



STUDIO BELLORA

Via Firenze 22 15121 Alessandria ITALIA - Tel. +39 0131443542 Fax. +39 0131445378
www.studiobellora.eu - E-MAIL: info@studiobellora.eu

PROGETTISTA PAOLO BELLORA architetto

COLLABORATORE Claudio Ponte architetto

GEOLOGO Dott. Cavalli Andrea

Via Raffaello, 9
15048 Valenza AL



PROPRIETA'

CINE SRL

Corso Roma, 52 - Alessandria

OGGETTO

PIANO DI RECUPERO

"CINEMA MODERNO"

TITOLO

Relazione Geologica

DATA

08 luglio 2016

Elab. 07

Premessa ed inquadramento geologico

Ad integrazione degli atti di progetto inerenti opere di edificazione presso l'ex cinema di Piazzetta della Lega nel Comune di Alessandria, proprietà CINE SRL con sede in Alessandria Corso Roma n. 52, è stato richiesto 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.4 prove penetrometriche e di una prova sismica HVSR all'interno dell'ex cinema, per la caratterizzazione litotecnica dei terreni delle nuove opere di fondazione delle strutture on progetto 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).

L'area è posta nel centro storico di Alessandria, mentre per quanto riguarda gli aspetti geologici, sottostante la coltre di alterazione superficiale e riporto (interno cinema e cantina), sono presenti terreni appartenenti alla formazione geologica delle *"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 6,00 metri circa dal piano campagna (piano strada di Piazzetta della Lega) 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 30,00 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. Più in profondità seguono ulteriori successioni di ghiaie e sabbie a granulometria più grossolana con intercalazioni lentiformi di limi argillosi ed argille tipiche di sequenze alluvionali pleistoceniche più antiche.

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 (Cu) variabili da 0,40 a 0,50 Kg/cm² e da valori di angolo di attrito interno (ϕ) medio di 27°/28° come riscontrato direttamente dalle prove penetrometriche.

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 presente a partire da una quota media di -30 metri dal piano campagna. La superficie libera della falda freatica si pone pertanto ad una quota media di -9,00/-10,00 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 giugno 2016 in corrispondenza dei fori penetrometrici, la falda è stata riscontrata alla quota di -10,00 metri dal p.c.

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 III** a **pericolosità geomorfologica alta** definita come “Porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, derivanti questi ultimi dalla urbanizzazione dell’area, sono tali da impedire l’utilizzo qualora inedificate, richiedendo viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente.”

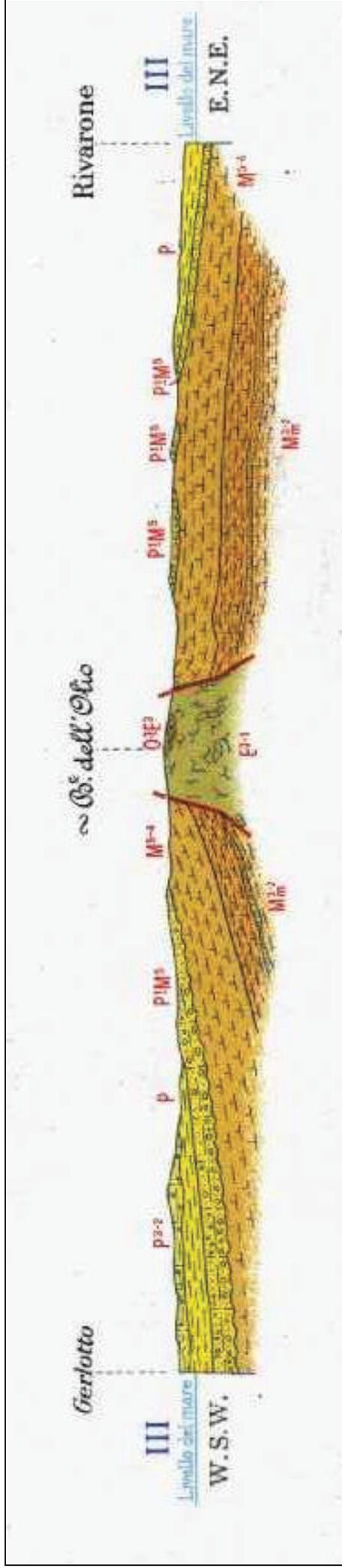
AREE EDIFICABILI E CON EDIFICABILITA' CONTROLLATA

Area di pianura Classe IIIb α AREE EDIFICATE

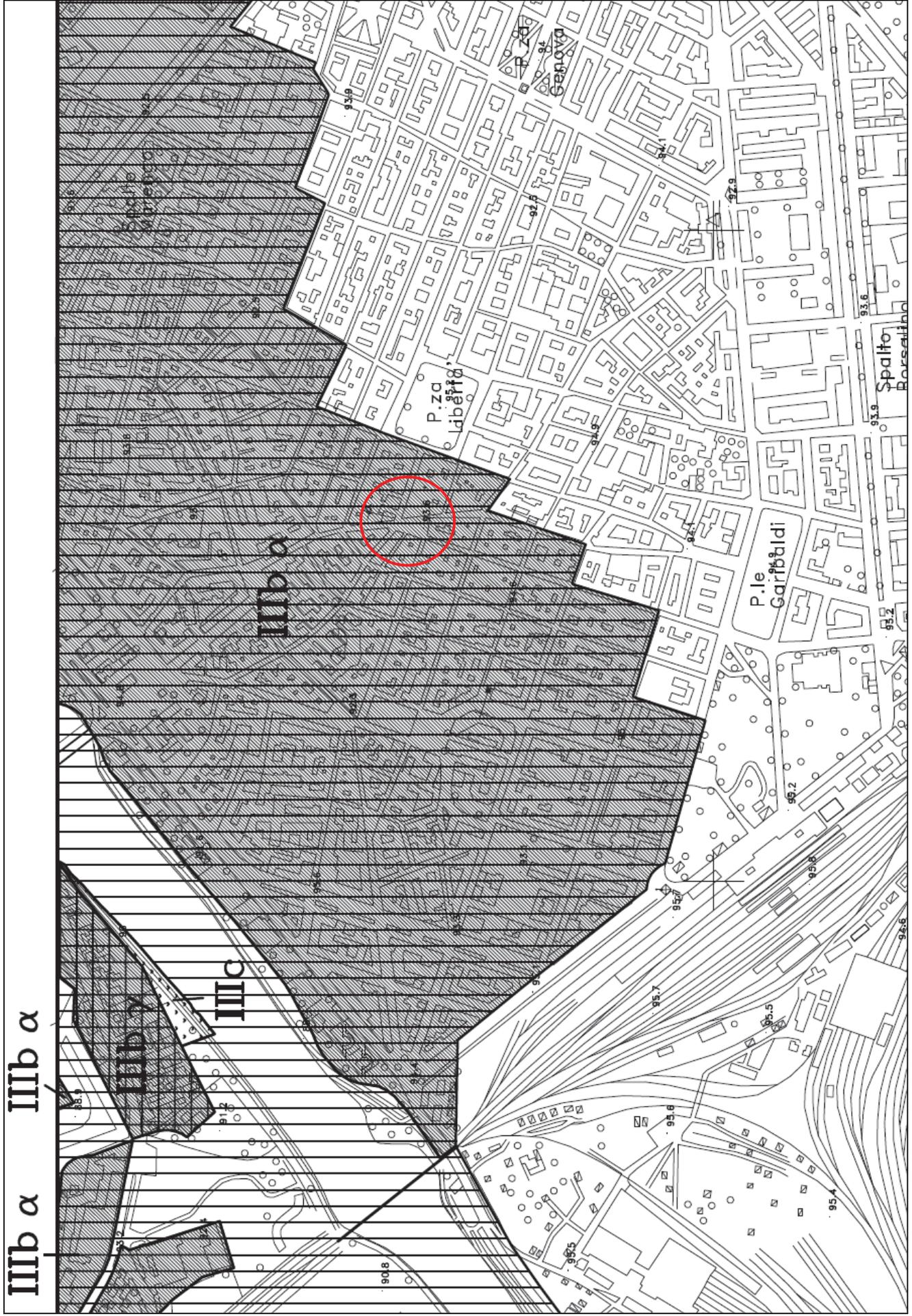
Aree ubicate all’interno della Fascia C e/o a retro della Fascia B di Progetto e nelle Frazioni di Spinetta marengo e Litta. (N.d.A. art. 81).







Sezione Carta Geologica d'Italia Foglio N.70 Alessandria



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.**

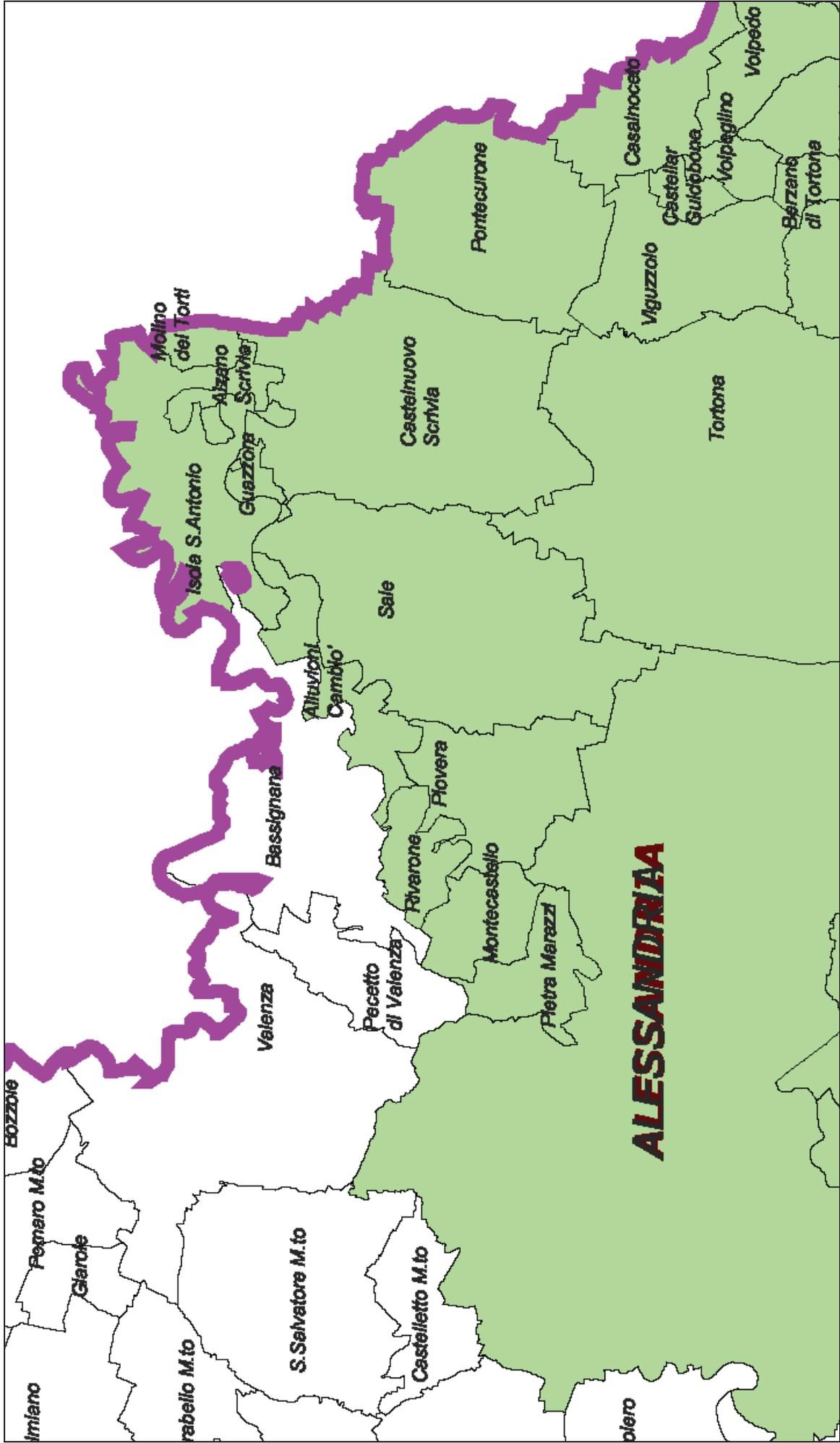
Per tale classe sismica corrisponde un MEDIO BASSO grado di pericolosità sismica (accelerazione massima al suolo A_g compresa tra 0.05 e 0,075 g con probabilità di eccedenza del 10% IN 50 anni, riferita a suoli rigidi $V_s < 800$ m/sec).

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 HVSR effettuata all'interno dell'ex cinema, 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 C_u 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 HVSR.



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.

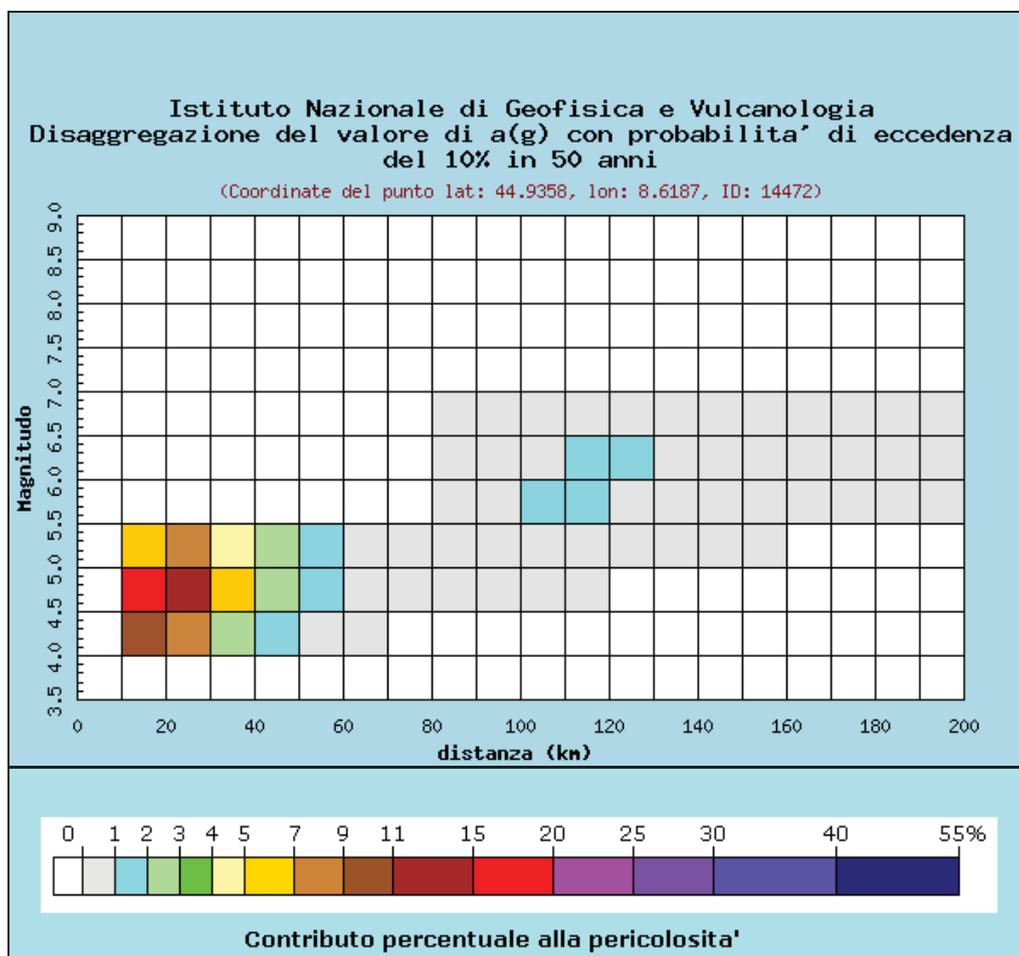
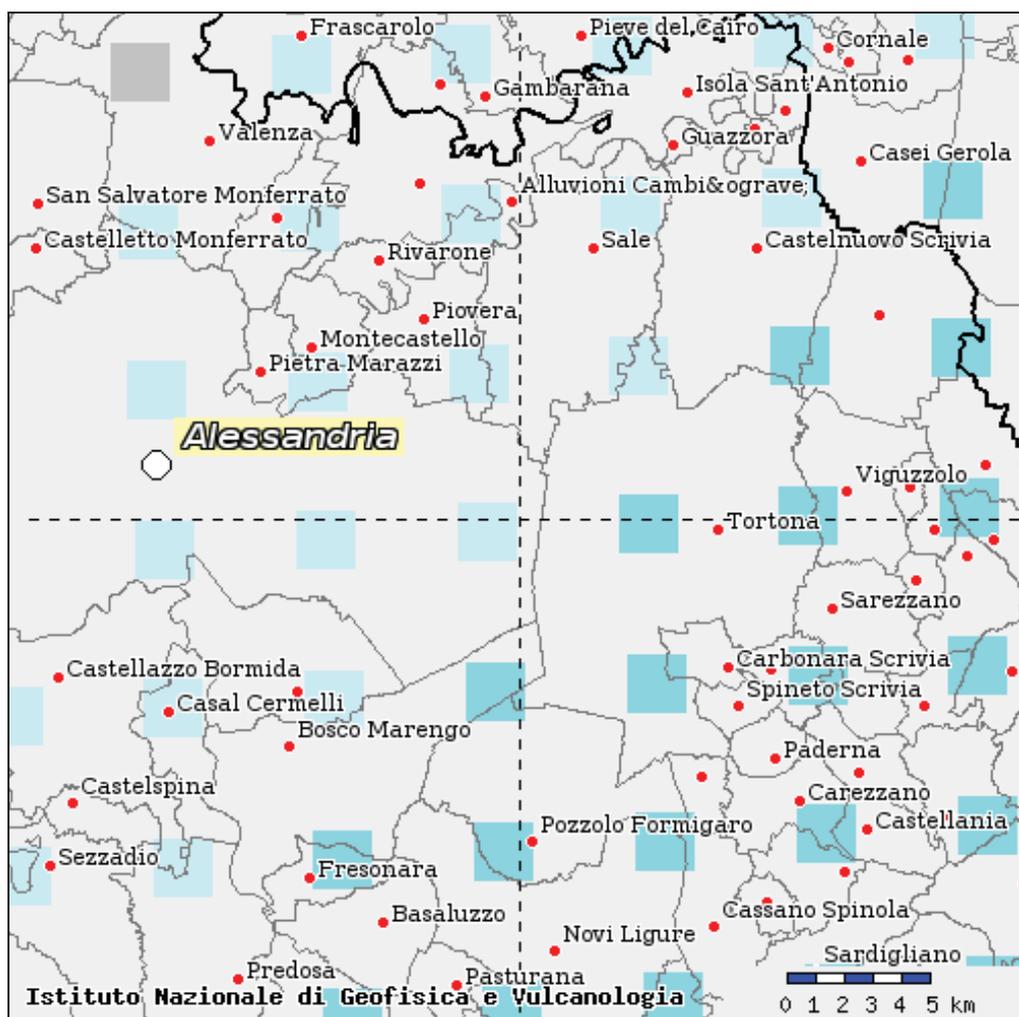
Realizzazione e allestimento cartografico a cura di:

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

Prova sismica HVSR

In data 16 GIUGNO 2016 all'interno dell'ex cinema è stata effettuata una prova sismica HVSR 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).

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce. Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamiento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing. Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.

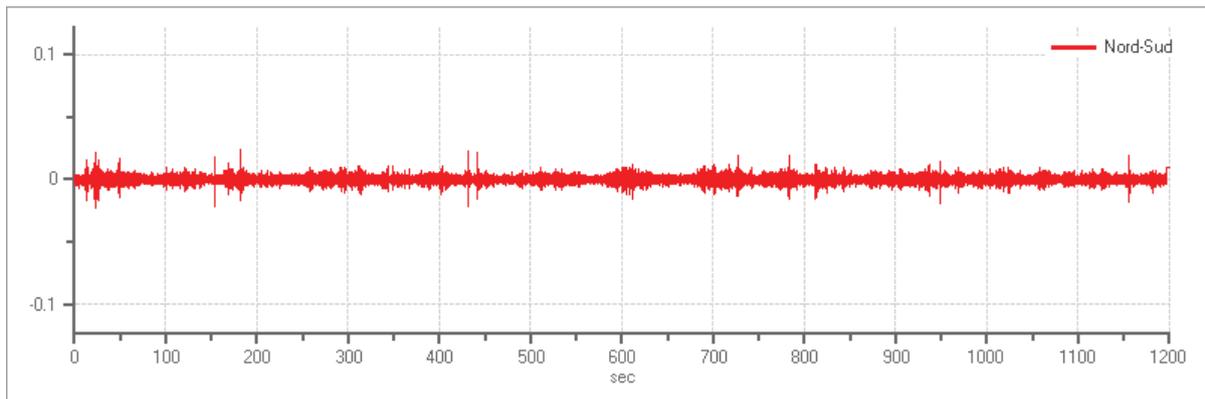


Prova simica HVSR – GEMINI 4 PASI geofono tridimensionale 4,5 Hz
(interno cinema)

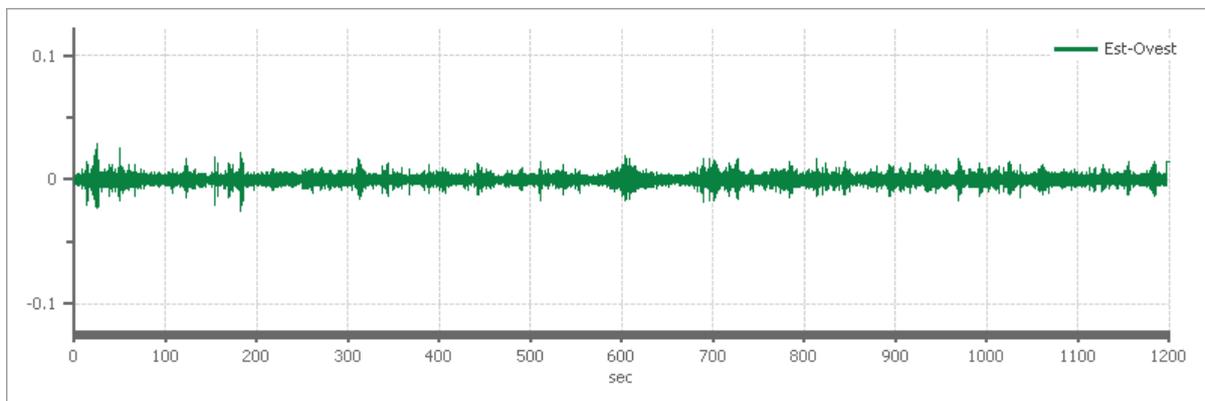
Tracce in input prova HVSR

<i>Dati riepilogativi:</i>	
Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	200.00 Hz
Numero campioni:	240000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

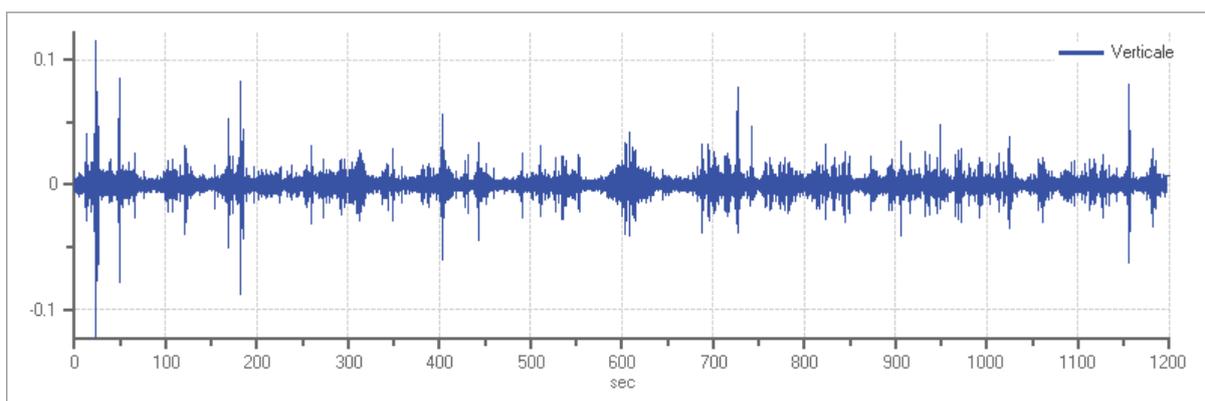
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud

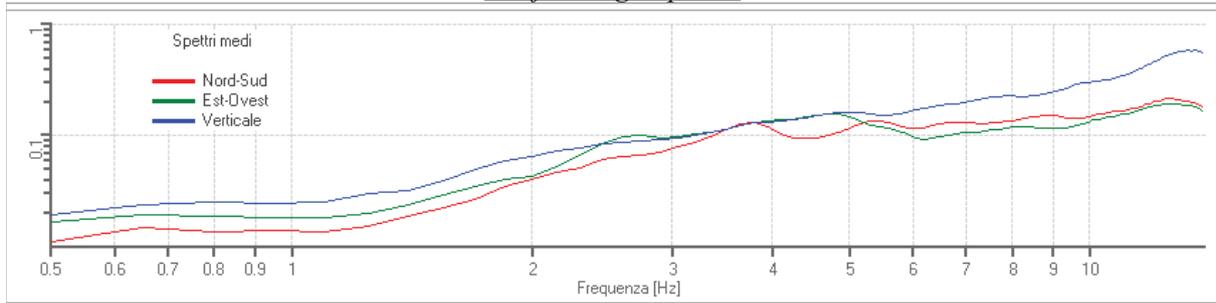


Traccia in direzione Est-Ovest

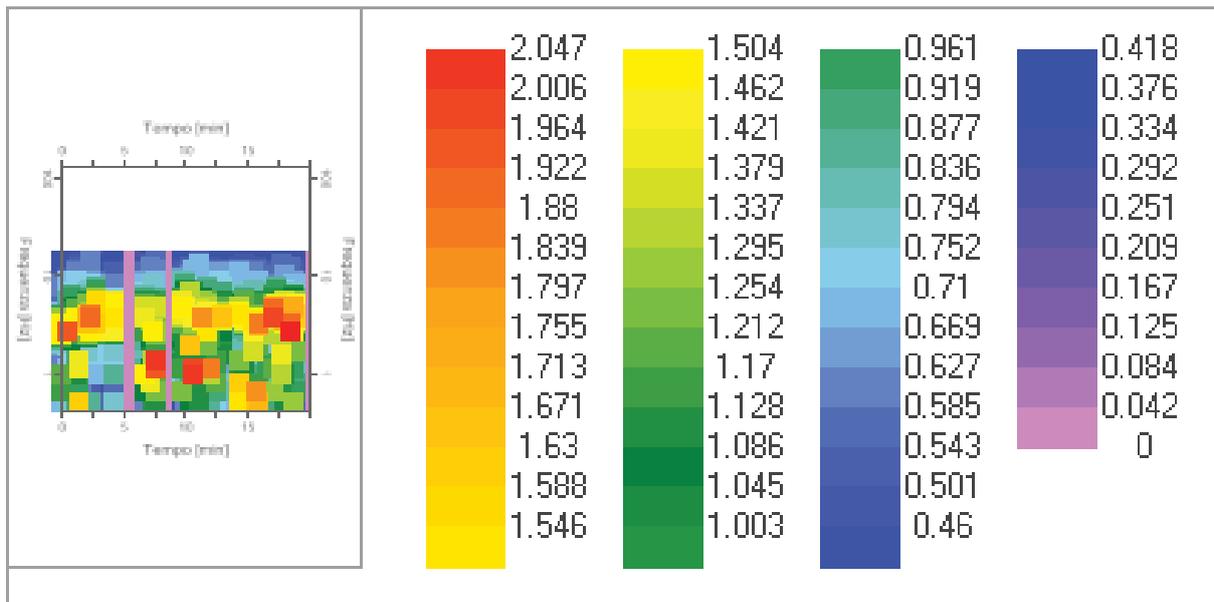


Traccia in direzione Verticale

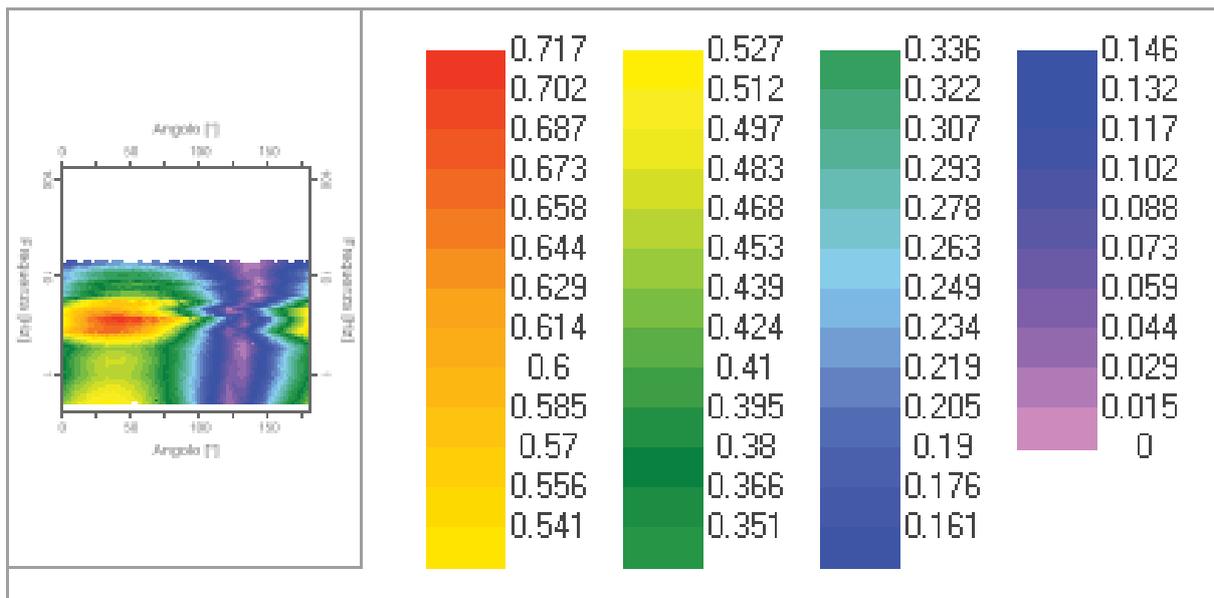
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

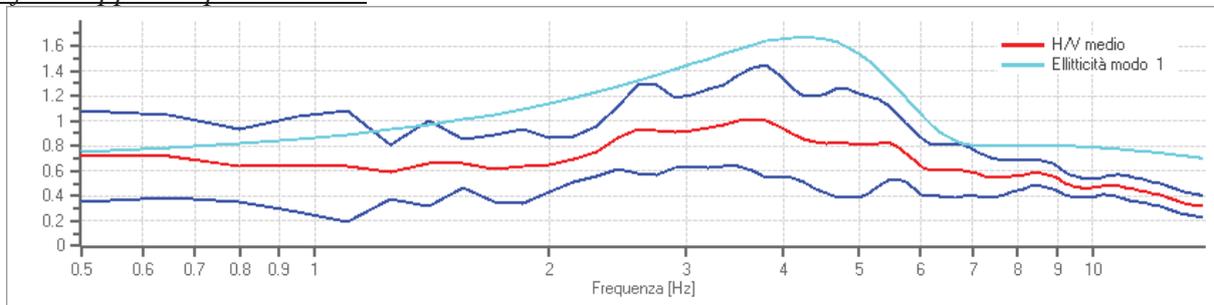
Rapporto spettrale H/V

<u>Dati riepilogativi:</u>	
Frequenza massima:	14.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 3.65 Hz \pm 0.41 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

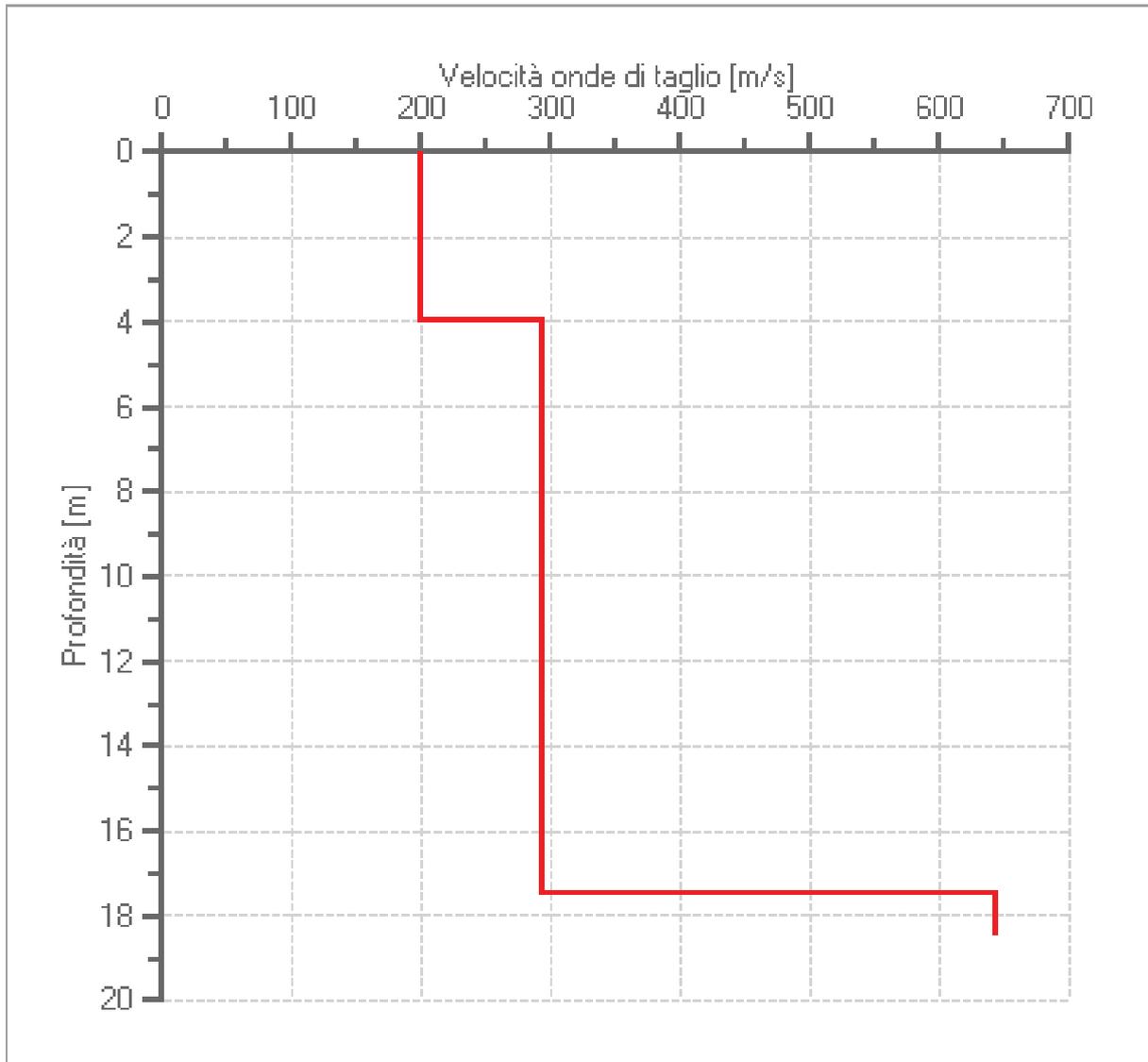
Modello stratigrafico

<i>Dati riepilogativi:</i>	
Numero strati:	3
Frequenza del picco dell'ellitticità:	4.25 Hz
Valore di disadattamento:	0.14

Valore Vs30: 350.67 m/s - Classe di terreno: classe C

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	4	4	17	0.4	200
2	17.5	13.5	18	0.3	293
3	18.5	1	19	0.3	643



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Data: 23/06/2016

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): 44,9136200 [°]
 Longitudine (WGS84): 8,6140290 [°]
 Latitudine (ED50): 44,9145700 [°]
 Longitudine (ED50): 8,6150910 [°]

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

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

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	0,017	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 2

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 3

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 4

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 d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,018	2,529	0,161
SLD	50	0,024	2,528	0,195
SLV	475	0,058	2,562	0,278
SLC	975	0,074	2,561	0,285

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 $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa cu_{30} compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

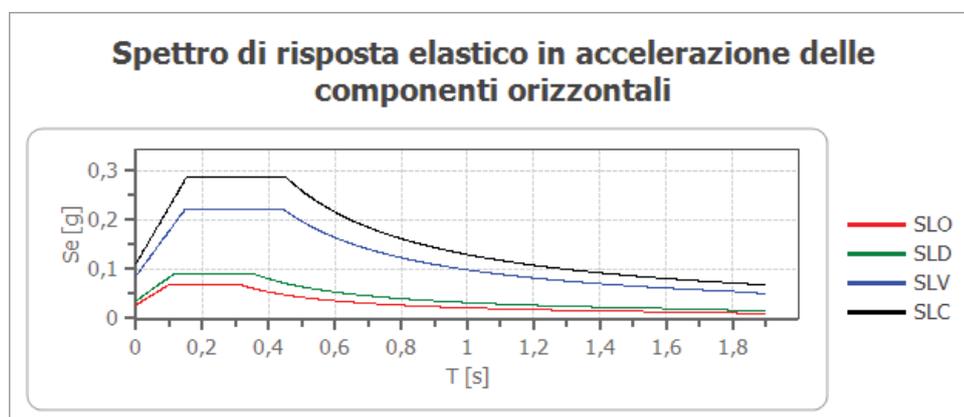
Categoria topografica:

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
kv	0,003	0,004	0,009	0,011
amax [m/s ²]	0,270	0,355	0,848	1,093
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

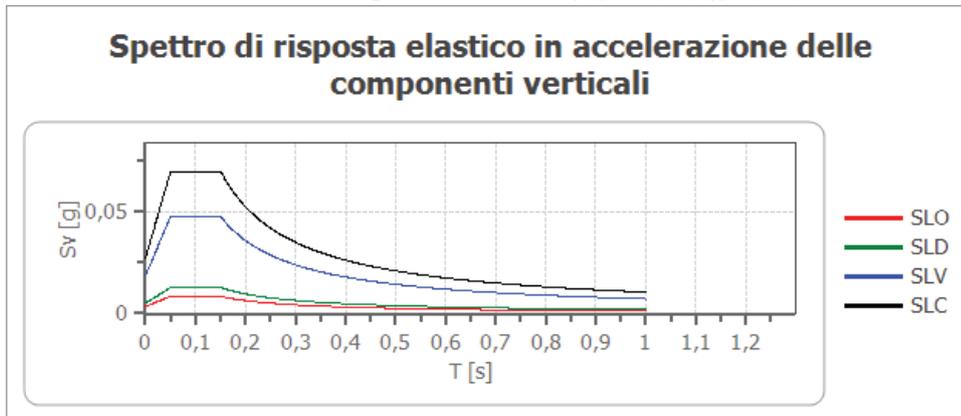


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,018	2,529	0,161	1,500	1,920	1,000	1,500	1,000	0,103	0,309	1,673	0,027	0,069
SLD	1,0	0,024	2,528	0,195	1,500	1,800	1,000	1,500	1,000	0,117	0,351	1,697	0,036	0,092
SLV	1,0	0,058	2,562	0,278	1,500	1,600	1,000	1,500	1,000	0,148	0,445	1,831	0,086	0,222
SLC	1,0	0,074	2,561	0,285	1,500	1,590	1,000	1,500	1,000	0,151	0,453	1,897	0,111	0,285

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	2,529	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	2,528	0,195	1	1,800	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,005	0,013
SLV	1,0	0,058	2,562	0,278	1	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,019	0,048
SLC	1,0	0,074	2,561	0,285	1	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,027	0,070

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

DATI INSERITI

$H_{faldia} = 10$

$a_{max}/g = 0,104$

$R =$

$Mw = 5$



TEORIE DI CALCOLO

ANDRUS E STOKOE (2000)

STRATIGRAFIA TERRENO

Stot. 18,50

PRIMO STRATO		$H_1 = 4$	Parametri calcolati	
H_1	=	4	γ_{H2O}	= 1,00
γ	=	1,7	σ_{vo}	= 0,68
V_s	=	200	σ_{vo}'	= 0,68
V_{s1c}	=	215	P.neutra	= 0,00
S_1	=	4	r_d	= 0,97
FC	=	2	K_C	= 0,80
V_{s1}	=	220,24		

SECONDO STRATO		$H_2 = 13,5$	Parametri calcolati	
H_2	=	13,5	γ_{H2O}	= 1,00
γ	=	1,8	σ_{vo}	= 2,39
V_s	=	293	σ_{vo}'	= 2,04
V_{s1c}	=	215	P.neutra	= 0,35
S_2	=	13,5	r_d	= 0,82
FC	=	2	K_C	= 0,80
V_{s1}	=	245,17		

TERZO STRATO		$H_3 = 18,5$	Parametri calcolati	
H_3	=	18,5	γ_{H2O}	= 1,00
γ	=	1,9	σ_{vo}	= 3,34
V_s	=	643	σ_{vo}'	= 2,49
V_{s1c}	=	215	P.neutra	= 0,85
S_3	=	1	r_d	= 0,68
FC	=	2	K_C	= 0,8
V_{s1}	=	511,87		

Committente: 0

Riferimento: ex cinema moderno alEssandria

Località: alEssandria 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
Spessore		4	13,5	1

V_{SI}		220,243	245,166	511,872
----------	--	---------	---------	---------

$$V_{SI} = V_s \cdot \left(\frac{1}{\sigma'_{10}} \right)^{0,25}$$

$$CRR = 0,022 \cdot \left(\frac{K_c \cdot V_{SI}}{100} \right)^2 + \left(V_{SIC} - K_c \cdot V_{SI} \right) - \frac{2,8}{V_{SIC}} \cdot \frac{2,8}{V_{SIC}}$$

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma'_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

r_d		0,97	0,82	0,68
-------	--	------	------	------

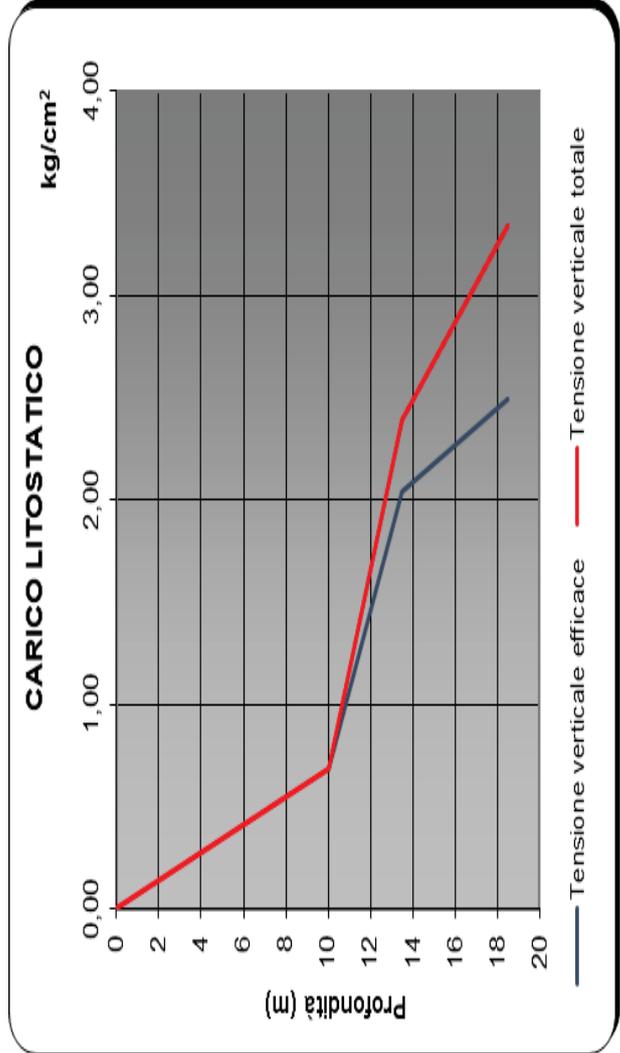
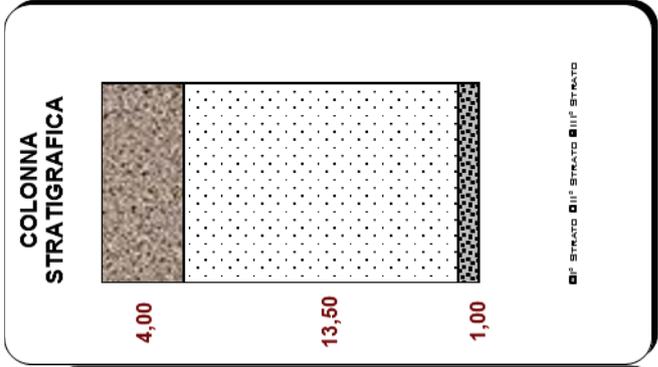
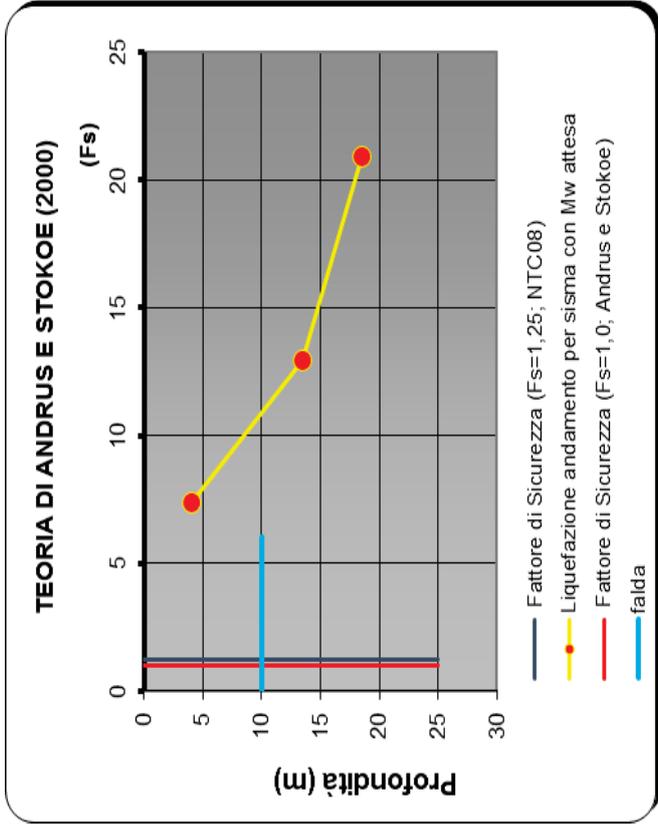
1	<	$F_s = CRR/CSR$	Mw = 5	F_s	7,383	12,922	20,913
					Assenza di Falda	Verificato	Verificato

1,25	<	$F_s = CRR/CSR$	Mw = 5	$F_s^{(NTC08)}$	7,383	12,922	20,913
					Assenza di Falda	Verificato	Verificato

RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et al., 1978)		Molto Basso	
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001) [P _L (%)]		0,00	0,00
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001)		Liquef. incerta	Liquef. incerta

Committente:	0
Riferimento:	ex cinema moderno al essandria
Località:	al essandria
Oggetto:	Studio Geologico

STRATIGRAFIA 3



Committente: **0**
 Riferimento: **ex cinema moderno alessandria**
 Località: **alessandria**
 Oggetto: **Studio Geologico**
 Prov.: **al**



Analisi

Metodi che utilizzano	Fattore di sicurezza		Magnitudo di riferimento (Mw)	Indice del Potenziale di Liquefazione (PL)	Rischio liquefazione Iwasaki et al. (1978)
	Fs (Autore)	NTC08			
Prove Sismiche (Vs)					
Andrus e Stokoe (2000)	> 1,0	>1,25	5	0,000	Molto Basso

STRATIGRAFIA 3

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

DATI INSERITI

R = 10

M_w = 5

a_{max/g} = 0,104

H_{falda} = 10



TEORIE DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

[Rauch \(1998\)](#)

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

[Eurocodice 8](#)

STRATIGRAFIA TERRENO

S_{TOT.} = 12,40

PRIMO STRATO		H ₁ = 3,8	Parametri calcolati	
Parametri da inserire				
H ₁	=	3,8	γ _{H2O}	= 1,00
γ	=	1,693	σ _{vo}	= 0,64
N _{SPT}	=	2,23	σ _{vo'}	= 0,64
d ₅₀	=	0,2	P _{neutra}	= 0,00
S ₁	=	3,8	r _d	= 0,97
FC	=	2	N _i	= 0,00
			N	= 7,5

SECONDO STRATO		H ₂ = 5,4	Parametri calcolati	
Parametri da inserire				
H ₂	=	5,4	γ _{H2O}	= 1,00
γ	=	1,838	σ _{vo}	= 0,99
N _{SPT}	=	6,7	σ _{vo'}	= 0,99
d ₅₀	=	0,2	P _{neutra}	= 0,00
S ₂	=	1,6	r _d	= 0,96
FC	=	2	N _i	= 0,00
			N	= 7,5

TERZO STRATO		H ₃ = 7	Parametri calcolati	
Parametri da inserire				
H ₃	=	7	γ _{H2O}	= 1,00
γ	=	1,8	σ _{vo}	= 1,26
N _{SPT}	=	25,75	σ _{vo'}	= 1,26
d ₅₀	=	0,2	P _{neutra}	= 0,00
S ₃	=	1,6	r _d	= 0,95
FC	=	2	N _i	= 0,00
			N	= 7,5

QUARTO STRATO		H ₄ = 12,4	Parametri calcolati	
Parametri da inserire				
H ₄	=	12,4	γ _{H2O}	= 1,00
γ	=	1,8	σ _{vo}	= 2,23
N _{SPT}	=	11,5	σ _{vo'}	= 1,99
d ₅₀	=	0,2	P _{neutra}	= 0,24
S ₃	=	5,4	r _d	= 0,84
FC	=	2	N _i	= 0,00
			N	= 7,5

Committente:

0

Riferimento:

ex cinema moderno al essandria

Località:

al essandria

Prov.: al

Oggetto:

Studio Geologico

MENU PRINCIPALE

(N)60

CONFRONTO
METODI

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove dinamiche SPT)

Metodo di Iwasaki et al. (1978-1984)



FORMULE

$$CRR = 0.0882 \cdot \sqrt{[N'_{SPT}/(\sigma'_{vo} + 0.7)] + 0.225 \cdot \log_{10}(0.35/d_{50})}$$

$$CRR = 0.0882 \cdot \sqrt{[N'_{SPT}/(\sigma'_{vo} + 0.7)] - 0.05}$$

$$CSR = 0.65 \cdot (a_{max}/g) \cdot (\sigma_{vo}/\sigma'_{vo}) \cdot r_d \cdot (1/MSF)$$

r_d

$$1,0 < F_s = CRR/CSR$$

$$1,25 < F_s = CRR/CSR$$

RISULTATI:

Spessore	1° Strato	2° Strato	3° Strato	4° Strato
	3,8	1,6	1,6	5,4

A) per $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$	0,159	0,208	0,333	1,117
------------------------------------	-------	-------	-------	-------

B) per $0,60 < d_{50} \leq 1,5$	0,054	0,104	0,229	0,095
---------------------------------	-------	-------	-------	-------

M = 5	CSR	0,017	0,017	0,017	0,017
-------	-----	-------	-------	-------	-------

		0,97	0,96	0,95	0,84
--	--	------	------	------	------

1,0	<	$F_s = CRR/CSR$	9,184	12,198	19,776	66,421
			Verificato	Verificato	Verificato	Verificato

1,25	<	$F_s = CRR/CSR$	9,184	12,198	19,776	66,421
			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
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001)	Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta

Committente: 0

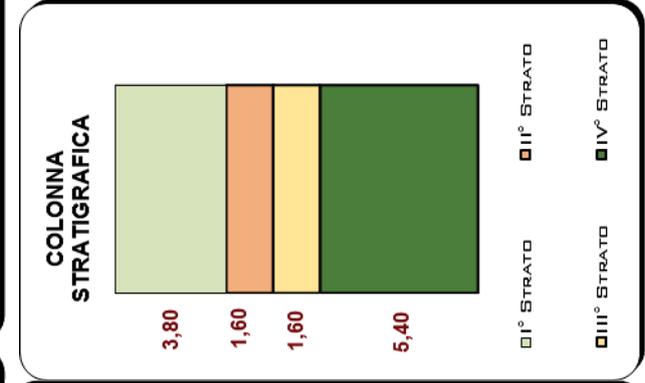
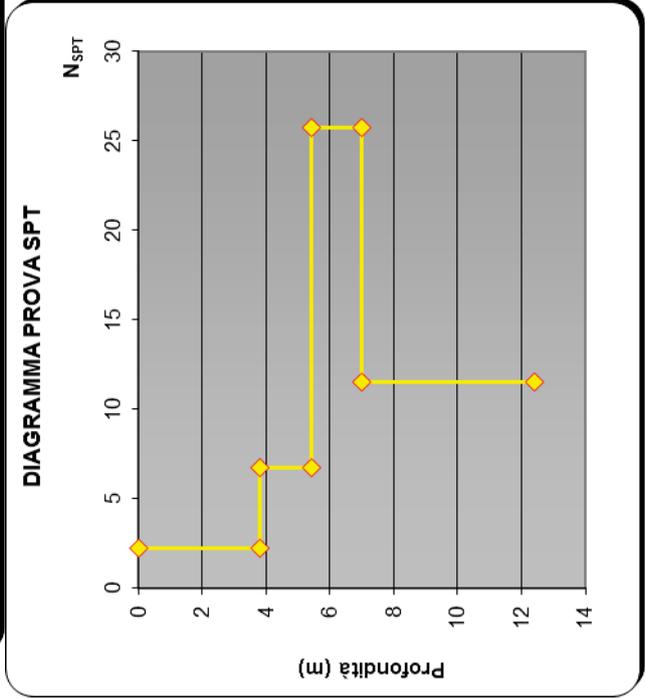
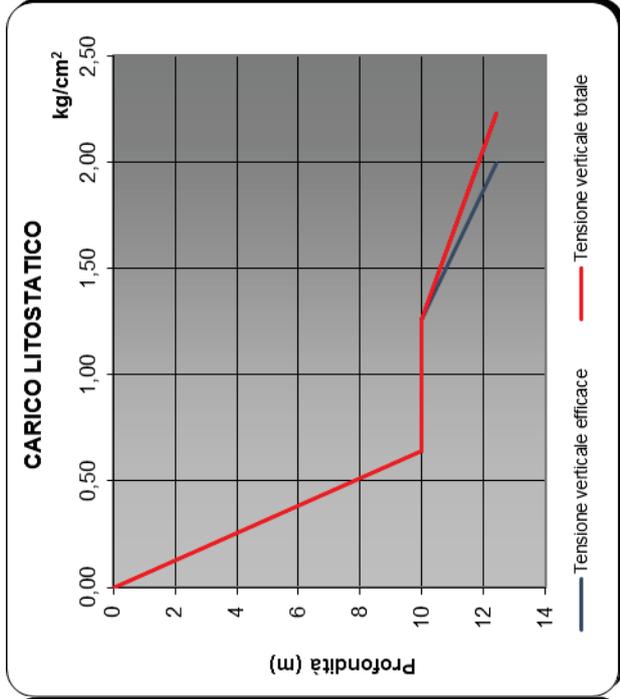
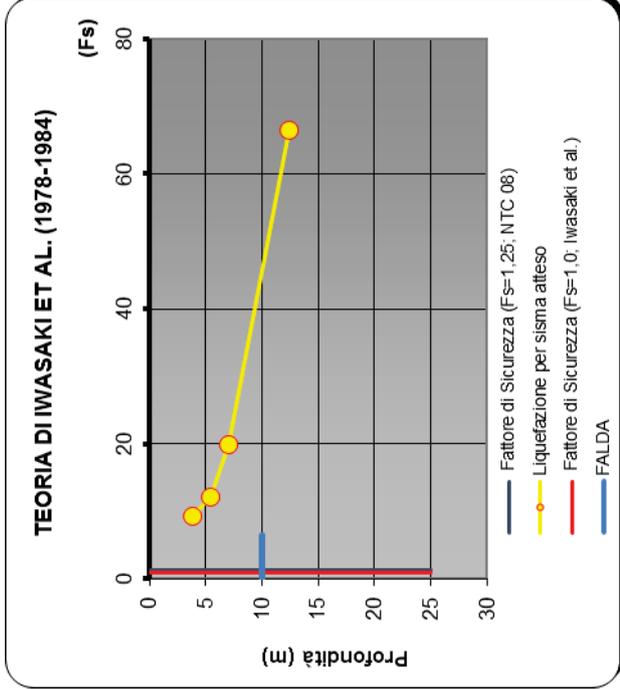
Riferimento: ex cinema moderno allessandria

Località: allessandria

Oggetto: Studio Geologico

Prov.: al

STRATIGRAFIA 4



Metodi che utilizzano		Fattore di sicurezza		Magnitudo di riferimento (M_w)	Indice del Potenziale di Liquefazione (IP_L)	Rischio liquefazione Iwasaki et al. (1978)
Prove Penetrometriche dinamiche (SPT)	Fs (Autore)	NTC 2008	Rischio liquefazione			
Youd and Idriss (2001)	$> 1,3$	$> 1,25$	$\#VALOREI$	5	$\#VALOREI$	$\#VALOREI$
Iwasaki et al. (1978;1984)	$> 1,0$	$> 1,25$	$0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$ $0,6 < d_{50} \leq 1,5$	5	0,000	Molto Basso
Boulanger and Idriss (2004)	$> 1,0$	$> 1,25$		5	0,000	Molto Basso
Seed and Idriss (1982)	$> 1,3$	$> 1,25$		5	$\#VALOREI$	$\#VALOREI$
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		Fattore di sicurezza		Magnitudo di riferimento (M_w)	Indice di Liquefazione Potenziale (IL_P)	Possibilità di liquefazione
Prove Penetrometriche dinamiche (SPT)	(Autore)					
Yegian e Whitman (1978)	$< 1,0$	5		1° Strato	0,623	Verificato
				2° Strato	0,574	Verificato
				3° Strato	0,586	Verificato
				4° Strato	0,656	Non Liquefacibile
				(N1)60	STRATIGRAFIA 4	

Prove penetrometriche, metodologia, diagrammi di campagna e stratigrafie

Utilizzando un penetrometro **super-pesante dinamico-statico PAGANI TG 63 da 100 KN** tipo "EMILIA" ed un **penetrometro dinamico leggero DM30**, conformi alle norme di misurazione AGI (Associazione Geotecnica Italiana - 1977), con i quali si determinano i principali parametri geotecnici del terreno suddividendolo in strati omogenei ad ugual capacità di carico, alla data 3 e 16 giugno 2016, sono state effettuate nei locali cantina dell'ex cinema n.2 prove penetrometriche dinamiche mediante il penetrometro DM 30, mentre nello spazio galleria dell'ex cinema sono state effettuate n.2 prove mediante il penetrometro super pesante PAGANI TG 63 - 100 KN.

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 10 e 20 cm, misurando il numero di colpi N10 e N20 necessari all'avanzamento delle aste (rispettivamente per il penetrometro leggero DM 30 e super pesante TG 63 100 - KN).

Attrezzatura prova penetrometrica dinamica DM 30

Batteria di aste aventi \varnothing 1,50 x 1.000 mm con peso pari a 2,50 Kg;

Punta conica collegata alla base delle aste, con:

- angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$;
- diametro di base $d = 20$ mm;
- superficie punta conica da 10 cmq;

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

- massa battente: 30 Kg (AGI);
- altezza di caduta: 100 mm;

Attrezzatura prova penetrometrica dinamica TG 63 -100 KN

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: 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 Penetrometion Test in foro):

$$1) \quad N_{spt} = 1,50 \times N_{20} \text{ e } N_{spt} = N_{10}/1,30$$

dove:

N_{20} = numero di colpi misurato all'affondamento ogni 20 cm delle aste penetrometriche (penetrometro super pesante);

N_{10} = numero di colpi misurato all'affondamento ogni 10 cm delle aste penetrometriche (penetrometro leggero);

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

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/attrito 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: $M_v = 1 / (\alpha \cdot R_p)$. 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 compressibilité 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:

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

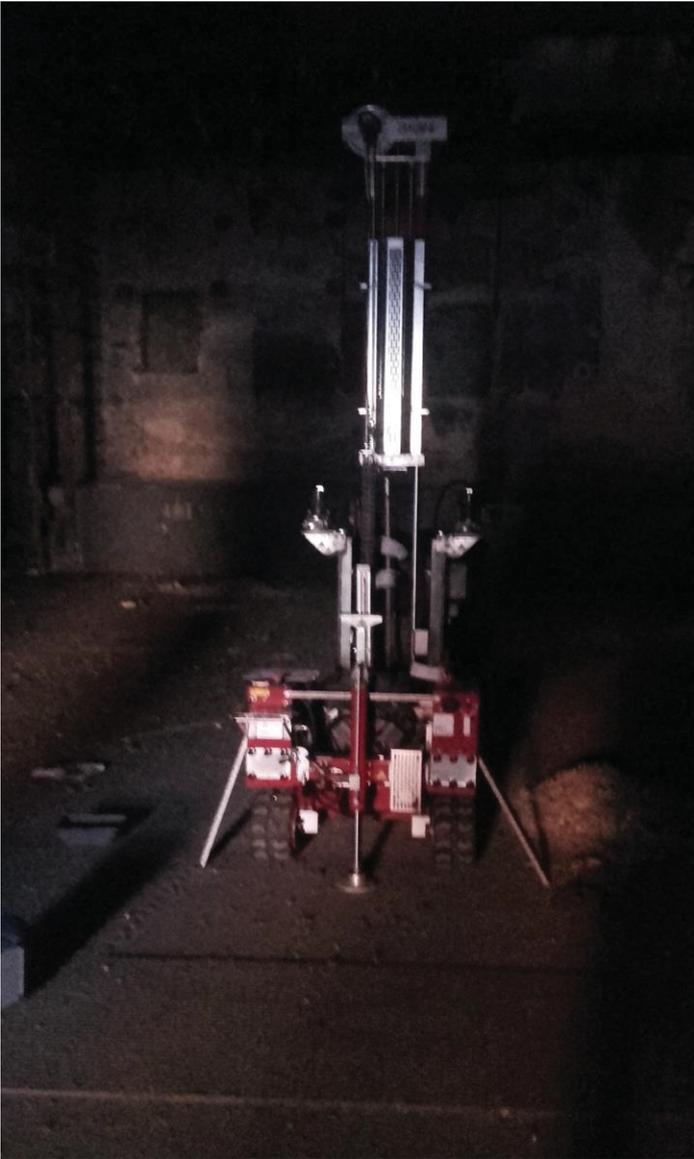
dove:

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

$$Ch = 0,2$$

$Ck = 1$ per terreni argillosi;

$Ck = 4$ per terreni sabbiosi e ghiaiosi;

PROVA PENETROMETRICA 1

INTERNO CINEMA (PLATEA)

COMUNE DI ALESSANDRIA EX CINEMA PIAZZA DELLA LEGA			
Prova penetrometrica dinamica P1 (INTERNO CINEMA PLATEA)			
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: 16 GIUGNO 2016			
profondità dal p.c.	colpi	Rd	Falda idrica: -10,00 metri dal p.c.
(metri)	DPSH N20	Kg/cmq	

0,2	SCAVO	####
0,4	SCAVO	####
0,6	2	21,6
0,8	2	19,8
1	3	29,6
1,2	3	29,6
1,4	2	19,8
1,6	2	18,2
1,8	2	18,2
2	2	18,2
2,2	2	18,2
2,4	2	16,9
2,6	2	16,9
2,8	2	16,9
3	2	16,9
3,2	2	15,8
3,4	3	23,6
3,6	2	15,8
3,8	3	23,6
4	4	29,5
4,2	4	29,5
4,4	6	44,3
4,6	5	36,9
4,8	7	48,6
5	7	48,6
5,2	7	48,6
5,4	7	48,6
5,6	14	91,6
5,8	29	190
6	41	268
6,2	36	236
6,4	32	198
6,6	25	155
6,8	16	99,2
7	13	80,6
7,2	8	47,1
7,4	9	53
7,6	6	35,3
7,8	9	53
8	10	56
8,2	14	78,4
8,4	16	89,6
8,6	11	61,6
8,8	9	48,1
9	11	58,8
9,2	13	69,5
9,4	16	85,5
9,6	14	71,5
9,8	13	66,4
10	9	46
10,2	8	40,9
10,4	11	53,8
10,6	10	48,9
10,8	6	29,4
11	11	53,8
11,2	15	70,4
11,4	12	56,4
11,6	12	56,4
11,8	14	65,7
12	15	67,7
12,2	15	67,7
12,4	14	63,2

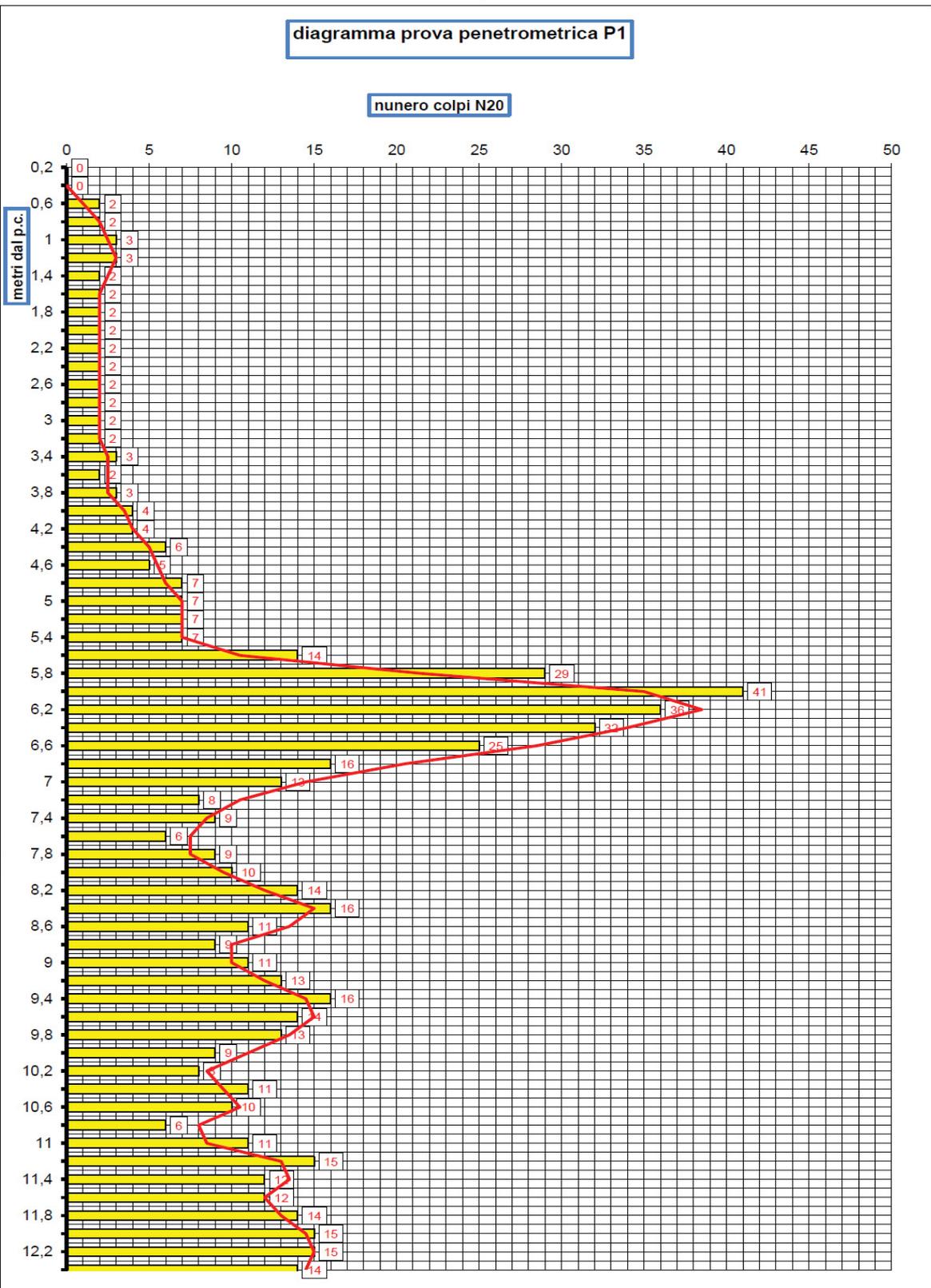
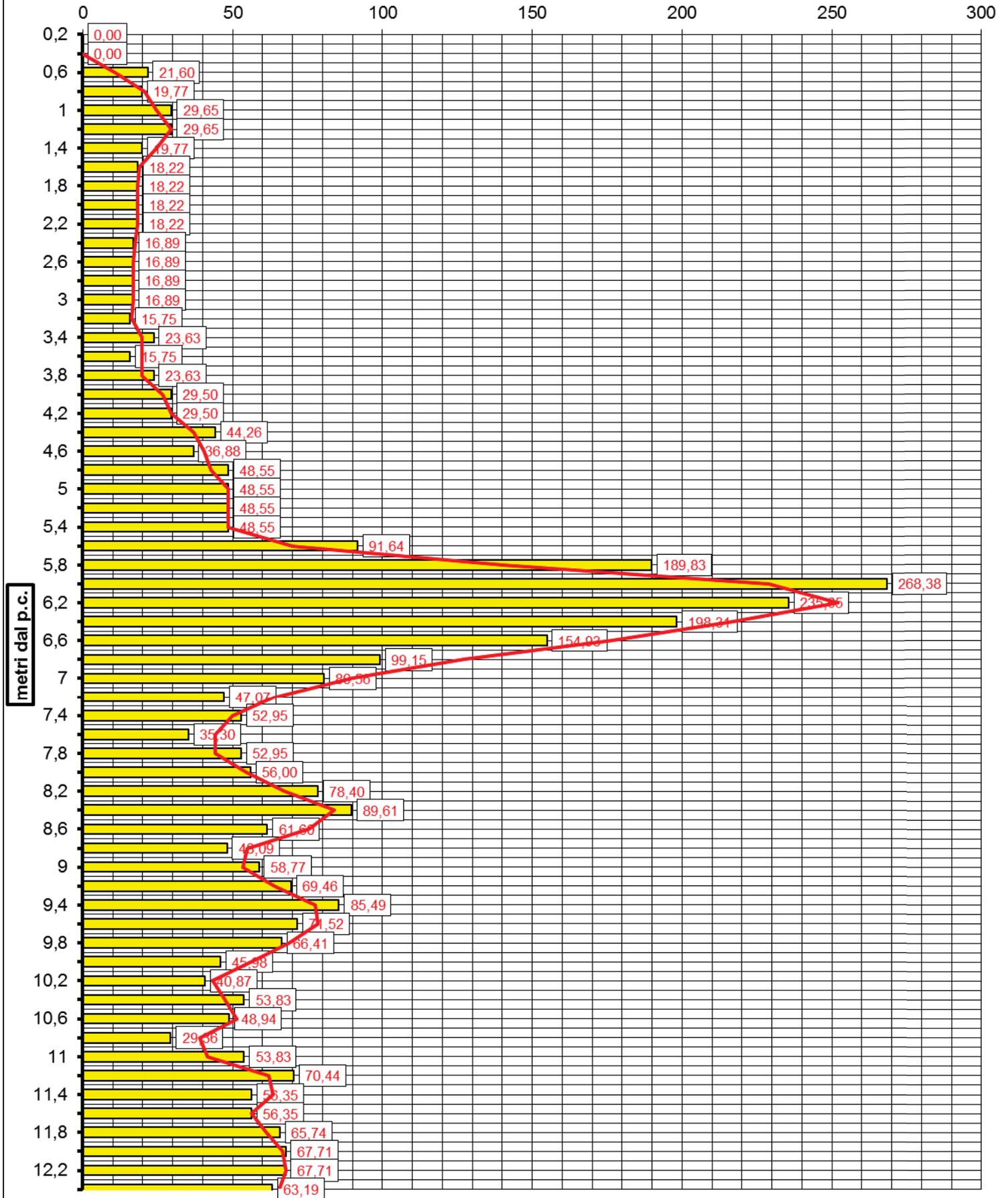


diagramma prova penetrometrica P1

resistenza del terreno avanzamento delle aste del penetrometro (Kg/cmq)



PROVA PENETROMETRICA 2

INTERNO CINEMA

COMUNE DI ALESSANDRIA EX CINEMA PIAZZA DELLA LEGA			
Prova penetrometrica dinamica P2 (INTERNO CINEMA PLATEA)			
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: 16 GIUGNO 2016			
profondità dal p.c.	colpi	Rd	Falda idrica: non riscontrata
(metri)	DPSH N20	Kg/cmq	

0,2	SCAVO	####
0,4	SCAVO	####
0,6	3	32,4
0,8	25	247
1	10	98,8
1,2	15	148
1,4	20	198
1,6	35	319
1,8	50	455
2	rifiuto riporto	
2,2		
2,4		
2,6		
2,8		
3		
3,2		
3,4		
3,6		
3,8		
4		
4,2		
4,4		
4,6		
4,8		
5		
5,2		
5,4		
5,6		
5,8		
6		
6,2		
6,4		
6,6		
6,8		
7		
7,2		
7,4		
7,6		
7,8		
8		
8,2		
8,4		
8,6		
8,8		
9		
9,2		
9,4		
9,6		
9,8		
10		
10,2		
10,4		
10,6		
10,8		
11		
11,2		
11,4		
11,6		
11,8		
12		
12,2		
12,4		

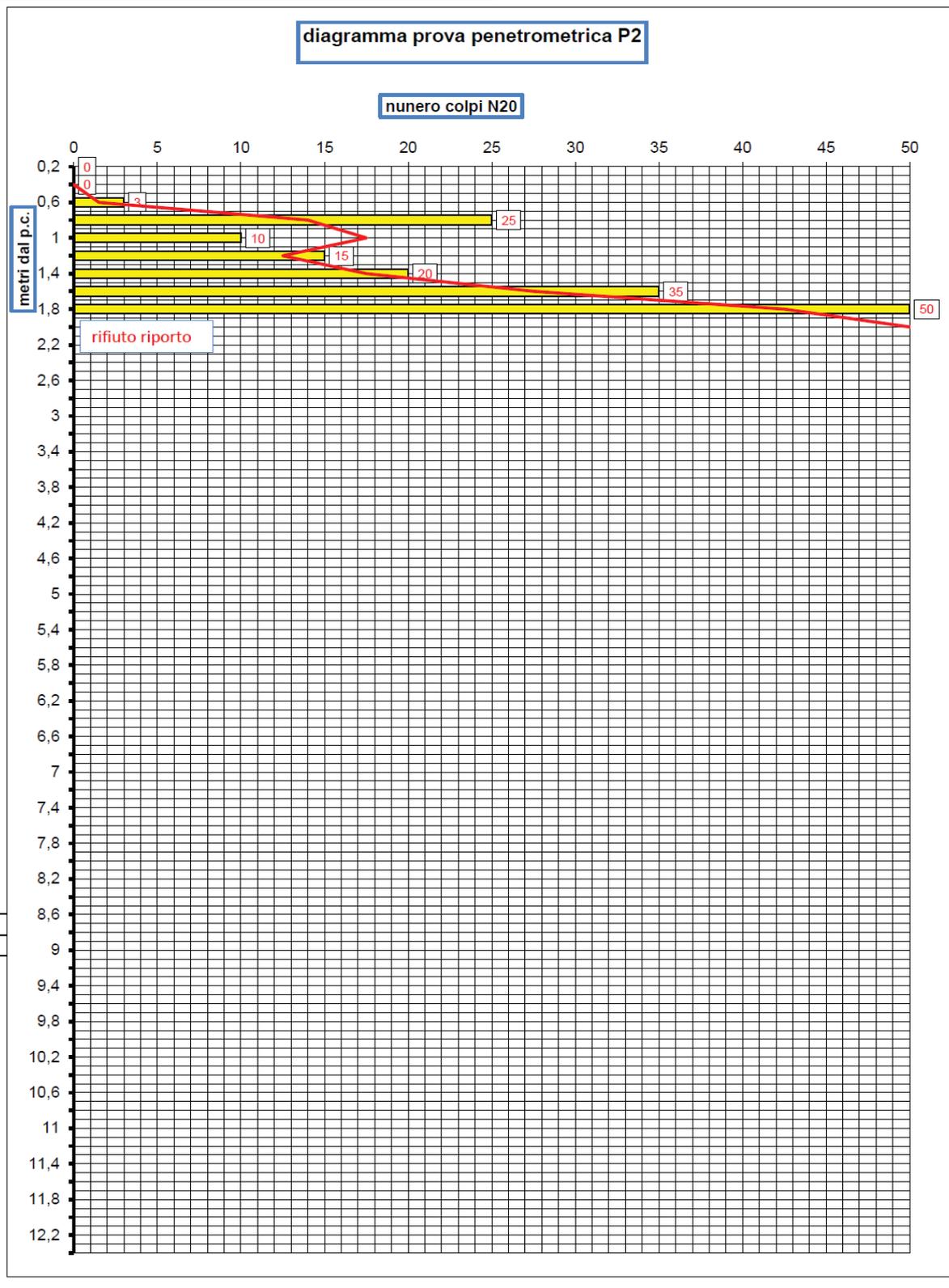
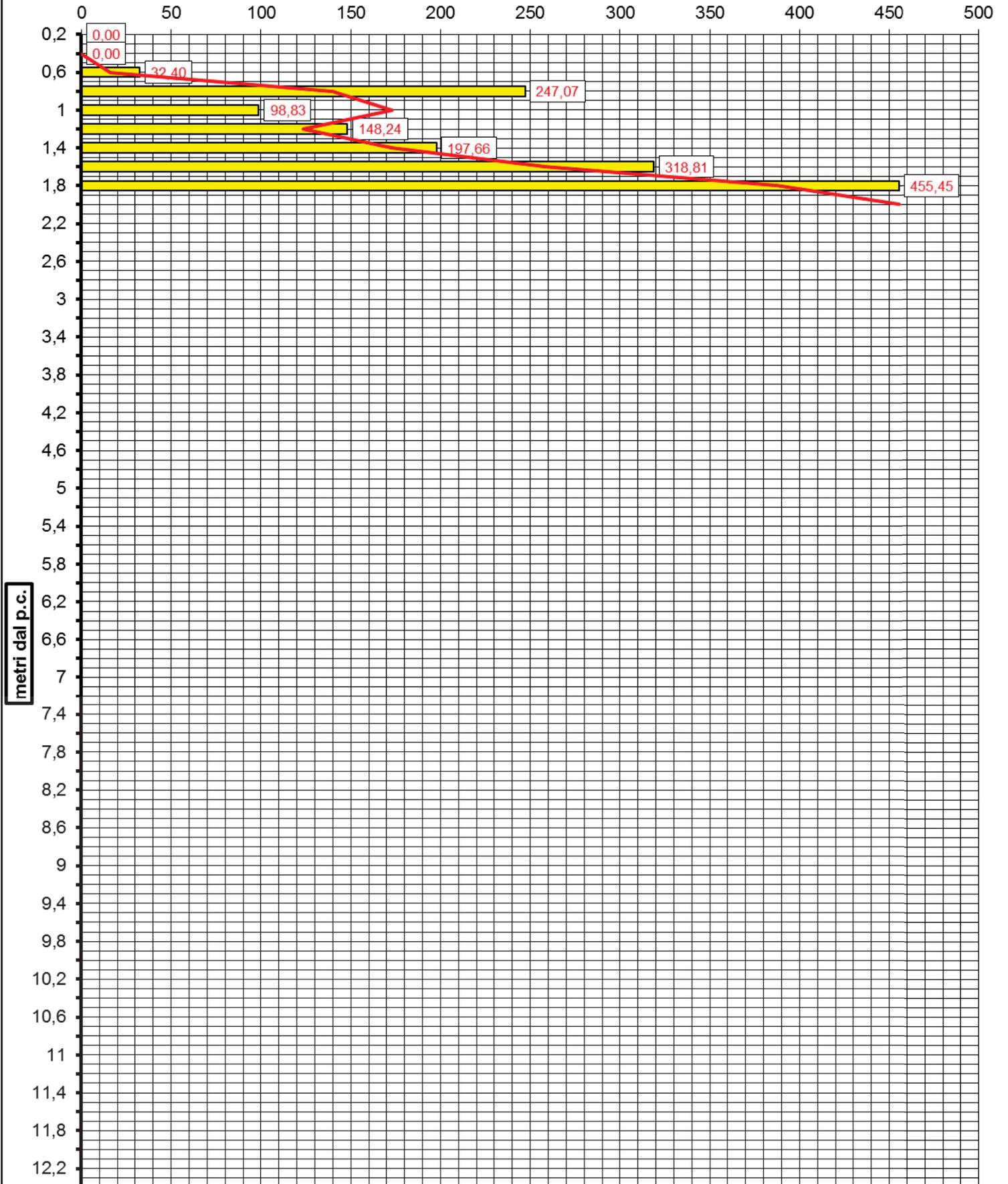


diagramma prova penetrometrica P2

resistenza del terreno avanzamento delle aste del penetrometro (Kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA 3

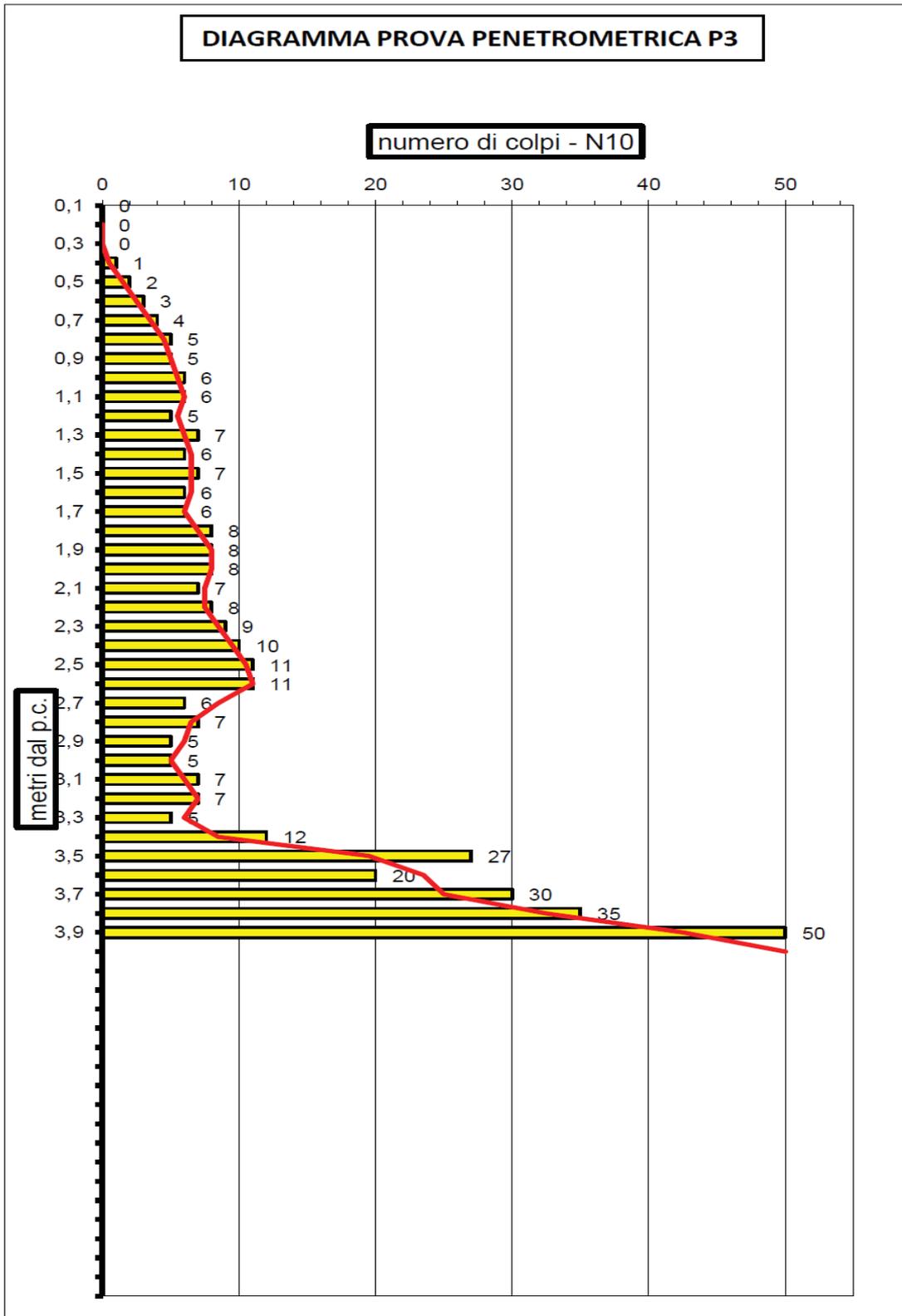


CANTINA CINEMA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3						
COMUNE DI ALESSANDRIA EX CINEMA PIAZZETTA DELLA LEGA						
penetrometro PAGANI DINAMICO LEGGERO						
P = peso del maglio 30,00 Kg						
H = altezza caduta maglio 10 cm						
A = sezione punta conica 10 cmq						
p = penetrazione 10 cm (N10)						
CANTINA CINEMA LATO CORTILE INTERNO			Data: 3 giugno 2016			
profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N30	PIANO DI POSA DEL PENETROMETRO: piano pavimento cantina, ribassato di circa -3,00 metri dal piano strada				
0,1	SCAVO PAVIMENTO					
0,2	SCAVO PAVIMENTO					
0,3	SCAVO PAVIMENTO					

0,4	1
0,5	2
0,6	3
0,7	4
0,8	5
0,9	5
1	6
1,1	6
1,2	5
1,3	7
1,4	6
1,5	7
1,6	6
1,7	6
1,8	8
1,9	8
2	8
2,1	7
2,2	8
2,3	9
2,4	10
2,5	11
2,6	11
2,7	6
2,8	7
2,9	5
3	5
3,1	7
3,2	7
3,3	5
3,4	12
3,5	27
3,6	20
3,7	30
3,8	35
3,9	50

rifiuto avanzamento delle
aste del penetrometro
**GHIAIE SABBIE
RESISTENTI**



**COMUNE DI ALESSANDRIA EX CINEMA PIAZZETTA DELLA LEGA
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P3 (LOCALE CANTINA CINEMA, LATO CORTILE INTERNO)**

Piano campagna (piano di posa del penetrometro): piano pavimento cantina (ribassato di circa -3,00 dal piano strada)

prof metri	strati	tipologia	γ Kg/mc	γ' Kg/mc	Σ Kg/cmq	Cu Kg/cmq	Mv cmq/Kg	Dr %	ϕ °	K orizz Kg/cmq	K perm cm/sec	K Winkler Kg/cm ²
0,30		scavo pavimento										
1,10		Coltre alterazione e/o terreno rimaneggiato poco compatto	1749	1749	0,19	0,49	0,01557	27		0,65	1,12E-02	1,00
3,30		Limi sabbiosi mediamente compatti	1839	1839	0,59	0,89	0,014863	27		1,18	1,12E-02	1,80
4,00		Ghiaie sabbiose resistenti con rifiuto avanzamento delle aste del penetrometro	1800	1800	0,67		0,008773	66	37	3,8	5,74E-02	3,50

legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetriche

γ = peso di volume	Korizz = moulo reaz. orizz.
γ' = peso di volume	Φ = angolo attrito
Σ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume
Cu = coesione non drenata	K Winkler (formula di Bowles capacità portante)

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 10/20 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 dallo scrivente in aree limitrofe a quella in esame, ovvero sulla base dell'esperienza professionale personale.

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 delle strutture in progetto da realizzarsi:

- 1) **fondazioni dirette in c.a. tipo platee e/o fondazioni continue 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}).

Le prove penetrometriche hanno evidenziato le seguenti unità litotecniche del sottosuolo dal piano campagna (le profondità sono riferite al piano pavimento interno ex cinema, ribassato al centro di circa -1,00 metri dal piano strada).

UNITA' LITOTECNICA 1

Fino ad una profondità media di 4,00 m dal p.c. coltre di alterazione e terreni limosi sabbiosi poco compatti, dotati di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 0,495 Kg/cmq, un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 26,50°, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1721 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0182,

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Coesione non drenata: $C_{uk1} = 34.70$ (KPa)

Angolo di attrito: $\phi_{k1} = 23.40^\circ$

Coesione non drenata: $C_{uk2} = 29.30$ (KPa)

Angolo di attrito: $\phi_{k2} = 15.70^\circ$

UNITA' LITOTECNICA 2

Fino ad una profondità media di 6,40 m dal p.c. limi sabbiosi più compatti dotati di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 1,095 Kg/cmq, un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 27°, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1838,50 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0148 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Coesione non drenata: $C_{uk1} = 76.50$ (KPa)

Angolo di attrito: $\phi_{k1} = 23.90^\circ$

Coesione non drenata: $C_{uk2} = 64.70$ (KPa)

Angolo di attrito: $\phi_{k2} = 22.60^\circ$

UNITA' LITOTECNICA 3

Fino ad una profondità media di 7,50 m dal p.c. ghiaie sabbiose resistenti dotate di un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 36°, un valore di densità relativa (D_r) pari al 65,50 %, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1800,00 Kg/mc, ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0176 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Angolo di attrito: $\phi_{k1} = 31.80^\circ$

Angolo di attrito: $\phi_{k2} = 30.10^\circ$

UNITA' LITOTECNICA 4

Fino ad alla massima profondità d'investigazione pari a 12,40 m dal p.c. successioni di sabbie e ghiaie resistenti, dotate di un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 31°, un valore di densità relativa (D_r) pari al 31 %, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1800 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 0,014618 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

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

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

Conclusioni

Le prospezioni penetrometriche, effettuate in corrispondenza del fabbricato ex Cinema Moderno sito in Piazza della Lega nel Comune di Alessandria, hanno individuato una conformazione litologica del sottosuolo omogenea con la presenza di terreni limosi e sabbiosi caratterizzati da mediocri parametri geotecnici fino ad una profondità media di 6,40 m dal p.c., a cui seguono fino alla profondità d'investigazione di 12,40 metri dal p.c. successioni di sabbie e ghiaie resistenti ed addensate appartenenti alla parte sommitale della formazione geologica delle "Alluvioni Postglaciali" affioranti in questa parte della città,

Come indicato nei diagrammi penetrometrici, sia nella cantina, sia all'interno dell'ex sala cinema è stato rilevato terreno di riporto che ha opposto rifiuto all'avanzamento delle aste del penetrometro.

Nei fori penetrometrici la superficie libera della falda freatica è stata riscontrata, alla data del mese di giugno 2016, ad una quota media di -10,00 m dal p.c. (piano pavimento sala cinema).

Valenza, 23 giugno 2016

In Fede
Dott. Cavalli Andrea

