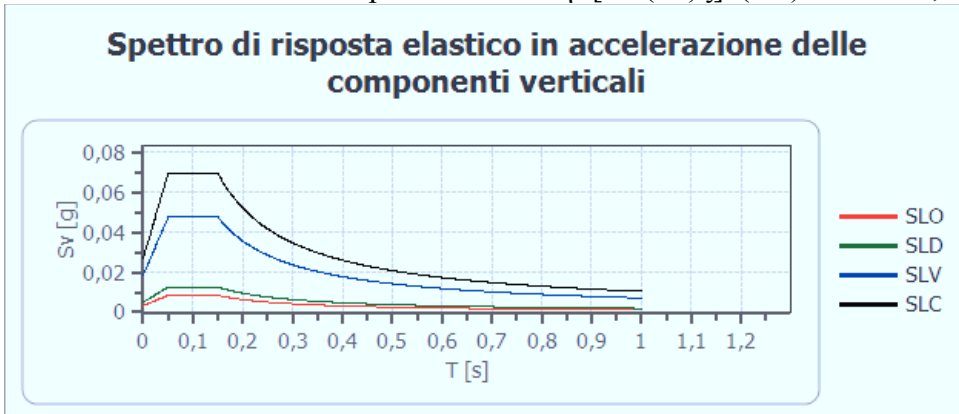
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:

1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,018	2,531	0,161	1	1,920	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,008
SLD	1,0	0,024	2,523	0,194	1	1,810	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,005	0,013
SLV	1,0	0,057	2,563	0,278	1	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,047
SLC	1,0	0,074	2,563	0,286	1	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,027	0,069

DATI INSERITI

$H_{fald\grave{a}}$ = 8

$a_{max/g}$ = 0,103

R = 10

M_w = 5



TEORIE DI CALCOLO

[ANDRUS E STOKOE \(2000\)](#)

STRATIGRAFIA TERRENO

$S_{TOT.}$ N.C.

PRIMO STRATO		H_1	=	2,4		
Parametri da inserire		Parametri calcolati				
H_1	=	2,4		γ_{H_2O}	=	1,00
γ	=	1,8		σ_{vo}	=	0,43
V_s	=	147		$\sigma_{vo'}$	=	0,43
V_{S1C}	=	215		P.neutra	=	0,00
S_1	=	2,4		r_d	=	0,98
FC	=	2		K_c	=	0,80
V_{S1}	=	181,32				

SECONDO STRATO		H_2	=	6,9		
Parametri da inserire		Parametri calcolati				
H_2	=	6,9		γ_{H_2O}	=	1,00
γ	=	1,8		σ_{vo}	=	1,24
V_s	=	205		$\sigma_{vo'}$	=	1,24
V_{S1C}	=	215,0		P.neutra	=	0,00
S_2	=	4,5		r_d	=	0,95
FC	=	2		K_c	=	0,80
V_{S1}	=	194,19				

TERZO STRATO		H_3	=	16,9		
Parametri da inserire		Parametri calcolati				
H_3	=	16,9		γ_{H_2O}	=	1,00
γ	=	1,9		σ_{vo}	=	3,21
V_s	=	282		$\sigma_{vo'}$	=	2,32
V_{S1C}	=	215		P.neutra	=	0,89
S_3	=	10		r_d	=	0,73
FC	=	2		K_c	=	0,80
V_{S1}	=	228,47				

QUARTO STRATO		H_4	=	29,9		
Parametri da inserire		Parametri calcolati				
H_4	=	29,9		γ_{H_2O}	=	1,00
γ	=	2,1		σ_{vo}	=	6,28
V_s	=	608		$\sigma_{vo'}$	=	4,09
V_{S1C}	=	215		P.neutra	=	2,19
S_4	=	13		r_d	=	0,38
FC	=	2		K_c	=	0,80
V_{S1}	=	427,56				

Committente: pec via scazzola area t1

Riferimento: indagine geologica

Località: al essandria

Prov.: al

Oggetto: Studio Geologico

MENU PRINCIPALE

ANALISI
METODO

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE



(da prove sismiche)
Metodo di Andrus e Stokoe (2000)

RISULTATI:

FORMULE:

			1° Strato	2° Strato	3° Strato	4° Strato	
$V_{s1} = V_s \cdot \left(\frac{1}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,25}$		Spessore	2,4	4,5	10	13	
		V_{s1}	181,320	194,188	228,471	427,562	
$CRR = 0,022 \cdot \left(\frac{K_c \cdot V_{s1}}{100} \right)^2 + \frac{2,8}{(V_{s1C} - K_c \cdot V_{s1})} - \frac{2,8}{V_{s1C}}$		CRR	0,073	0,087	0,147	0,222	
$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$		Mw = 5	CSR	0,017	0,017	0,018	0,010
r_d			0,98	0,95	0,73	0,38	
1	< $F_s = CRR/CSR$	Mw = 5	F_s	4,268	5,250	8,384	21,682
				Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
1,25	< $F_s = CRR/CSR$	Mw = 5	$F_s (NCT08)$	4,268	5,250	8,384	21,682
				Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et al., 1978)			Molto Basso				
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001) [P _L (%)]			0,00	0,00	0,00	0,00	
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001)			Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta	

Committente: dec via scazzola area t1

Riferimento: indagine geologica

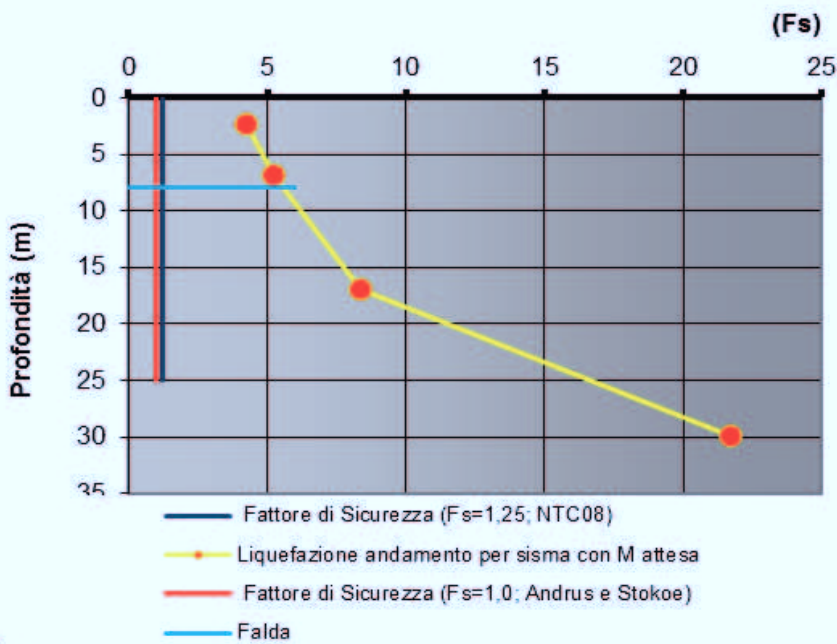
Località: Alessandria

Prov.: al

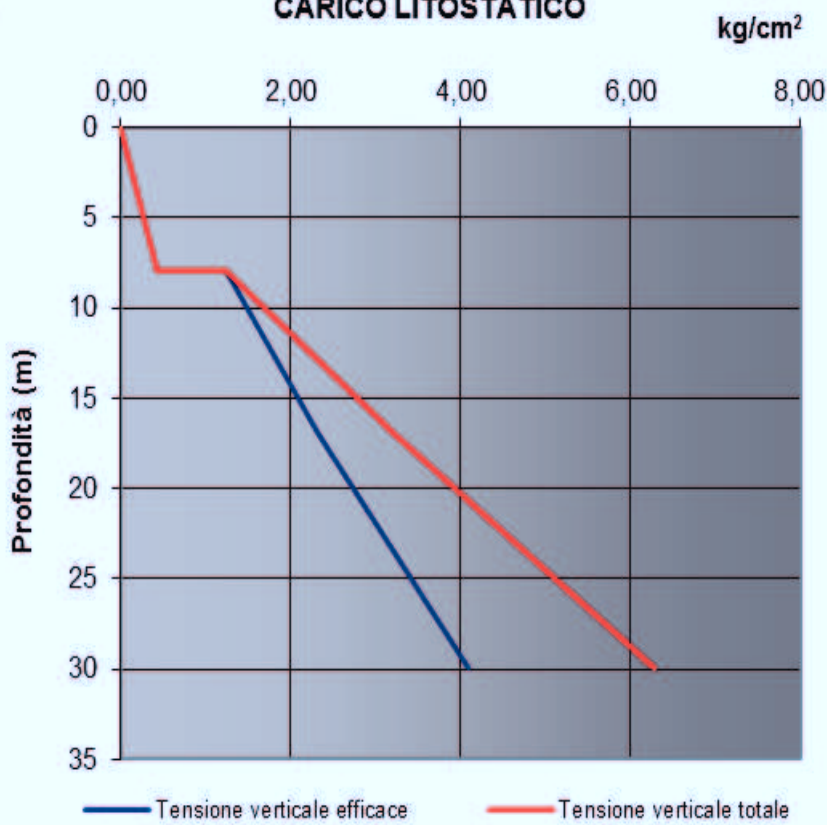
Oggetto: Studio Geologico

STRATIGRAFIA 4

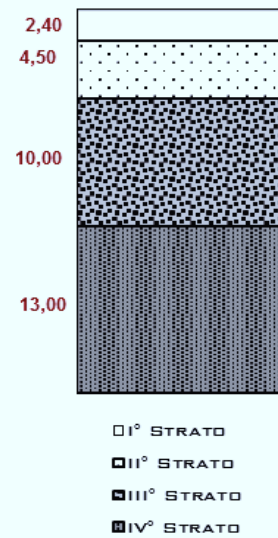
TEORIA DI ANDRUS E STOKOE (2000)



CARICO LITOSTATICO



COLONNA STRATIGRAFICA



VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

DATI INSERITI

H_{falda} = 8

a_{max}/g = 0,103

R = 10

M_w = 5



TEORIE DI CALCOLO

[Tokimatsu and Yoshimi \(1983\)](#)

[Boulanger and Idrissi \(2004\)](#)

[Youd e Idriss \(2001\)](#)

[Seed et al. \(1985\)](#)

[Yegian e Whitman \(1978\)](#)

[Seed e Idriss \(1982\)](#)

[Rauch \(1998\)](#)

[Iwasaki et al. \(1984\)](#)

[Eurocodice 8](#)

STRATIGRAFIA TERRENO

$S_{TOT.}$ 13,20

PRIMO STRATO

H_1 = 1,2

Parametri da inserire	
H_1	= 1,2
γ	= 1,745
N_{SPT}	= 3,16
d_{50}	= 0,2
S_1	= 1,2
FC	= 2

Parametri calcolati	
γ_{H_2O}	= 1,00
σ_{vo}	= 0,21
$\sigma_{vo'}$	= 0,21
P.neutra	= 0,00
r_d	= 0,99
N_1	= 0,00
N_f	= 7,5

SECONDO STRATO

H_2 = 4,8

Parametri da inserire	
H_2	= 4,8
γ	= 1,807
N_{SPT}	= 4,77
d_{50}	= 0,2
S_2	= 4,6
FC	= 2

Parametri calcolati	
γ_{H_2O}	= 1,00
σ_{vo}	= 0,87
$\sigma_{vo'}$	= 0,87
P.neutra	= 0,00
r_d	= 0,96
N_1	= 0,00
N_f	= 7,5

TERZO STRATO

H_3 = 9,4

Parametri da inserire	
H_3	= 9,4
γ	= 1,8
N_{SPT}	= 12,09
d_{50}	= 1,5
S_3	= 4,6
FC	= 2

Parametri calcolati	
γ_{H_2O}	= 1,00
σ_{vo}	= 1,69
$\sigma_{vo'}$	= 1,55
P.neutra	= 0,14
r_d	= 0,92
N_1	= 0,00
N_f	= 0

QUARTO STRATO

H_4 = 12,2

Parametri da inserire	
H_4	= 12,2
γ	= 1,887
N_{SPT}	= 6,78
d_{50}	= 1,5
S_3	= 2,8
FC	= 2

Parametri calcolati	
γ_{H_2O}	= 1,00
σ_{vo}	= 2,30
$\sigma_{vo'}$	= 1,88
P.neutra	= 0,42
r_d	= 0,85
N_1	= 0,00
N_f	= 0

Committente: pec via scazzola area t1

Riferimento: indagine geologica

Località: al essandria

Prov.: al

Oggetto: Studio Geologico

MENU PRINCIPALE

(N1)60

CONFRONTO
METODI

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove dinamiche SPT)
Metodo di Seed e Idriss (1982)



RISULTATI:

FORMULE:				Spessore	1° Strato	2° Strato	3° Strato	4° Strato
$N_a = N_f + N'_{spt} \cdot \left(\frac{P_a}{\sigma'_v} \right)^{0.5}$				1,2	1,2	4,6	4,6	2,8
				<i>Na</i>	#VALORE!	#VALORE!	6,703	3,263
$CRR = \frac{N_a}{90}$				<i>CRR</i>	#VALORE!	#VALORE!	0,074	0,036
$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$		M=	5	<i>CSR</i>	0,017	0,016	0,016	0,017
$r_d = 1 - 0,015 \cdot z$					0,98	0,93	0,86	0,82
1,3	< $F_s = CRR/CSR$	M=	5	<i>F_s</i>	#VALORE!	#VALORE!	4,546	2,074
					Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
1,25	< $F_s = CRR/CSR$	M=	5	<i>F_s (NTC 08)</i>	#VALORE!	#VALORE!	4,546	2,074
					Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et al., 1978)					#VALORE!			
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001) [P _L (%)]					0,00	0,00	0,00	0,03
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001)					Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta

Committente: pec via scazzola area t 1

Riferimento: indagine geologica

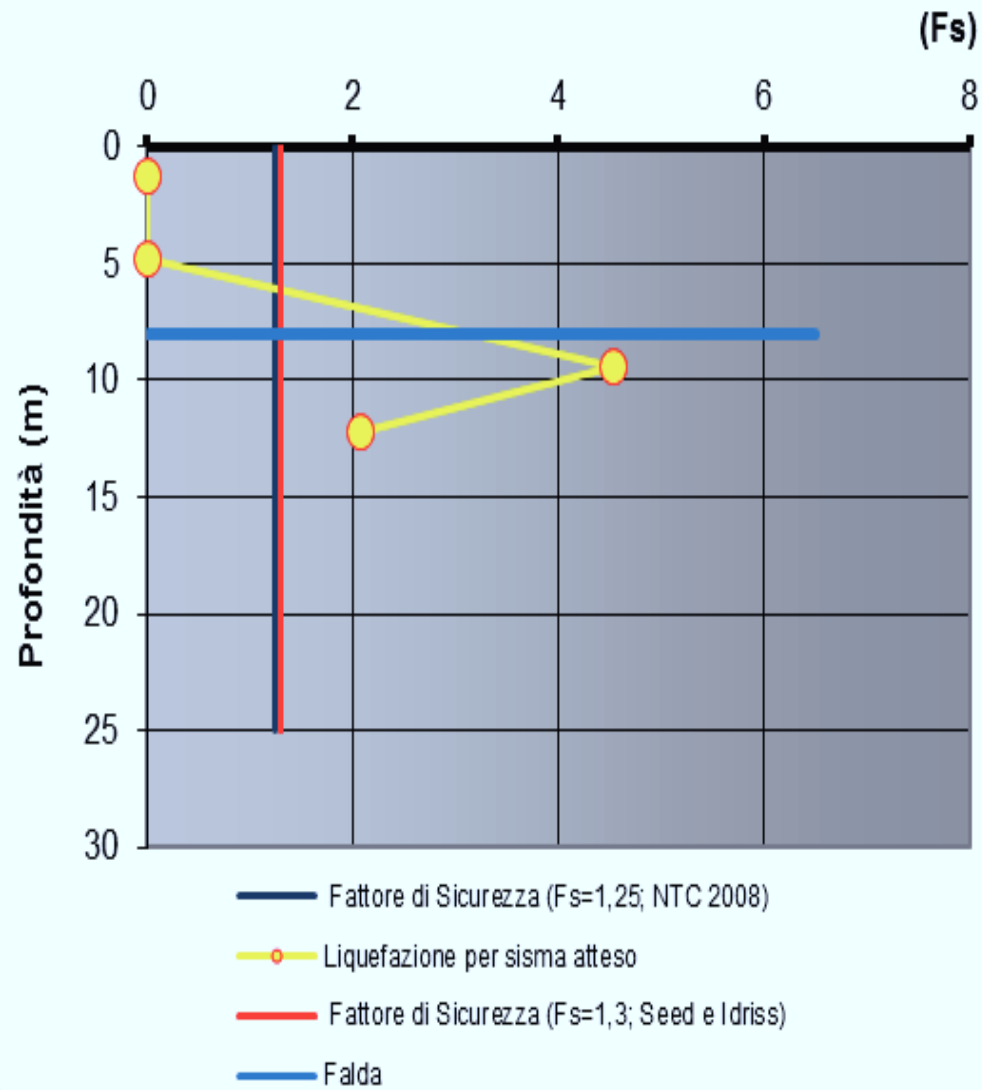
Località: allessandria

Prov.: al

Oggetto: Studio Geologico

STRATIGRAFIA 4

TEORIA DI SEED E IDRIS (1982)



CARICO LITOSTATICO

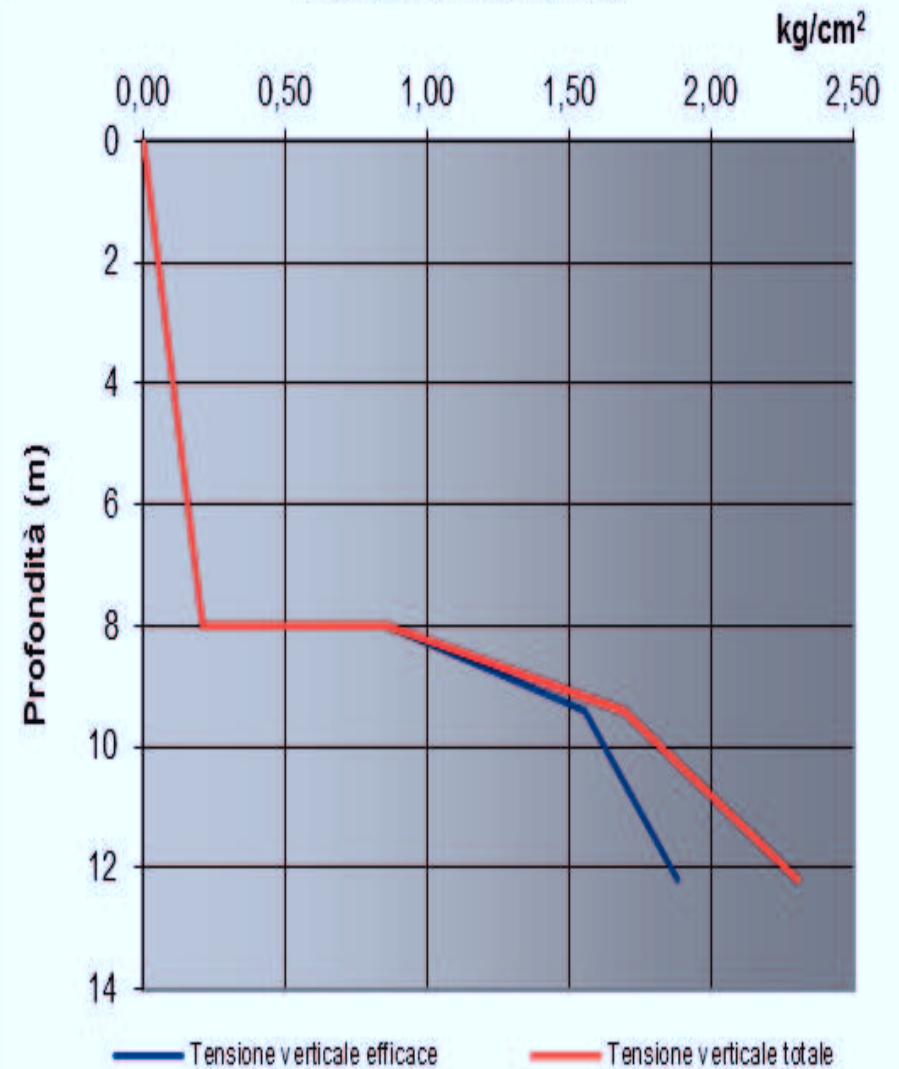
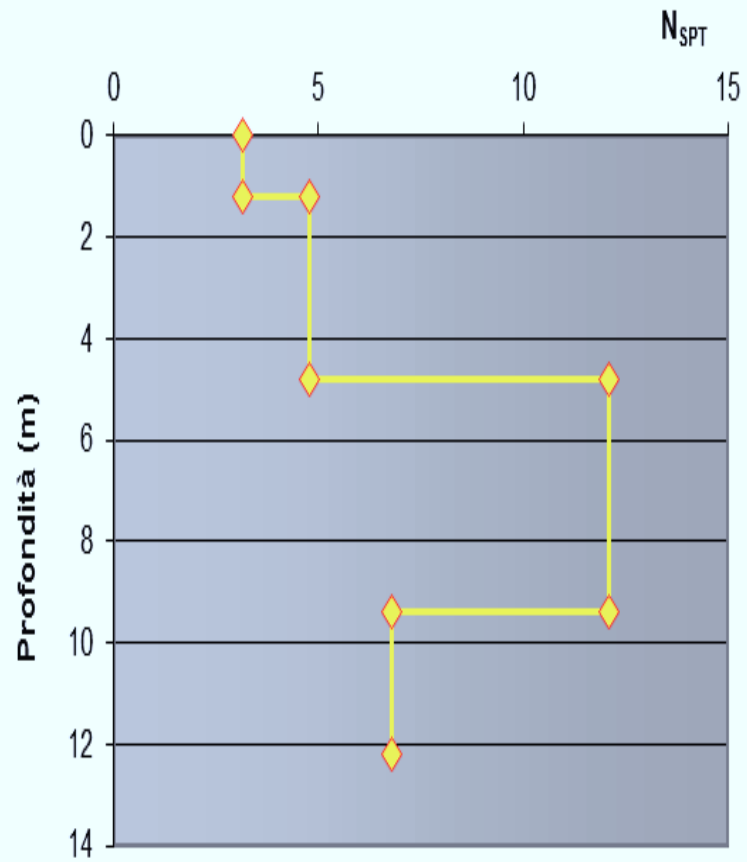
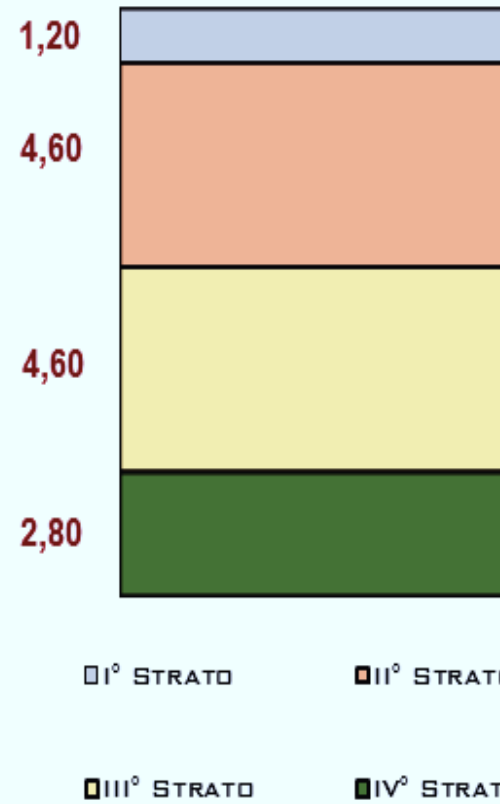


DIAGRAMMA PROVA SPT



COLONNA STRATIGRAFICA



Committente: pec via scazzola area t1
Riferimento: indagine geologica
Località: Alessandria Prov.: al
Oggetto: Studio Geologico



ANALISI E CONFRONTO FRA LE DIVERSE METODOLOGIE

Metodi che utilizzano Prove Penetrometriche dinamiche (SPT)	Fattore di sicurezza		Magnitudo di riferimento (M _w)	Indice del Potenziale di Liquefazione (IP _L)	Rischio liquefazione Iwasaki et al. (1978)	
	Fs (Autore)	NTC 2008				
Youd and Idriss (2001)	> 1,3	>1,25	5	0,000	#VALORE!	
Iwasaki et al. (1978;1984)	> 1,0	0,04 ≤ d ₅₀ ≤ 0,6 0,6 < d ₅₀ ≤ 1,5	>1,25	5	0,000	Molto Basso
Boulangier and Idriss (2004)	> 1,0	>1,25	5	0,000	Molto Basso	
Seed and Idriss (1982)	> 1,3	>1,25	5	0,000	#VALORE!	
Seed et al. (1985)	> 1,0	>1,25	5	0,000	Molto Basso	
Rauch (1998)	> 1,0	>1,25	5	0,000	Molto Basso	
Eurocodice 8	> 1,0	>1,25	5	M _w <5.5	Non Definibile per M<5.5	

Metodi che utilizzano Prove Penetrometriche dinamiche (SPT)	Fattore di sicurezza (Autore)	Magnitudo di riferimento (M _w)	Livello stratigrafico interessato	Indice di Liquefazione Potenziale (IL _p)	Possibilità di liquefazione
			2° Strato	0,705	Verificato
			3° Strato	0,706	Non Liquefacibile
			4° Strato	0,739	Non Liquefacibile

(N1)60

STRATIGRAFIA 4

Prove penetrometriche

Utilizzando un penetrometro super-pesante dinamico-statico PAGANI TG 63 da 100 KN tipo "EMILIA" conforme alle norme di misurazione AGI (Associazione Geotecnica Italiana - 1977), con il quale si determinano i principali parametri geotecnici del terreno suddividendolo in strati omogenei ad ugual capacità di carico, alla data 10 e 11 ottobre 2012 nell'ambito nel lotto limitrofo a quello oggetto d'indagine sono state effettuate n.4 prove penetrometriche posizionate al centro degli edifici in progetto. Successivamente alla data del 4 maggio 2016 nell'ambito del progetto PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO AREA T1 DI VIA SCAZZOLA in corrispondenza degli edifici in progetto sono state effettuate ulteriori n. 2 prove penetrometriche, come indicato nelle planimetrie allegate.

Prova dinamica (metodologia ed attrezzatura)

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infissione di una punta conica montata su una batteria di aste per tratti consecutivi di 30 e 20 cm, misurando il numero di colpi N30 e N20 necessari all'avanzamento delle aste.

Attrezzatura prova penetrometrica dinamica

Batteria di aste aventi \varnothing 32 x 1.000 mm con peso pari a 6,4 Kg;

Punta conica collegata alla base delle aste, con:

- angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$
- diametro di base $d = 50,50$ mm
- superficie punta conica da 20 cmq;

Dispositivo di infissione con sollevamento e sganciamento automatico con le seguenti caratteristiche:

- massa battente: 73,5-63,5 Kg (AGI);
- altezza di caduta: 750 mm;

Interpretazione dati penetrometrici parametri geotecnici dei terreni

L'interpretazione dei parametri è stata supportata mediante le seguenti correlazioni, riferite al numero di colpi N_{spt} (Standard Penetration Test in foro):

$$1) \quad N_{spt} = 1,00 \times N_{30} \ N_{20}$$

dove:

N₃₀ = numero di colpi misurato all'affondamento ogni 30,00 cm delle aste penetrometriche;

$$2) \quad R_p = A \times N_{spt} \text{ (Robertson 1982)}$$

Dove

A (coefficiente Robertson, 1982) risulta pari a:

- 2,00 per terreni coerenti, tipo argille e limi sabbiosi;
- 4,00 per terreni incoerenti tipo sabbie e ghiaie;

R_p = resistenza statica alla punta Begemann;

$$3) \quad R_l = R_p / (C_1 \times K_2 + C_2)$$

dove:

K = coefficiente di Robertson;

$$C_1 = 3,00;$$

$$C_2 = 10,00;$$

R_l = resistenza statica laterale Begemann

I dati misurati in campagna sono stati elaborati mediante il programma di calcolo, il quale ha estrapolato i valori di resistenza del terreno riferito alla punta meccanica Begemann.

Attraverso tali valori ed in funzione al rapporto R_p/R_l (resistenza alla punta/atrito laterale punta Begemann), ad ogni strato è stata attribuita una definizione litologica secondo la classificazione standard BEGEMANN (da De Simone: FONDAZIONI – Liguori Editore Napoli 1981 -):

$R_p/R_l \leq 15$	Torbe ed argille organiche;
$15 < R_p/R_l \leq 30$	Limi ed argille;
$30 < R_p/R_l \leq 60$	Limi sabbiosi e sabbie limose;
$60 > R_p/R_l$	Sabbie e sabbie con ghiaie;

Il programma di calcolo ha permesso inoltre di calcolare: il peso specifico del terreno (γ), il peso specifico del terreno sotto-falda (γ'), la pressione litostatica ($\Sigma'V$) e la resistenza al taglio in condizioni non drenate (C_u) delle argille sabbiose, l'angolo di attrito interno (ϕ), il coefficiente di compressibilità di volume (M_v), il modulo di reazione orizzontale (K_{orizz}), il coefficiente di permeabilità ($Perm$).

1) peso specifico naturale ed efficace (γ): il peso specifico indicativo per ogni strato è stato calcolato, partendo dal valore R_p medio di ogni strato ed applicando relazioni ottenute sperimentalmente sui litotipi della pianura veneta (valori statistici) pubblicati nel "Corso di perfezionamento in Geotecnica A. A. 82-83 Università di Padova.

Nota il peso specifico del terreno naturale (γ) per il terreno sotto falda (γ'), è stata applicata la seguente relazione: $\gamma' = (\gamma - 1)$

2) pressione litostatica efficace ($\Sigma'V$): il calcolo della pressione litostatica efficace ($\Sigma'V$) è stato ottenuto in modo automatico applicando la seguente relazione:

$$\Sigma'V = \sum \gamma' \cdot h'_{i,m} + \sum \gamma \cdot h_{i,m}$$

riferendosi alla pressione relativa al punto medio di ogni strato essendo $h_{i,m}$ le quote relative a tale punto;

3) coesione non drenata (C_u): per quanto riguarda i terreni coerenti, caratterizzati da un valore di resistenza al taglio espressi in termini di angolo di attrito interno (ϕ) pari a zero, è stata adottata la relazione di De Beer (da Castelli Guidi – geotecnica e tecnica delle fondazioni 1° Hoepli Milano 1987 – e Righi – di geotecnica "Istituto di Strade Università di Bologna" 1980):

$$\text{Argille} \quad C_u = R_p/20$$

$$\text{Limi} \quad C_u = R_p/20;$$

3) angolo di attrito interno (ϕ): la determinazione dell'angolo di attrito interno (ϕ) dei terreni incoerenti, aventi parametri di resistenza al taglio espressi per valori di coesione non drenata (C_u) pari a zero e costituiti quindi da specifici valori di ϕ , è stata impiegata una metodologia proposta da Durgunoglu e Mitchell (1975) rappresentata dal diagramma di "Gambini": manuale dei piloti – SCAC (Milano).

Da tale diagramma è stata ricavata un'equazione in funzione di R_p e ϕ

$$\Sigma'V: \phi = \phi(R_p; (\Sigma'V))$$

4) coefficiente di compressibilità di volume (M_v): è stata impiegata la relazione derivata dalle correlazioni di Buisman e riprese da Sanglerat ed altri, che collega il parametro al valore R_p della resistenza alla punta: $M_v = 1 / (\alpha * R_p)$. I valori di α che il programma di calcolo assegna in automatico derivano dalle seguenti pubblicazioni: Buisman – Grondmechanica – Bandoeng 1941 Sanglerat ed altri – Le pènetromètrè statique et la compressibilitè des sols – A.I.T.B.T.P. n°298 Paris –1972-

5) modulo di reazione orizzontale ($K_{orizz.}$) necessario per il calcolo dei cedimenti:

$$K_{orizz.} = Ch \times R_p / C_k \text{ (da manuale Geo-Tec A 2.0, Interstudio s.r.l., 1992)}$$

dove:

R_p = valore di resistenza statica alla punta Begemann ricavata da N30;

$$Ch = 0,2$$

$C_k = 1$ per terreni argillosi;

$C_k = 4$ per terreni sabbiosi e ghiaiosi;



Penetrometro pagani TG 63-100 KN - area comparto 1 Via Scazzola, EDIFICI DI CIVILE ABITAZIONE IN PROGETTO - Data: 10-11 ottobre 2012.



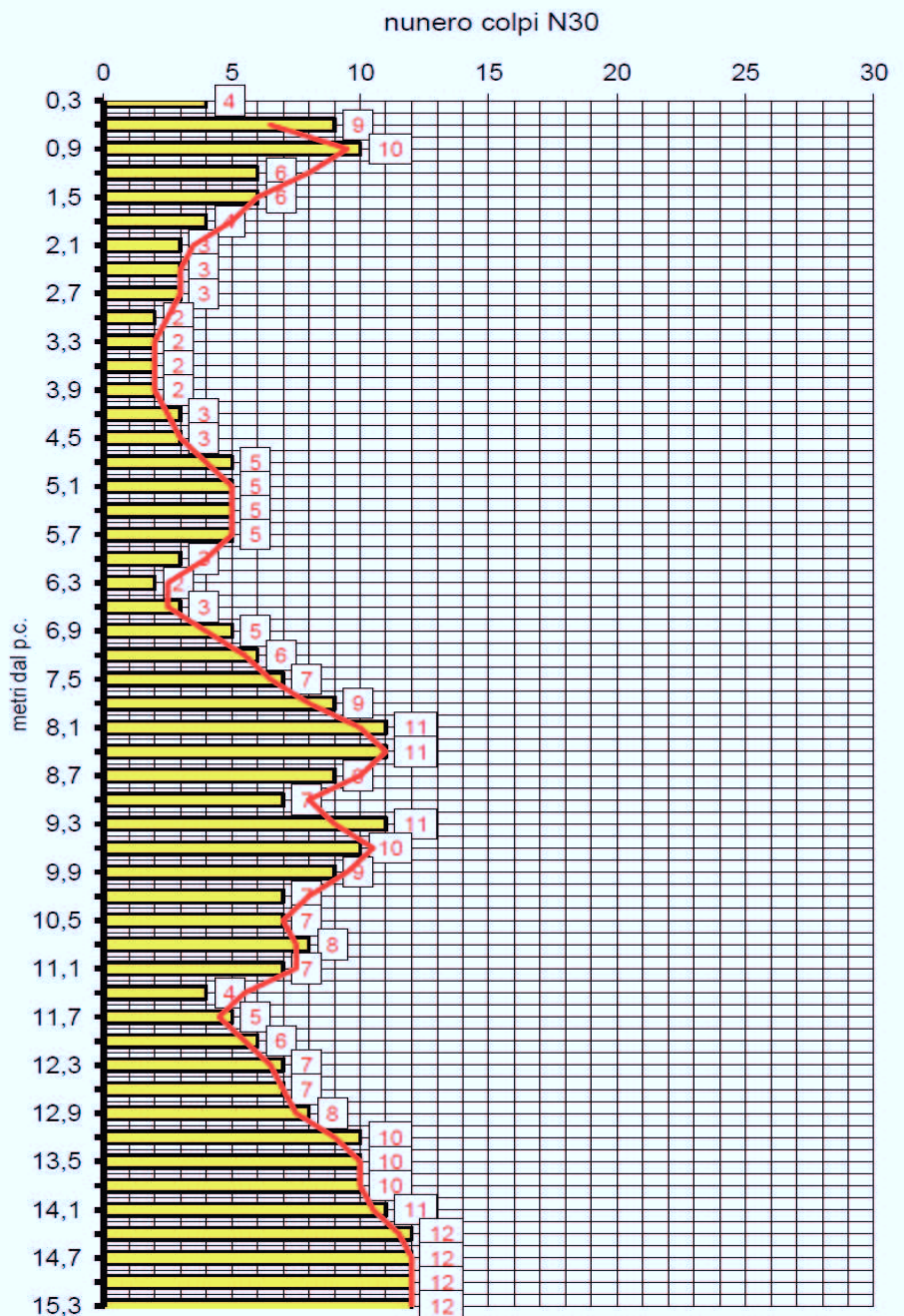
Penetrometro pagani TG 63-100 KN - area comparto 1 Via Scazzola, EDIFICI DI CIVILE ABITAZIONE IN PROGETTO - Data: 10-11 ottobre 2012.



Penetrometro pagani TG 63-100 KN - area comparto 1 Via Scazzola, EDIFICI DI CIVILE ABITAZIONE IN PROGETTO - Data: 10-11 ottobre 2012.

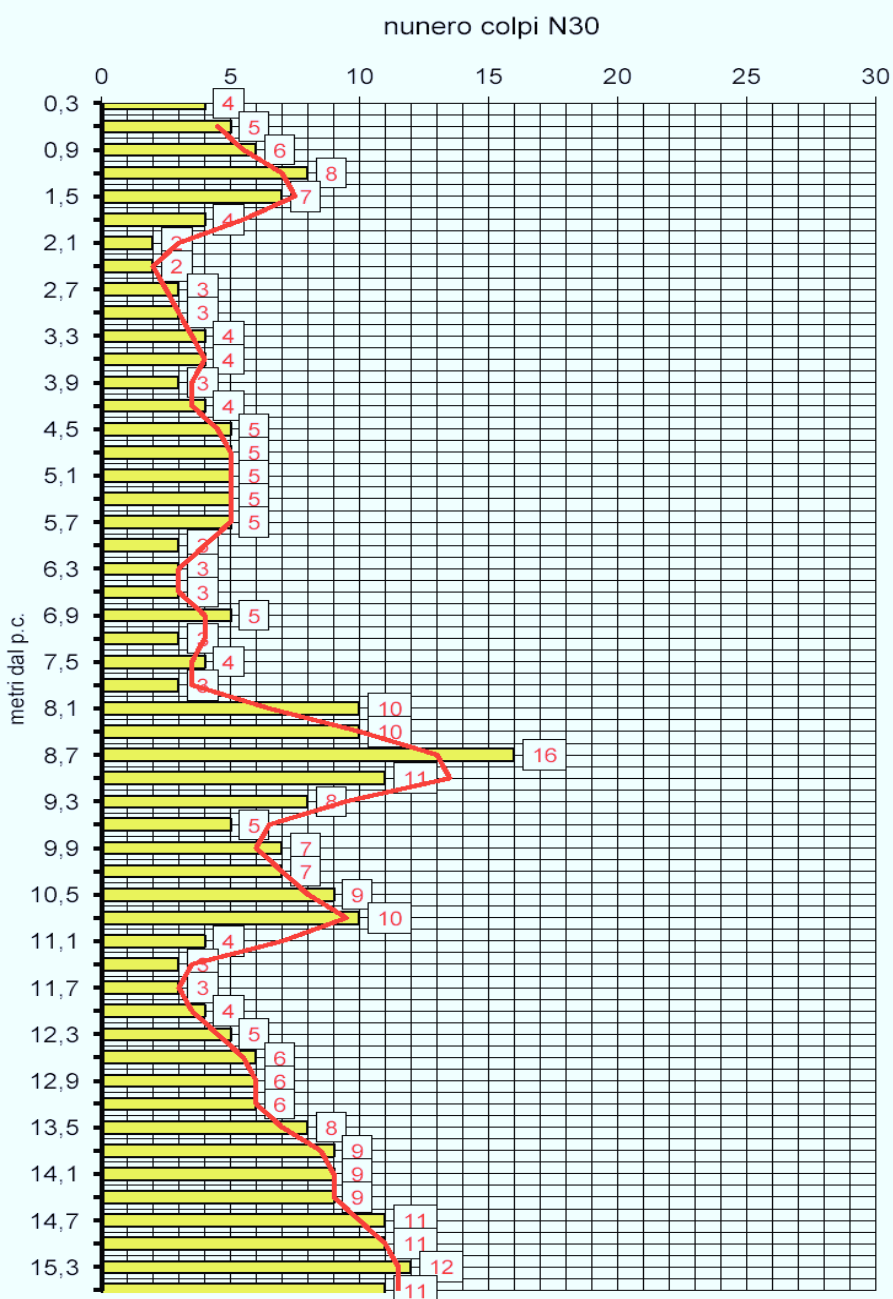
Comune di Alessandria AREA 1 COMPARTO DI INTERVENTO 1 VIA SCAZZOLA		
Prova penetrometrica dinamica 1		
penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI		
P = peso del maglio 73,5 Kg	piano campagna (posa penetrometro)	
H = altezza caduta maglio 75 cm		
d = diametro aste piene 32 mm		
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq		
p = penetrazione 30 cm (N30)		
fattore di correlazione Nspt = 1,20 N30 DPSH MEARDI		
Rd = $((P \times P \times H) / A \times p \times (M+m)) \times N30$; dove m = numero aste in avanzamento		
Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq		
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N30 = Q = $(M \times H) / (A \times p) = 9,41$ Kg/cmq		
Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 0,83		
Data: 10 ottobre 2012		Falda idrica: -9,00 m dal p.c.
profondità dal p.c.	colpi	Rd
(metri)	DPHS N30	Kg/cmq
0,3	4	33,76
0,6	9	75,97
0,9	10	78,07
1,2	6	46,84
1,5	6	46,84
1,8	4	29,04
2,1	3	21,78
2,4	3	21,78
2,7	3	20,36
3	2	13,57
3,3	2	13,57
3,6	2	12,74
3,9	2	12,74
4,2	3	19,11
4,5	3	18,01
4,8	5	30,01
5,1	5	30,01
5,4	5	30,01
5,7	5	28,37
6	3	17,02
6,3	2	11,35
6,6	3	17,02
6,9	5	26,9
7,2	6	32,28
7,5	7	37,67
7,8	9	46,04
8,1	11	56,27
8,4	11	56,27
8,7	9	43,88
9	7	34,13
9,3	11	53,63
9,6	10	46,57
9,9	9	41,91
10,2	7	32,6
10,5	7	31,2
10,8	8	35,66
11,1	7	31,2
11,4	4	17,83
11,7	5	21,37
12	6	25,64
12,3	7	29,92
12,6	7	28,74
12,9	8	32,84
13,2	10	41,05
13,5	10	41,05
13,8	10	39,49
14,1	11	43,44
14,4	12	47,39
14,7	12	45,65
15	12	45,65
15,3	12	45,65

diagramma prova penetrometrica P1



Comune di Alessandria AREA 1 COMPARTO DI INTERVENTO 1 VIA SCAZZOLA			
Prova penetrometrica dinamica 2			
penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI			
P = peso del maglio 73,5 Kg		piano campagna (posa penetrometro)	
H = altezza caduta maglio 75 cm			
d = diametro aste piene 32 mm			
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq			
p = penetrazione 30 cm (N30)			
fattore di correlazione Nspt = 1,20 N30 DPSH MEARDI			
Rd = $((P \times P \times H) / A \times p \times (M+m)) \times N30$; dove m = numero aste in avanzamento			
Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq			
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N30 = Q = $(M \times H) / (A \times p) = 9,41$ Kg/cmq			
Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 0,83			
Data: 10 ottobre 2012		Falda idrica: -9 m dal p.c.	
profondità dal p.c.	colpi	Rd	
(metri)	DPHS N30	Kg/cmq	
0,3	4	33,76	
0,6	5	42,21	
0,9	6	46,84	
1,2	8	62,45	
1,5	7	54,65	
1,8	4	29,04	
2,1	2	14,52	
2,4	2	14,52	
2,7	3	20,36	
3	3	20,36	
3,3	4	27,15	
3,6	4	25,48	
3,9	3	19,11	
4,2	4	25,48	
4,5	5	30,01	
4,8	5	30,01	
5,1	5	30,01	
5,4	5	30,01	
5,7	5	28,37	
6	3	17,02	
6,3	3	17,02	
6,6	3	17,02	
6,9	5	26,9	
7,2	3	16,14	
7,5	4	21,52	
7,8	3	15,35	
8,1	10	51,16	
8,4	10	51,16	
8,7	16	78,01	
9	11	53,63	
9,3	8	39,01	
9,6	5	23,29	
9,9	7	32,6	
10,2	7	32,6	
10,5	9	40,12	
10,8	10	44,57	
11,1	4	17,83	
11,4	3	13,37	
11,7	3	12,82	
12	4	17,1	
12,3	5	21,37	
12,6	6	24,63	
12,9	6	24,63	
13,2	6	24,63	
13,5	8	32,84	
13,8	9	35,54	
14,1	9	35,54	
14,4	9	35,54	
14,7	11	41,85	
15	11	41,85	
15,3	12	45,65	
15,6	11	41,85	

diagramma prova penetrometrica P2



Comune di Alessandria AREA 1 COMPARTO DI INTERVENTO 1 VIA SCAZZOLA
Prova penetrometrica dinamica 3

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI

 P = peso del maglio 73,5 Kg **piano campagna (posa penetrometro)**

H = altezza caduta maglio 75 cm

d = diametro aste piene 32 mm

A = sezione punta conica (60°) 20 cmq

p = penetrazione 30 cm (N30)

 fattore di correlazione $N_{spt} = 1,20 N_{30}$ DPSH MEARDI

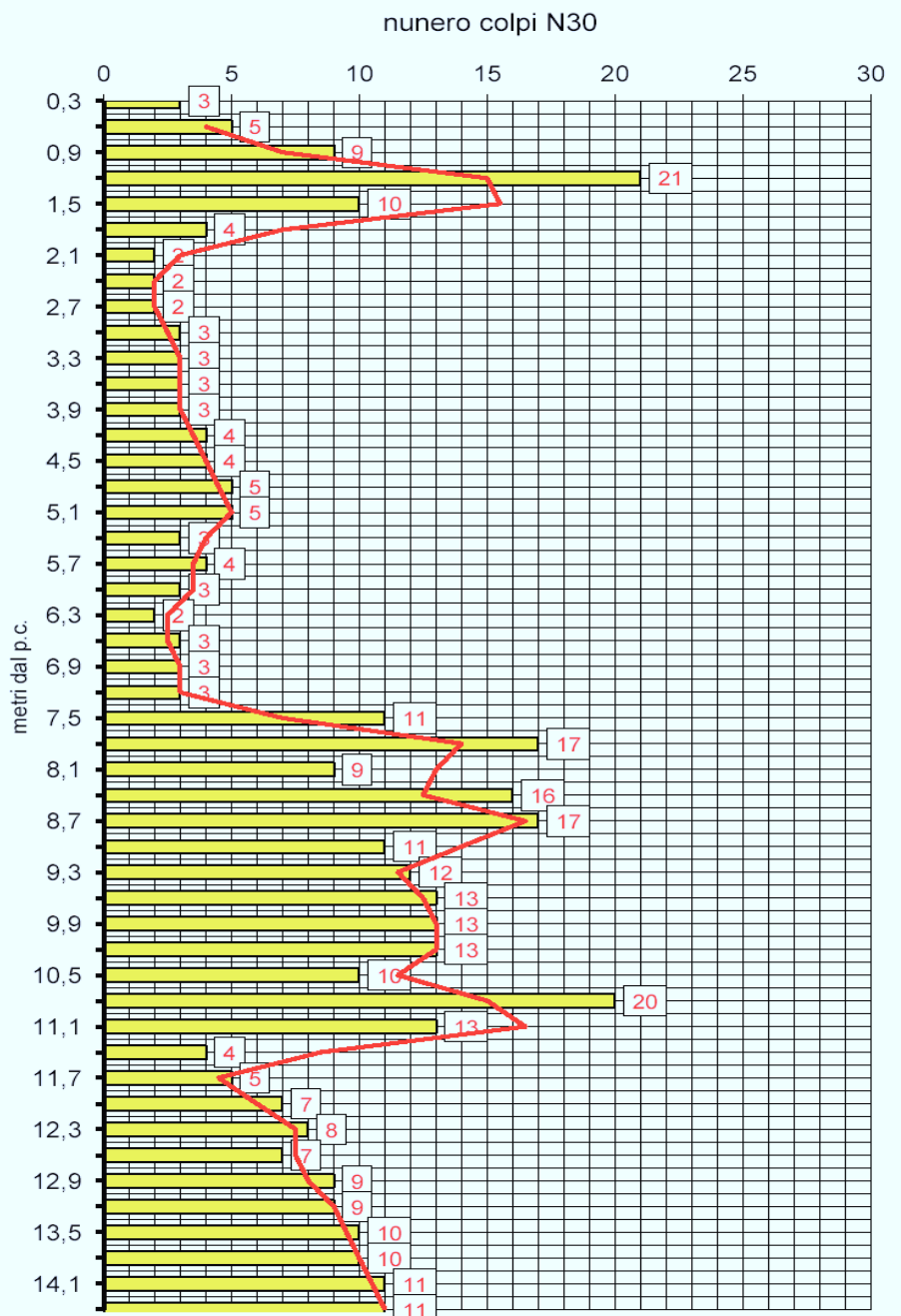
 $R_d = ((P \times P \times H) / A \times p \times (M+m)) \times N_{30}$; dove m = numero aste in avanzamento

 Energia specifica colpo penetrometro SPT = $Q = 7,83$ Kg/cmq

 Energia specifica colpo penetrometro DPSH N30 = $Q = (M \times H) / (A \times p) = 9,41$ Kg/cmq

 Coefficiente teorico di energia $t = Q / Q_{spt} = 0,83$
Data: 11 ottobre 2012
Falda idrica: -9 m dal p.c.

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPSH N30	Rd Kg/cmq
0,3	3	25,32
0,6	5	42,21
0,9	9	70,26
1,2	21	163,9
1,5	10	78,07
1,8	4	29,04
2,1	2	14,52
2,4	2	14,52
2,7	2	13,57
3	3	20,36
3,3	3	20,36
3,6	3	19,11
3,9	3	19,11
4,2	4	25,48
4,5	4	24,01
4,8	5	30,01
5,1	5	30,01
5,4	3	18,01
5,7	4	22,7
6	3	17,02
6,3	2	11,35
6,6	3	17,02
6,9	3	16,14
7,2	3	16,14
7,5	11	59,19
7,8	17	86,97
8,1	9	46,04
8,4	16	81,85
8,7	17	82,89
9	11	53,63
9,3	12	58,51
9,6	13	60,54
9,9	13	60,54
10,2	13	60,54
10,5	10	44,57
10,8	20	89,15
11,1	13	57,94
11,4	4	17,83
11,7	5	21,37
12	7	29,92
12,3	8	34,19
12,6	7	28,74
12,9	9	36,95
13,2	9	36,95
13,5	10	41,05
13,8	10	39,49
14,1	11	43,44
14,4	11	43,44

diagramma prova penetrometrica P3


Comune di Alessandria AREA 1 COMPARTO DI INTERVENTO 1 VIA SCAZZOLA
Prova penetrometrica dinamica 4

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI

 P = peso del maglio 73,5 Kg **piano campagna (posa penetrometro)**

H = altezza caduta maglio 75 cm

d = diametro aste piene 32 mm

A = sezione punta conica (60°) 20 cmq

p = penetrazione 30 cm (N30)

 fattore di correlazione $N_{spt} = 1,20 N_{30}$ DPSH MEARDI

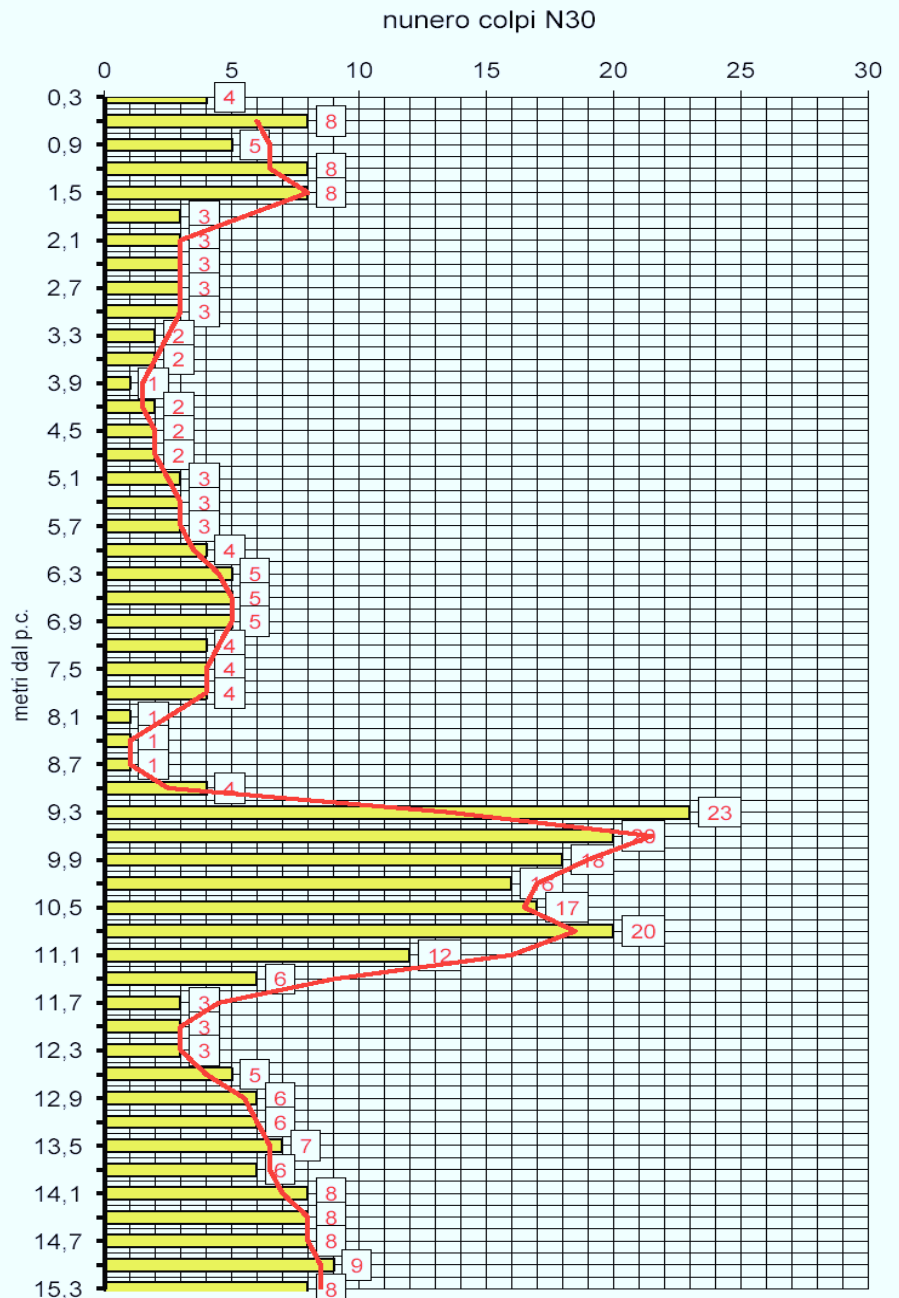
 $R_d = ((P \times P \times H) / A \times p \times (M+m)) \times N_{30}$; dove m = numero aste in avanzamento

 Energia specifica colpo penetrometro SPT = $Q = 7,83$ Kg/cmq

 Energia specifica colpo penetrometro DPSH N30 = $Q = (M \times H) / (A \times p) = 9,41$ Kg/cmq

 Coefficiente teorico di energia $t = Q / Q_{spt} = 0,83$
Data: 11 ottobre 2012
Falda idrica: -9 m dal p.c.

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPSH N30	Rd Kg/cmq
0,3	4	33,76
0,6	8	67,53
0,9	5	39,03
1,2	8	62,45
1,5	8	62,45
1,8	3	21,78
2,1	3	21,78
2,4	3	21,78
2,7	3	20,36
3	3	20,36
3,3	2	13,57
3,6	2	12,74
3,9	1	6,371
4,2	2	12,74
4,5	2	12,01
4,8	2	12,01
5,1	3	18,01
5,4	3	18,01
5,7	3	17,02
6	4	22,7
6,3	5	28,37
6,6	5	28,37
6,9	5	26,9
7,2	4	21,52
7,5	4	21,52
7,8	4	20,46
8,1	1	5,116
8,4	1	5,116
8,7	1	4,876
9	4	19,5
9,3	23	112,1
9,6	20	93,14
9,9	18	83,83
10,2	16	74,51
10,5	17	75,77
10,8	20	89,15
11,1	12	53,49
11,4	6	26,74
11,7	3	12,82
12	3	12,82
12,3	3	12,82
12,6	5	20,53
12,9	6	24,63
13,2	6	24,63
13,5	7	28,74
13,8	6	23,69
14,1	8	31,59
14,4	8	31,59
14,7	8	30,44
15	9	34,24
15,3	8	30,44

diagramma prova penetrometrica P4


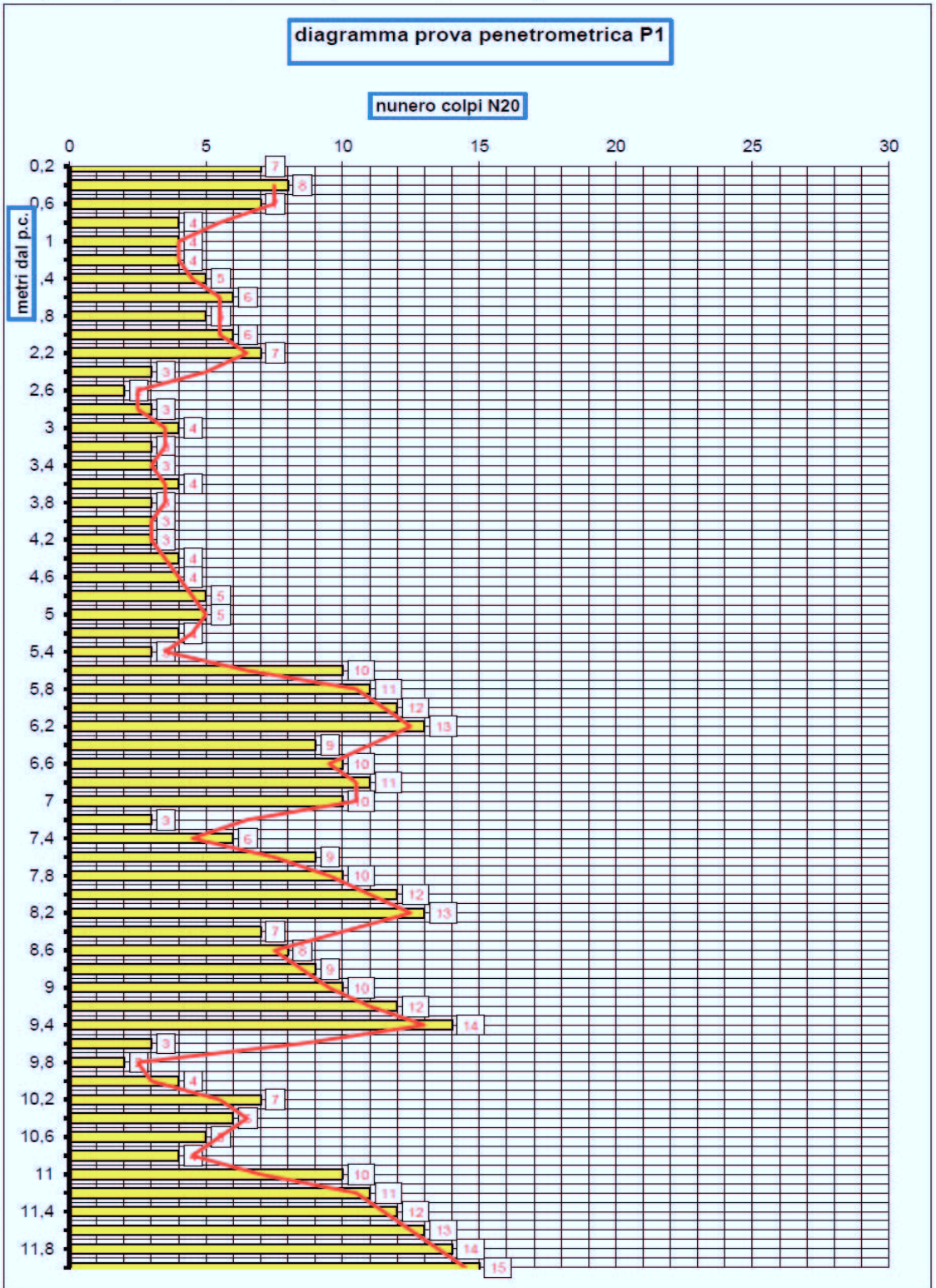


PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO AREA T1 VIA SCAZZOLA
Prova penetrometrica P1 (maggio 2016)

COMUNE DI ALESSANDRIA PEC AREA T1 VIA SCAZZOLA			
Prova penetrometrica dinamica P1			
penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI			
P = peso del maglio 63,5 Kg		piano campagna (posa penetrometro)	
H = altezza caduta maglio 75 cm			
d = diametro aste piene 32 mm			
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq			
p = penetrazione 20 cm (N20)			
Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste			
Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7.83 Kg/cmq			
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11.90 Kg/cmq			
Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52			
Data: 4 MAGGIO 2016			
profondità dal p.c.	colpi	Rd	Falda idrica: -8,00 metri dal p.c.
(metri)	DPHS N20	Kg/cmq	

diagramma prova penetrometrica P1

numero colpi N20

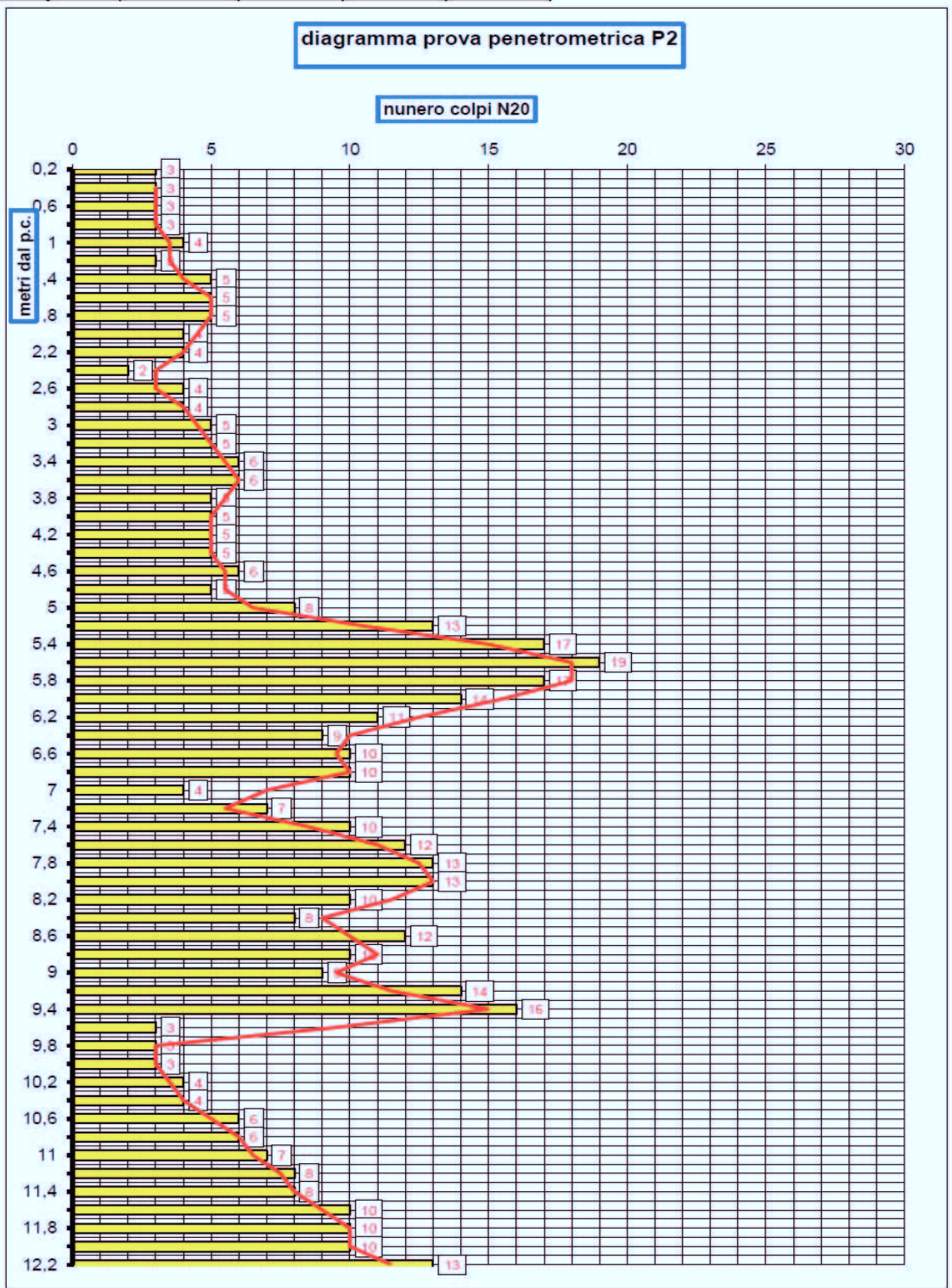


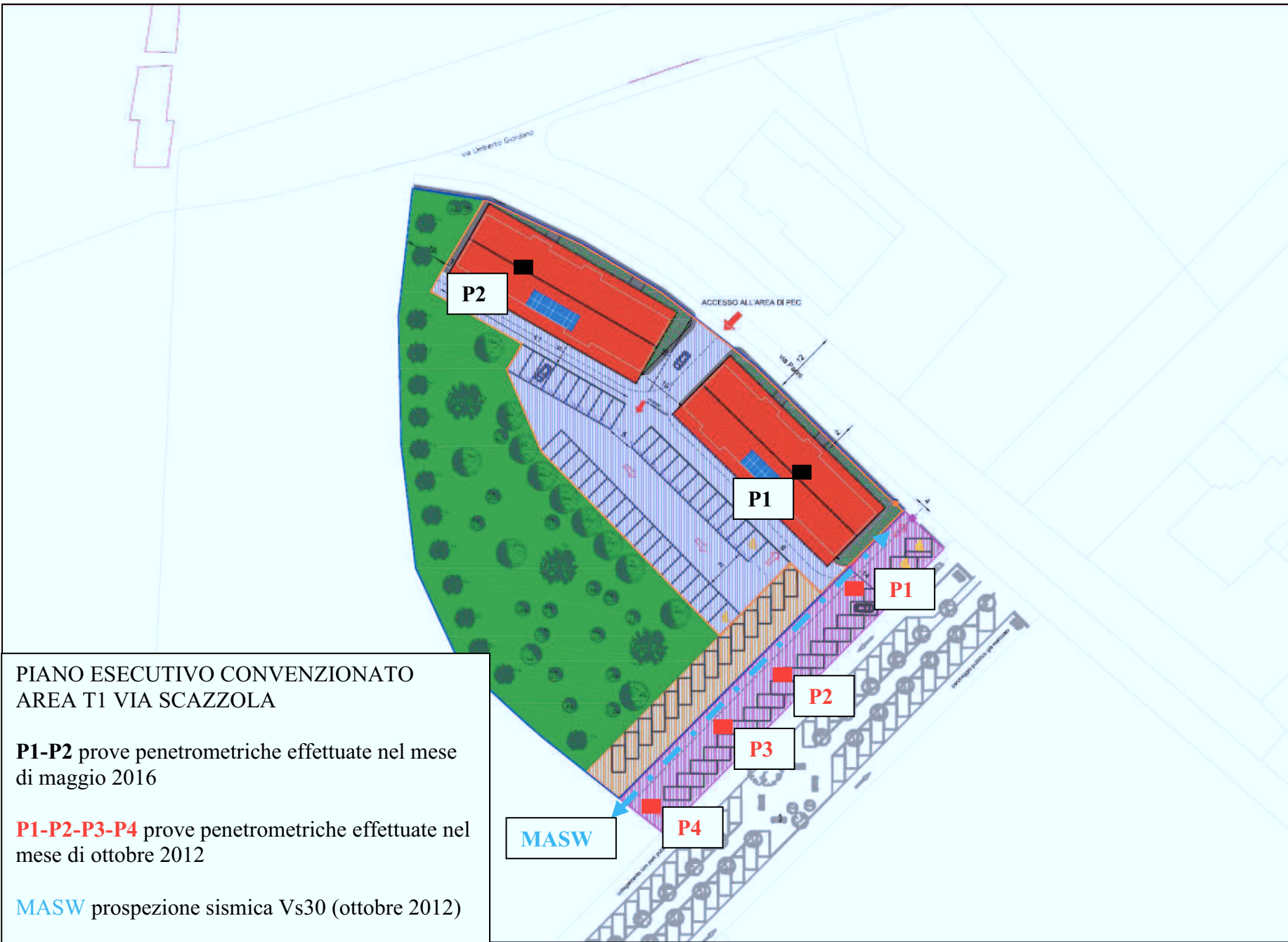


PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO AREA T1 VIA SCAZZOLA
Prova penetrometrica P2 (maggio 2016)

COMUNE DI ALESSANDRIA PEC AREA T1 VIA SCAZZOLA			
Prova penetrometrica dinamica P2			
penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI			
P = peso del maglio 63,5 Kg	piano campagna (posa penetrometro)		
H = altezza caduta maglio 75 cm			
d = diametro aste piene 32 mm			
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq			
p = penetrazione 20 cm (N20)			
Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste			
Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq			
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11,90 Kg/cmq			
Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52			
Data: 4 MAGGIO 2016			
profondità dal p.c.	colpi	Rd	Falda idrica: -8,00 metri dal p.c.
(metri)	DPHS N20	Kg/cmq	

profondità dal p.c. (metri)	colpi	Rd Kg/cmq
0,2	3	32,4
0,4	3	32,4
0,6	3	32,4
0,8	3	29,65
1	4	39,53
1,2	3	29,65
1,4	5	49,41
1,6	5	45,54
1,8	5	45,54
2	4	36,44
2,2	4	36,44
2,4	2	16,89
2,6	4	33,79
2,8	4	33,79
3	5	42,24
3,2	5	39,38
3,4	6	47,25
3,6	6	47,25
3,8	5	39,38
4	5	36,88
4,2	5	36,88
4,4	5	36,88
4,6	6	44,26
4,8	5	34,68
5	8	55,49
5,2	13	90,17
5,4	17	117,9
5,6	19	124,4
5,8	17	111,3
6	14	91,64
6,2	11	72
6,4	9	55,77
6,6	10	61,97
6,8	10	61,97
7	4	24,79
7,2	7	41,19
7,4	10	58,84
7,6	12	70,6
7,8	13	76,49
8	13	72,8
8,2	10	56
8,4	8	44,8
8,6	12	67,2
8,8	10	53,43
9	9	48,09
9,2	14	74,8
9,4	16	85,49
9,6	3	15,33
9,8	3	15,33
10	3	15,33
10,2	4	20,43
10,4	4	19,57
10,6	6	29,36
10,8	6	29,36
11	7	34,25
11,2	8	37,57
11,4	8	37,57
11,6	10	46,96
11,8	10	46,96
12	10	45,14
12,2	13	58,68





Interpretazione dati prove penetrometriche, unità litotecniche del sottosuolo e conclusioni

L'elaborazione dei dati delle prove penetrometriche ha permesso di ottenere i parametri geotecnici relativamente ad ogni unità litotecnica attraverso un'operazione di discretizzazione dei singoli valori del numero di colpi ogni 20 cm di avanzamento delle aste del penetrometro. I parametri geotecnici del sottosuolo sono stati inoltre ricavati mediante un'analisi di correlazione con le prove penetrometriche effettuate alla data del mese di ottobre 2012, limitrofe al lotto oggetto di nuova edificazione.

I valori dei parametri geotecnici caratteristici sono stati calcolati, a partire dai valori medi ottenuti dalle prove penetrometriche, successivamente elaborati secondo appropriate equazioni statistiche e probabilistiche (stabilite dagli Eurocodici EC7), con determinazione del 5 percentile della media di pochi dati, **relativamente al tipo di fondazioni che verranno scelte dal Progettista per la realizzazione degli edifici**, ovvero:

- 1) **fondazioni dirette in c.a. tipo platee e/o fondazioni continue nastriformi ed altresì per fondazioni indirette tipo pali e/o micropali (portanza laterale).** Calcolo dei parametri caratteristici con equazioni statistiche con distribuzione della media-pochi dati per *grandi volumi di rottura del terreno* con distribuzione log-normale (C_u , con COV del 30%) e distribuzione normale (Φ con COV del 10%) - (foglio di calcolo McCoy, aprile 2007). Tali sistemi fondazionali coinvolgono infatti grandi volumi di rottura di terreno con resistenze compensate. (i relativi parametri geotecnici caratteristici indicati nelle singole unità litotecniche sono riportano il pedice C_{uk1} e ϕ_{k1}).
- 2) **fondazioni dirette isolate quali plinti di fondazione e/o fondazioni indirette quali pali e/o micropali (portanza di punta).** Calcolo dei parametri caratteristici con equazioni statistiche con distribuzione della media-pochi dati, *per piccoli volumi di rottura del terreno* con distribuzione log-normale (C_u , con COV del 30%) e distribuzione normale (Φ con COV del 10%) - (foglio di calcolo McCoy, aprile 2007). Tali sistemi fondazionali coinvolgono infatti piccoli volumi di rottura di terreno con resistenze non compensate. (i relativi parametri geotecnici caratteristici indicati nelle singole unità litotecniche riportano il pedice C_{uk2} e ϕ_{k2}).

UNITA' LITOTECNICA 1

Fino ad una profondità variabile da 1,50 a 2,20 m dal p.c. suolo e coltre di alterazione dotato di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 0,652 Kg/cm², un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 27°, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1789,50 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,015185 cm²/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Coesione non drenata:	C_{uk1}	= 45.70 (KPa)
Angolo di attrito:	ϕ_{k1}	= 23.90°
Coesione non drenata:	C_{uk2}	= 38.50 (KPa)
Angolo di attrito:	ϕ_{k2}	= 22.60°

UNITA' LITOTECNICA 2

Fino ad una profondità variabile da 4,80 a 6,90 m dal p.c. limi sabbiosi ed argillosi poco compatti dotati di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 0,5477 Kg/cm², un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 27°, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1762,66 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0148543 cm²/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Coesione non drenata: $C_{uk1} = 41.10$ (KPa)
 Angolo di attrito: $\phi_{k1} = 23.90^\circ$
 Coesione non drenata: $C_{uk2} = 32.40$ (KPa)
 Angolo di attrito: $\phi_{k2} = 22.60^\circ$

UNITA' LITOTECNICA 3

Fino ad una profondità variabile da 9,40 a 9,90 m dal p.c. sabbie limose e ghiaiose più resistenti dotate di un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 31° , un valore di densità relativa (D_r) pari al 22 %, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1800,00 Kg/mc, un valore medio di peso di volume sottofalda (γ') pari a 800,00 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0169423 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Angolo di attrito: $\phi_{k1} = 28.10^\circ$
 Angolo di attrito: $\phi_{k2} = 25.90^\circ$

UNITA' LITOTECNICA 4

Fino ad alla massima profondità d'investigazione variabile da 15,30 a 12,20. m dal p.c. sabbie ghiaiose con intercalazioni di limi sabbiosi meno resistenti, dotati di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 1,155 Kg/cm², un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a $28,67^\circ$, un valore di densità relativa (D_r) pari al 17,50 %, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1829 Kg/mc un valore medio di peso di volume sottofalda (γ') pari a 829,00 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0186413 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Coesione non drenata: $C_{uk1} = 68.30$ (KPa)
 Angolo di attrito: $\phi_{k1} = 25.90^\circ$
 Coesione non drenata: $C_{uk2} = 68.30$ (KPa)
 Angolo di attrito: $\phi_{k2} = 24.00^\circ$

Le prospezioni penetrometriche hanno individuato una conformazione litologica del sottosuolo omogenea con la presenza di terreni coerenti a granulometria fine a composizione limosa e sabbiosa caratterizzati da mediocri parametri geotecnici fino ad una profondità media di 5,00 m dal p.c. a cui seguono terreni sabbiosi e ghiaiosi più resistenti fino alla profondità media di 12,00 m dal p.c., con intercalazioni lentiformi di limi e sabbie meno resistenti. Nei fori penetrometrici la superficie libera della falda freatica è stata riscontrata, alla data del mese di maggio 2016, ad una quota media di -8,00 m dal p.c.

Valenza, 10 maggio 2016



In Fede
Dott. Cavalli Andrea