

DENOMINAZIONE DEL PROGETTO:

Variante al Piano Esecutivo Convenzionato "Ex magazzino economato via Palermo" approvato con Delib. C.C. n. 27 del 18/03/2009

OGGETTO:

Relazione geologica

COMMITTENTE

Impresa costruzioni
DEGIOCASE s.rl.
Via Padre Pio da Pietrelcina n° 13
Casale Monferrato (AL)

ALLEGATO

7

COMUNE DI:

Alessandria (AL)

LOCALITA'

Via Palermo

PROGETTISTA:

Arch. Oscar RAVAZZI

Arch. Federica RAVAZZI

Geom. Maurizio MANFRIN

AGGIORNAMENTI:

SCALA

DATA

08/02/2019



**REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI ALESSANDRIA
COMUNE DI ALESSANDRIA**

OGGETTO
***RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA E URBANISTICA
AREA DENOMINATA "EX MAGAZZINO
ECONOMATO-OFFICINA COMUNALE"
VIA PALERMO***

COMMITTENTE
SOC. DEGIOCASE srl

**INDAGINE GEOLOGICA MEDIANTE
ESECUZIONE DI PROVE PENETROMETRICHE
E PROSPEZIONE SISMICA HVSR**

RELAZIONE GEOLOGICA

Premessa

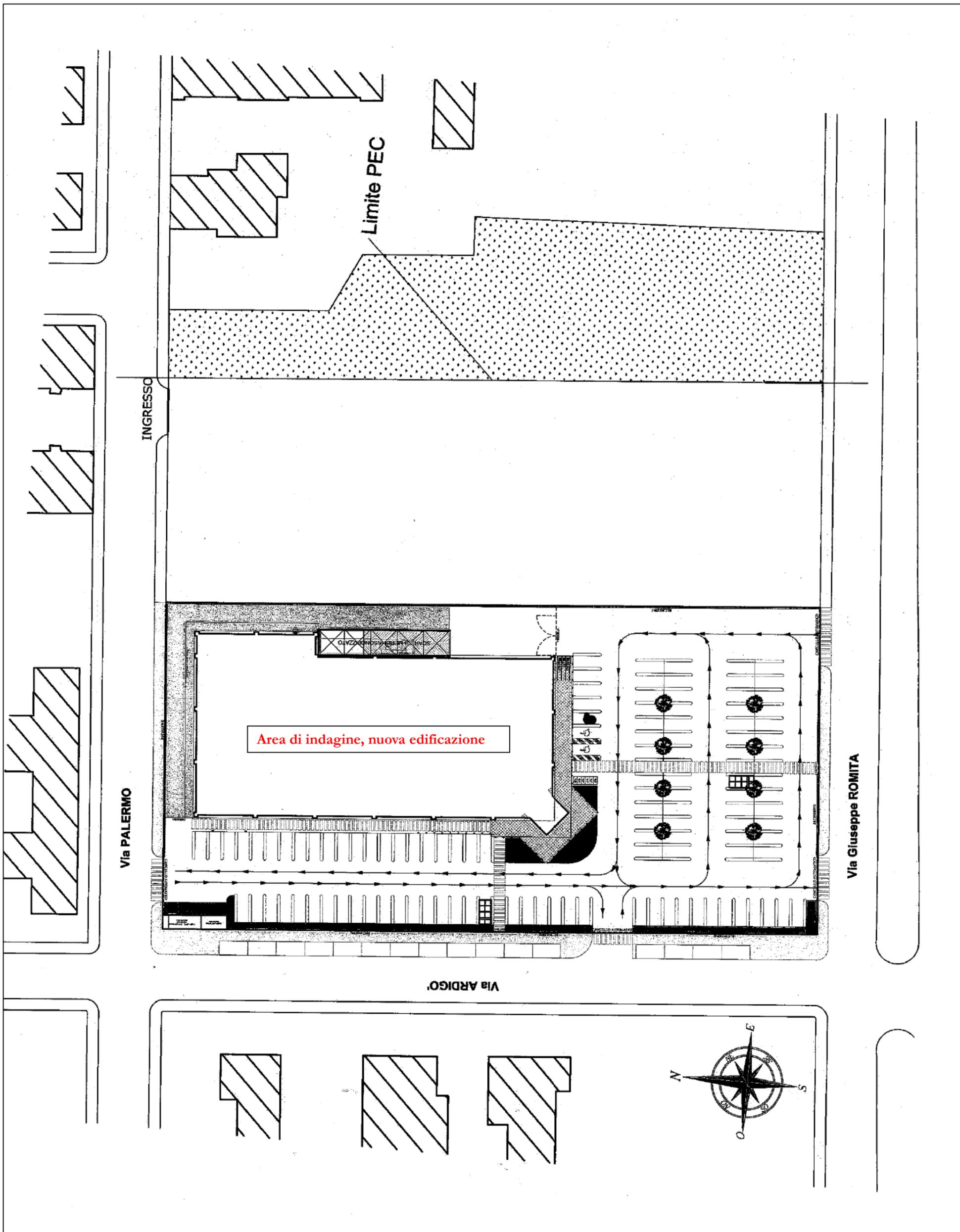
A corredo degli atti di progetto inerenti le opere costruzione di un nuovo fabbricato commerciale nell'ambito del progetto di "RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA E URBANISTICA AREA DENOMINATA "EX MAGAZZINO ECONOMATO-OFFICINA COMUNALE", è stato conferito allo scrivente da parte della Soc. Degiocase srl di Casale Monferrato, l'incarico di effettuare un'indagine geologica al fine di caratterizzare le peculiarità litologiche e geotecniche del sottosuolo necessarie al Progettista alla scelta e dimensionamento delle strutture di fondazione dell'opera prevista, in ossequio dal D.M. 17 gennaio 2018 N.T.C. (Norme Tecniche delle Costruzioni) ed alle disposizioni delle Norme Tecniche di Attuazione del P.R.G.C.

L'area oggetto d'indagine è ubicata nel Comune di Alessandria in Via Palermo, angolo Via Ardigò e Via Romita ed interessa una parte dei vecchi fabbricati adibiti alla ex sede del magazzino comunale. Il nuovo fabbricato in progetto interesserà una superficie coperta di 2500 mq circa, compresa tra Via Ardigò e Via Palermo, come indicato nelle tavole di progetto.

L'indagine geologica si è pertanto caratterizzata mediante l'esecuzione di n.4 prove penetrometriche e di n.1 prova sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) – posizionate nell'area di ingombro del fabbricato, al fine di acquisire le caratteristiche litotecniche dei terreni delle nuove opere di fondazione delle strutture in progetto, nonché per la determinazione nei primi della velocità delle onde sismiche di taglio Vs da cui ricavare la categoria di suolo come richiesto dal D.M. 17/01/2018).

Per la redazione della presente relazione geologica è stata presa in considerazione (come taratura alla prove penetrometriche) la stratigrafia di un carotaggio stratigrafico effettuato nella stessa area oggetto d'intervento (piazzale) alla data del mese di giugno 2008, nell'ambito della relazione geologica elaborata dal Dott. Cavalli Luigi di Valenza (luglio 2008) ed avente per oggetto "*approfondimento dell'inquadramento geologico e studio della falda freatica in corrispondenza dei magazzini comunali di Via Palermo ed integrazione del piano di caratterizzazione*" ove erano stati realizzati n.3 piezometri per la misura della falda freatica. Tale relazione geologica costituiva un'integrazione richiesta da parte della Soc. "Protezione Ambientale" s.r.l. di Alessandria al "Piano di Caratterizzazione" del sito, denominato Magazzino Comunale di Pia Palermo 31 (approvato con Determinazione Dirigenziale del Comune di Alessandria n. 2374 del 26/07/2007).





Stralcio planimetrico area di intervento

Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area

Per quanto riguarda gli aspetti geologici, sottostante la coltre di alterazione superficiale e riporto avente uno spessore medio di 1,00 metri circa, sono presenti terreni appartenenti alla formazione geologica conosciuta con il nome *“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).

Come riscontrato dalle prove penetrometriche e dai risultati di carotaggi stratigrafici effettuati nella stessa area d'indagine alla data del 2008 (carotaggio PZ2, di cui planimetria sopra riportata), fino ad una profondità di 3,00 metri dal piano campagna (piano piazzale) sono presenti terreni rimaneggiati di riporto incoerenti contenenti “frammenti di laterizi e calcestruzzo”, a cui seguono fino ad una profondità media di 5,60 metri dal p.c. terreni a granulometria fine a composizione prevalentemente limosa e sabbiosa dotati di mediocri parametri geotecnici. A partire da tale quota fino ad una profondità di 10,00 metri dal p.c. sono presenti sabbie ghiaie con intercalazioni di limi ed argille sabbiose, più addensate e resistenti.

La falda freatica è alimentata in parte dalle acque d'infiltrazione di superficie ed in parte dalle acque di sub-alveo del F. 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 -8,00/-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 febbraio 2019 in corrispondenza dei fori penetrometrici spinti alla quota di -10,20 metri dal piano campagna (piano piazzale), è stata riscontrata acqua di falda ad una profondità medio di 8,00 metri dal p.c. Nel piezometro posto in fregio all'area oggetto d'intervento alla data del 23/27-06-2008, il livello piezometrico della falda era stato misurato a quote variabili da -8,90 a -9,34 metri dal p.c. (piano piazzale) come indicato nella stratigrafia allegata redatta dalla Ditta Tecnosuolo s.r.l. (vedi relazione Dott. cavalli Luigi, giugno 2008).

La *“carta di sintesi della pericolosità geomorfologica dell'idoneità all'utilizzo urbanistico dell'area di pianura”* inserisce l'area oggetto di intervento nella ***classe I PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA O NULLA*** 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.L.P. 11/3/1988”*.

Nell'ambito dell'analisi idrogeologica, ai fini di ottenere l'altezza di pioggia per le precipitazioni intense necessarie al calcolo dei volumi idrici che dovranno essere smaltiti in funzione delle superfici impermeabilizzate previste, sono stati utilizzati i parametri delle **linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20-100-200-500 anni**, elaborati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nell'ambito della *“Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica” (P.A.I.), con la posizione dell'area stessa, nei confronti delle - Celle pluviometriche -”*.

Tale procedura consente di determinare l'altezza di precipitazione per un dato tempo di ritorno e per una precisa durata di precipitazione, attraverso la seguente relazione:

$$h = at^n$$

dove:

h = altezza di precipitazione (mm);

a = coefficiente per un assegnato tempo di ritorno ricavato attraverso il metodo delle “Celle pluviometriche” che rappresenta l’intensità unitaria di pioggia (mm/ora);

n = coefficiente per un assegnato tempo di ritorno ricavato attraverso il metodo delle “Celle pluviometriche”;

t = durata della precipitazione (ora);

Nel calcolo effettuato sono stati considerati tempi di ritorno rispettivamente di 20, 100, 200 e 500 anni. Ai sensi della Direttiva citata, è possibile desumere dall’Allegato n.3 “*Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense – Celle del reticolo chilometrico di riferimento scala 1 : 250.000*” i “*parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni*”.

Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
CH114	469000	4973000	36,91	0,291	47,78	0,284	52,46	0,281	58,63	0,279

Inserendo tali coefficienti nel calcolo si ottiene, per questa zona del Concentrico, ovvero dalla cella sopra indicata CH114, i seguenti valori di altezza di pioggia (mm) riferiti a tempi di ritorno Tr di seguito elencati.

<u>Durata precipitazione</u>	<u>Tr 20 anni</u>	<u>Tr 100 anni</u>	<u>Tr 200 anni</u>	<u>Tr 500 anni</u>
<u>(ore)</u>	<u>Altezza pioggia</u>	<u>Altezza pioggia</u>	<u>Altezza pioggia</u>	<u>Altezza pioggia</u>
	<u>(mm)</u>	<u>(mm)</u>	<u>(mm)</u>	<u>(mm)</u>
-	-	-	-	-
<u>1</u>	<u>36,9</u>	<u>47,8</u>	<u>52,5</u>	<u>58,6</u>
<u>3</u>	<u>50,8</u>	<u>65,3</u>	<u>71,4</u>	<u>79,7</u>
<u>6</u>	<u>62,2</u>	<u>79,5</u>	<u>86,8</u>	<u>96,7</u>
<u>12</u>	<u>76,1</u>	<u>96,8</u>	<u>105</u>	<u>117</u>
<u>24</u>	<u>93,1</u>	<u>118</u>	<u>128</u>	<u>142</u>

Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Interventi sulla rete idrografica e sui versanti

Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6ter

Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001

7. Norme di attuazione

**Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni
e le verifiche di compatibilita' idraulica**

Allegato 3 : Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense

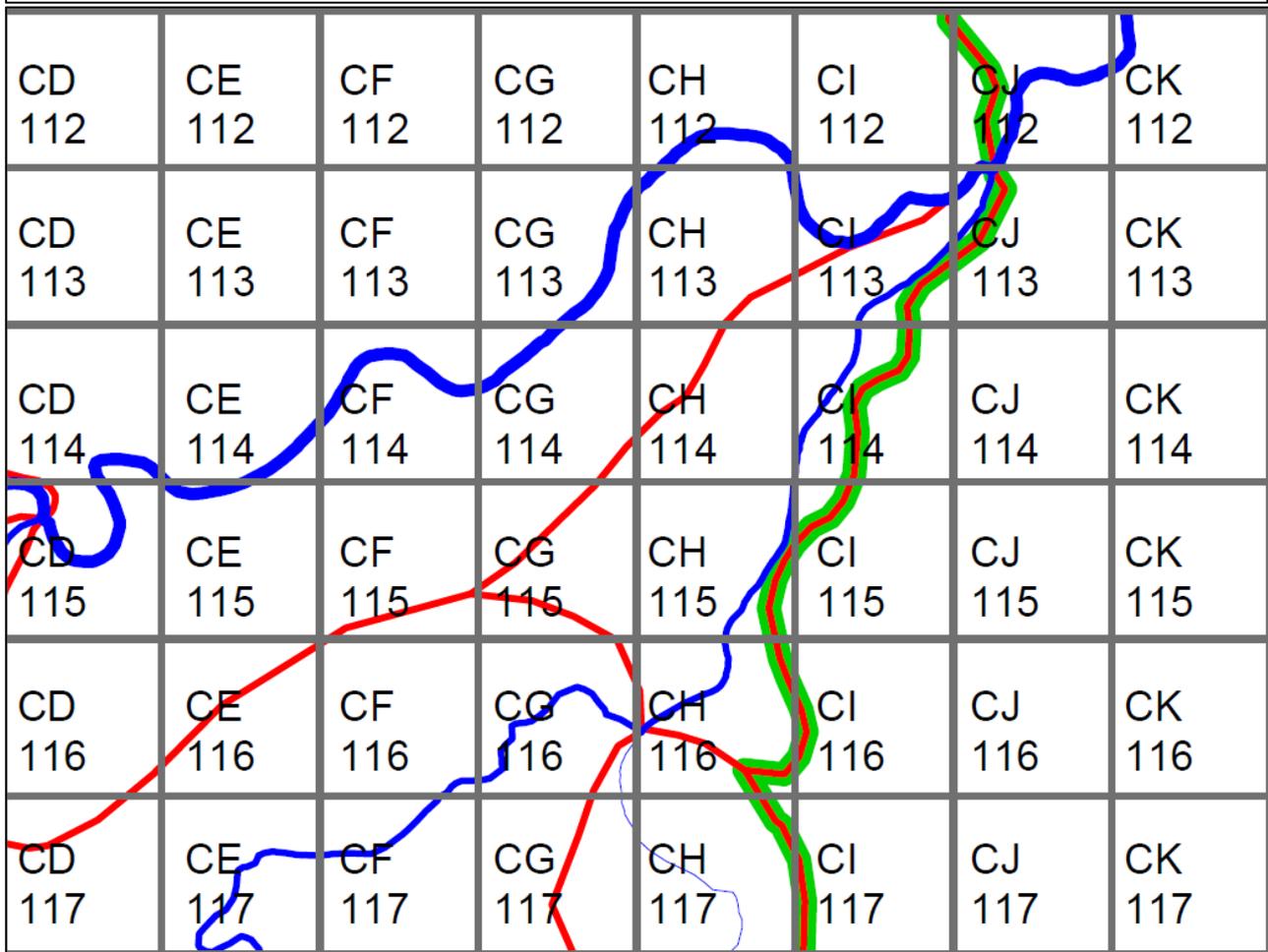
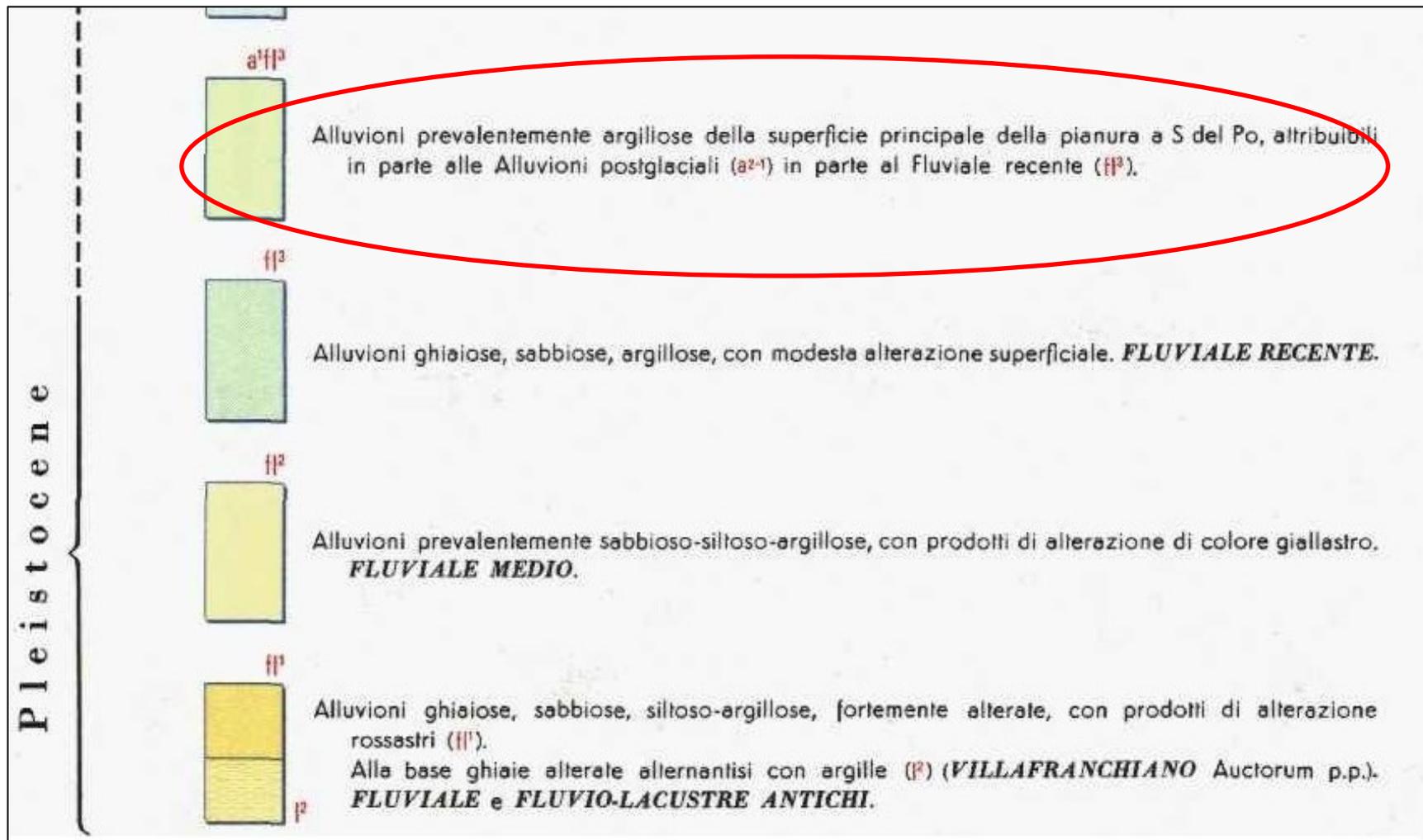


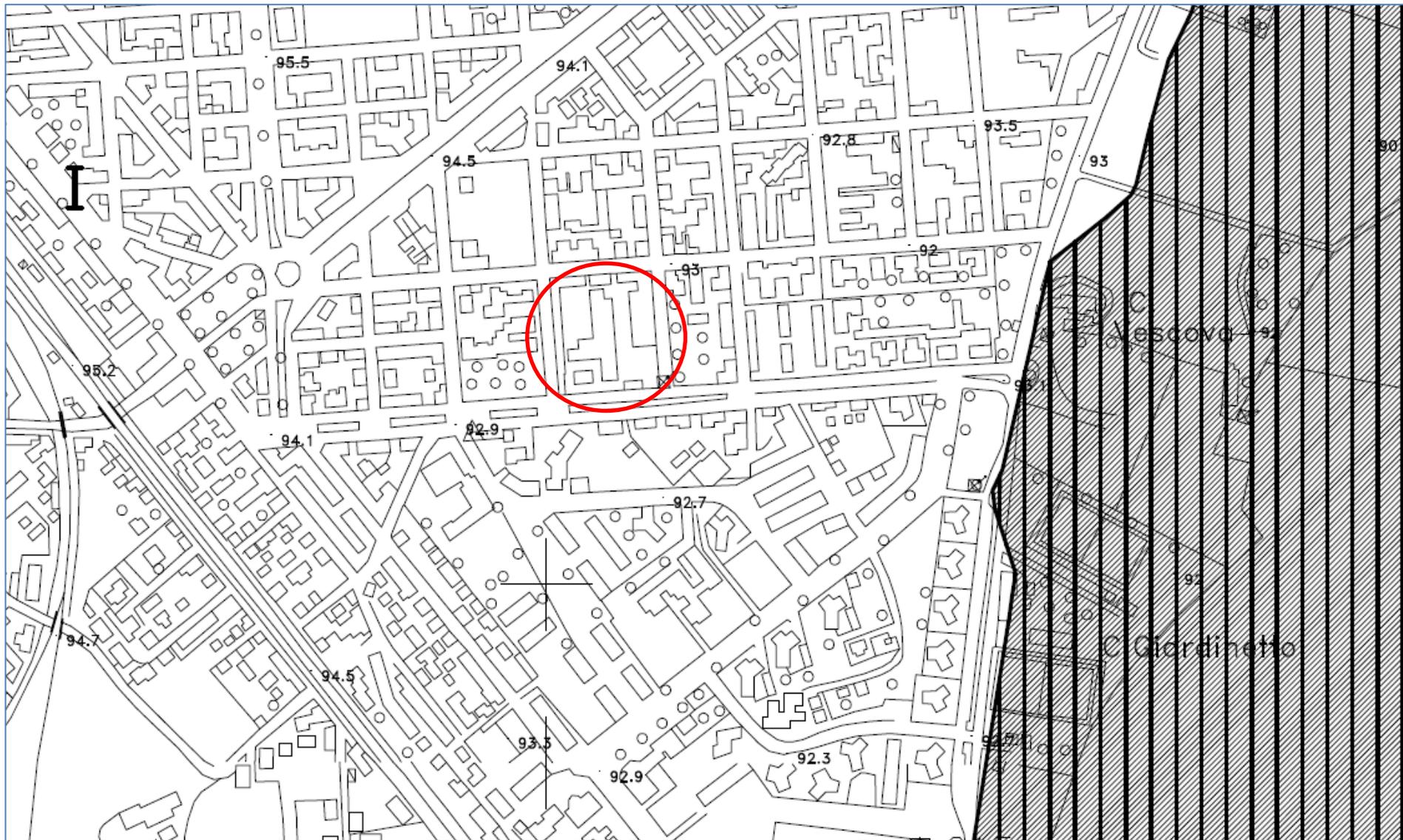
TAVOLA 12 cella CH114



Stralcio Carta Geologica d'Italia Foglio N.70 Alessandria



Stralcio Legenda Foglio N.70 Alessandria



Stralcio Carta di Sintesi PRGC Alessandria

LEGENDA

ZONIZZAZIONE IN CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (circ. Presidente G.R. Piemonte 8.05.1996 n7/LAP)	SIMBOLOGIA i limiti sono individuati dal limite esterno del segno grafico	DESCRIZIONE DELLE AREE E IDONEITA' ALLA UTILIZZAZIONE URBANISTICA
--	---	--

PIANURA

CLASSE I: PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA O NULLA

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.L.P. 11/3/1988.



I

Aree dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.

CLASSE II: PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MEDIA

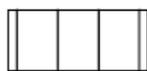
Aree nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 11 marzo 1988 e realizzati a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante.

(Aree edificabili previo accertamento geotecnico per la quota d'imposta delle fondazioni e/o valutazione della quota limite di abitabilità').



II

Aree interessate prevalentemente da problemi legati alla presenza della falda a debole profondità dal piano di campagna e dalla presenza del reticolo idrografico minore



II α

Aree interessate prevalentemente da problemi legati alla presenza della falda a debole profondità dal piano di campagna, dalla presenza del reticolo idrografico minore e da potenziale esondabilità, seppure con presenza d'acqua a bassa energia e con battente limitato o da fenomeni di erosione al piede dei principali terrazzi fluviali.



II β

Aree soggette ad esondazione per insufficienza del sistema di canalizzazione.

CLASSE III: PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA ALTA

Porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, derivanti questi ultimi dalla urbanizzazione dell'area, sono tali da impedirne l'utilizzo qualora inedificate, richiedono viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente.

(Aree inedificabili o con edificabilità vincolata).

a Aree inedificate



IIIa

Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti. (Circ. 7/LAP).

b Aree edificate



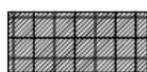
IIIb α

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. 51).



IIIb β

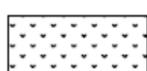
Aree a destinazione agricola ubicate all'interno della Fascia A e/o B del Piano Stralcio Fasce Fluviali (N.d.A. art. 51)



IIIb γ

Aree che hanno subito un peggioramento delle proprietà geotecniche dei terreni a seguito dell'evento alluvionale del novembre 1994 (N.d.A. art. 51).

C Aree edificate



IIIc

Porzioni di territorio edificate ad alta pericolosità geomorfologica e ad alto rischio, per le quali non è proponibile una ulteriore utilizzazione urbanistica neppure per il patrimonio esistente (Circ. 7LAP)



LIMITE AREA DI PIANURA / AREA DI COLLINA

Pericolosità sismica del sito

Per quanto concerne gli aspetti sismici l'area oggetto d'indagine è classificata in **ZONA SISMICA 3** a cui corrisponde un medio-basso grado di pericolosità sismica (accelerazione massima al suolo A_g compresa tra 0,050 e 0,075 g con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni, riferita a suoli rigidi $V_s < 800$ m/sec).

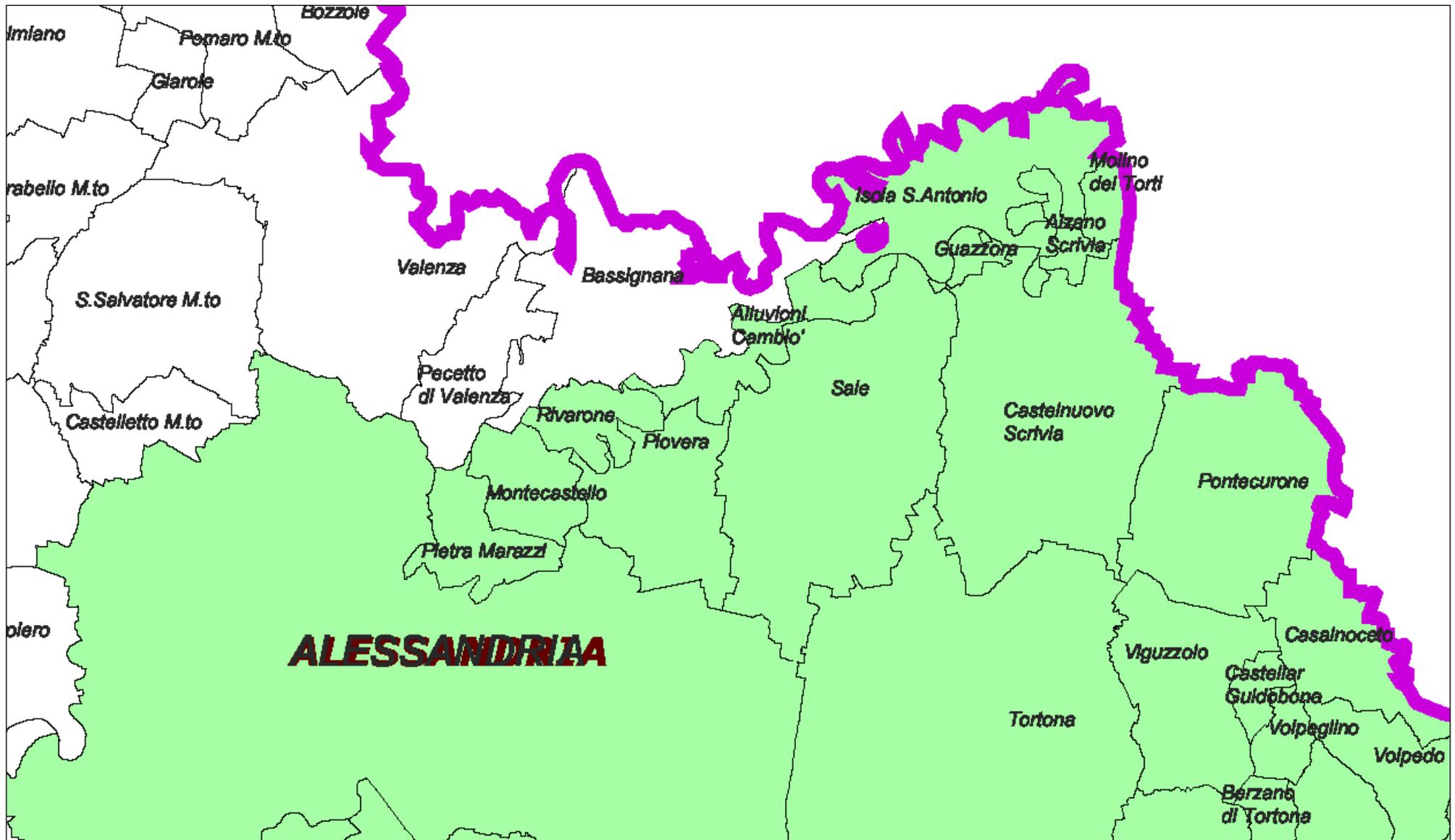
La magnitudo (M) dell'area d'indagine, ottenuta con il processo di disaggregazione desunto dal sito internet dell'INGV (Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia) relativa agli eventi sismici attesi per il **Comune di Alessandria** con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, è risultata pari a 5.00.

Attraverso i risultati della prova sismica HVSR effettuata nel sito oggetto di indagine, tali terreni appartengono alla **Categoria C** di cui al D.M. 17/01/2018.

Come indicato nei tabulati di calcolo di seguito riportati, i terreni non risultano soggetti a fenomeni di liquefazione ad azione sismica.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C 	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

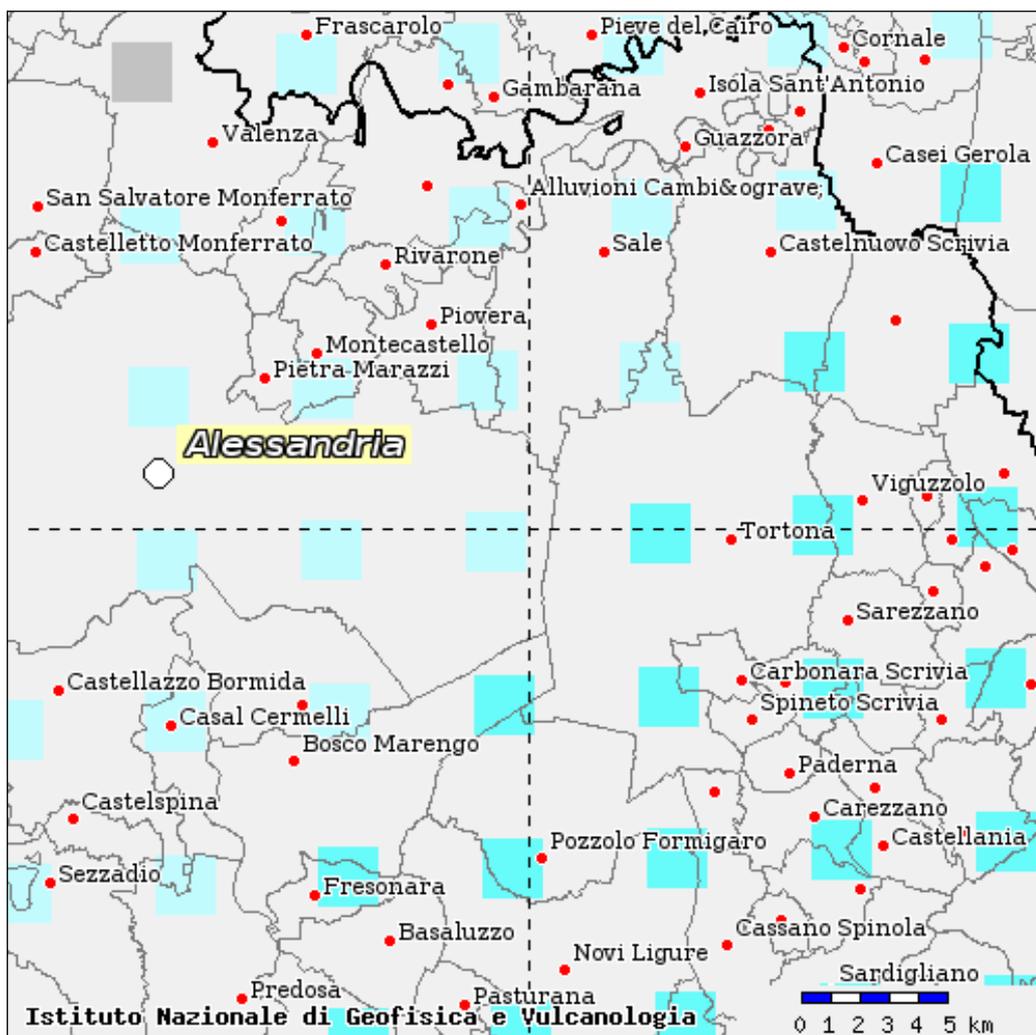


Stralcio carta pericolosità sismica Regione Piemonte

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI PIEMONTESI

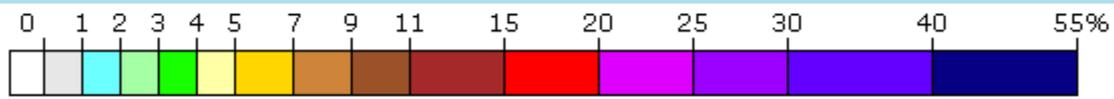
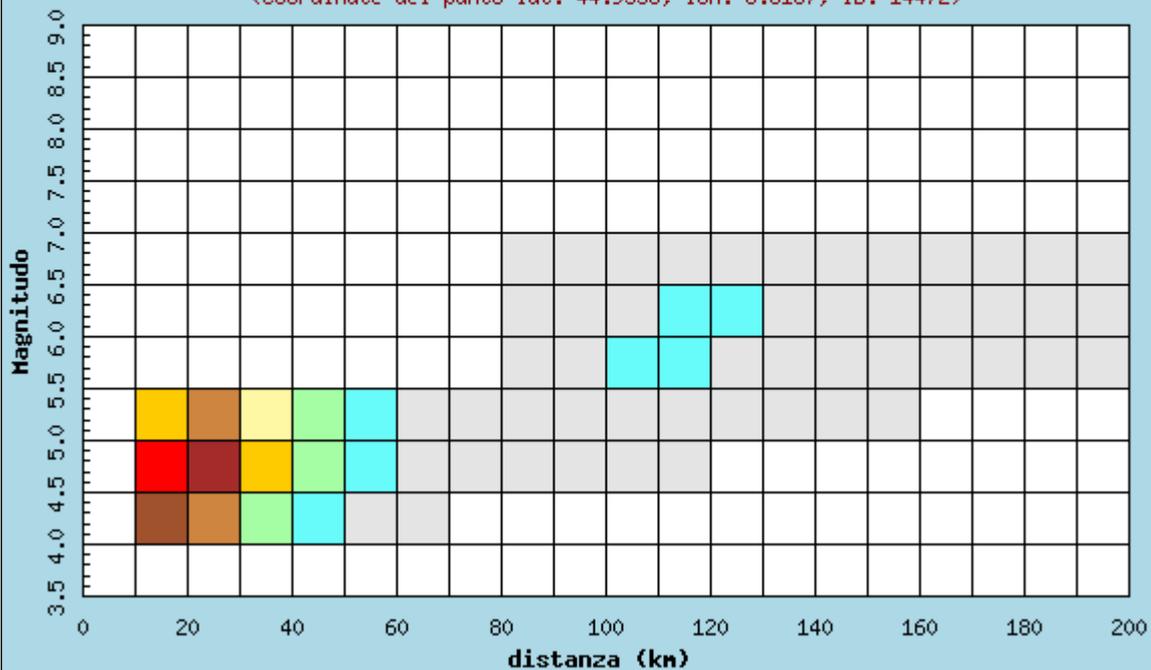
D.G.R. n. **11-13058** del **19/01/2010**
.....

**Classificazione sismica entrata in vigore a seguito dell'approvazione
della D.G.R. n.4-3084 del 12/12/2011 (B.U.R.P. n. 50 del 15/12/2011)**



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
 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)



Contributo percentuale alla pericolosita'

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 19 febbraio 2019 in fregio al piazzale area oggetto di intervento è stata effettuata una prova sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) 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). E' stata utilizzata una strumentazione PASI - MOD GEMINI 4.

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 lisciamento 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.



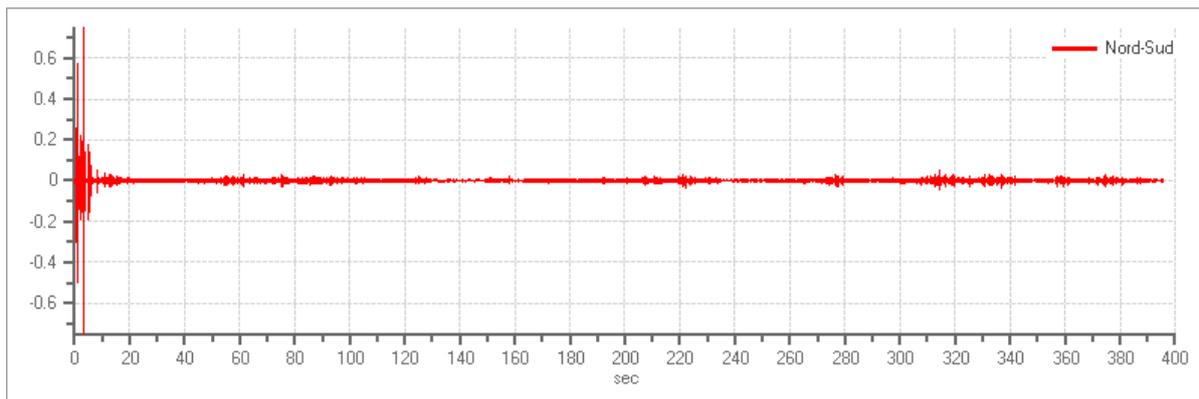
PROVA SISMICA HVS
STRUMENTAZIONE PASI - MOD GEMINI 4.

Tracce in input

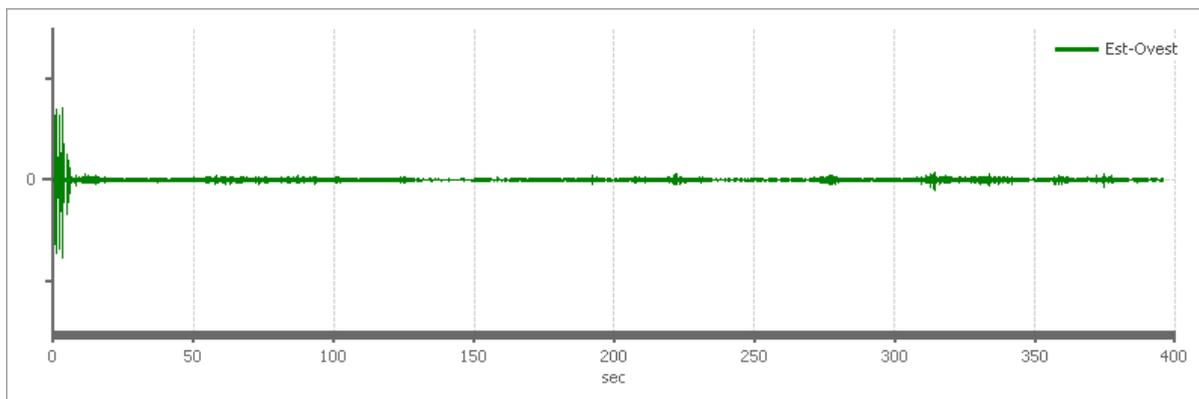
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 396 s
Frequenza di campionamento: 1000.00 Hz
Numero campioni: 395791
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

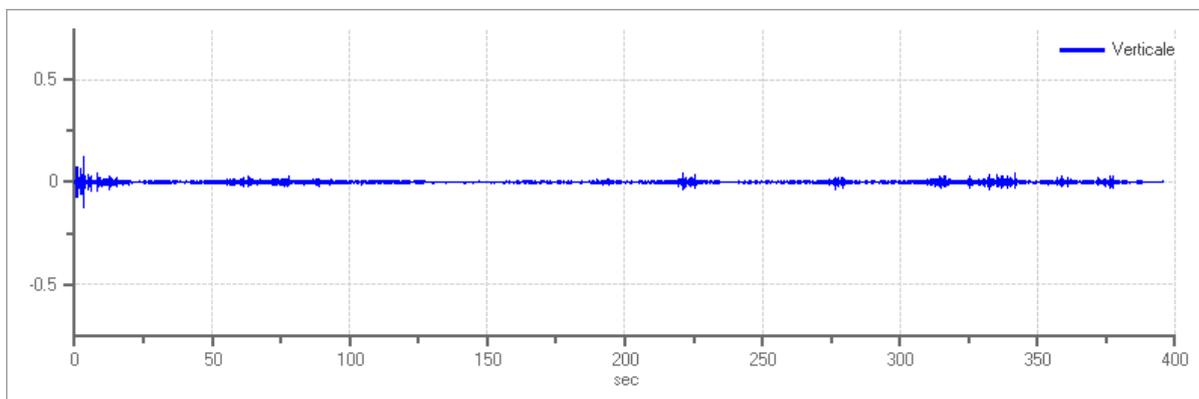
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



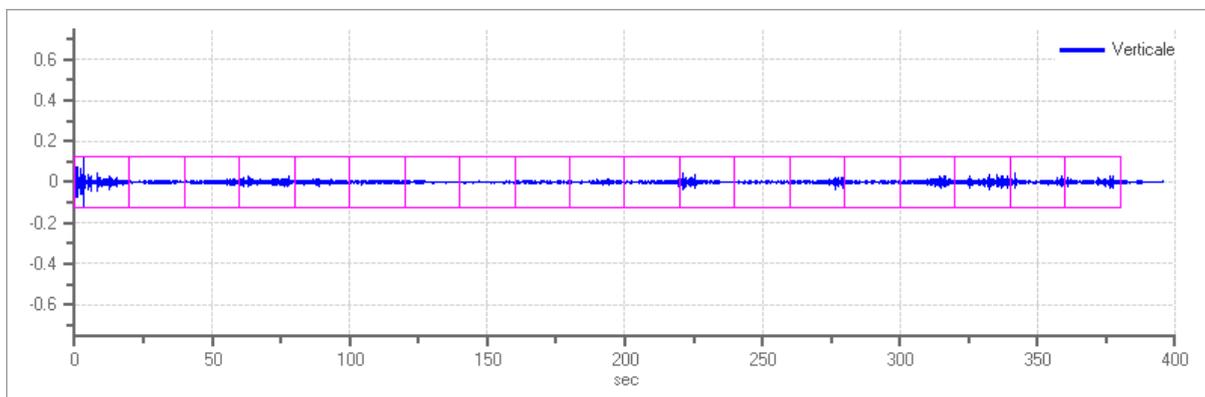
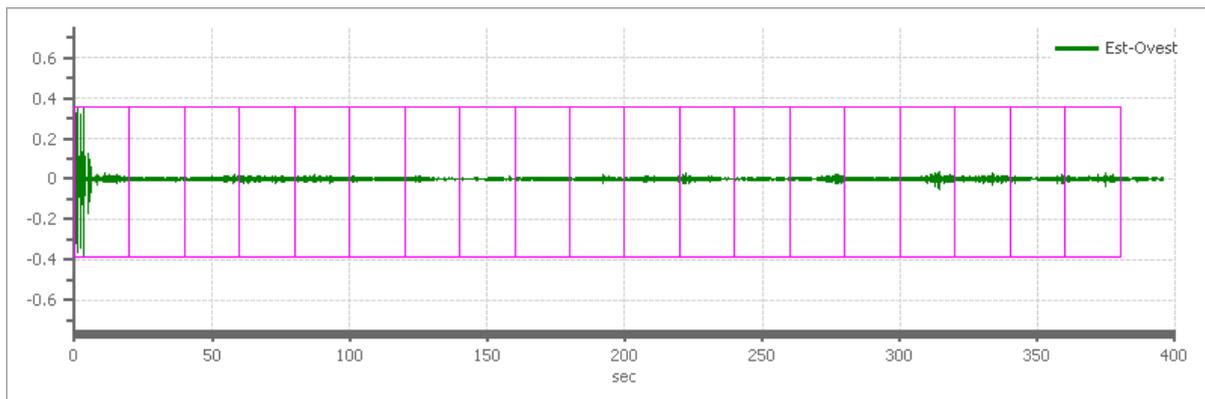
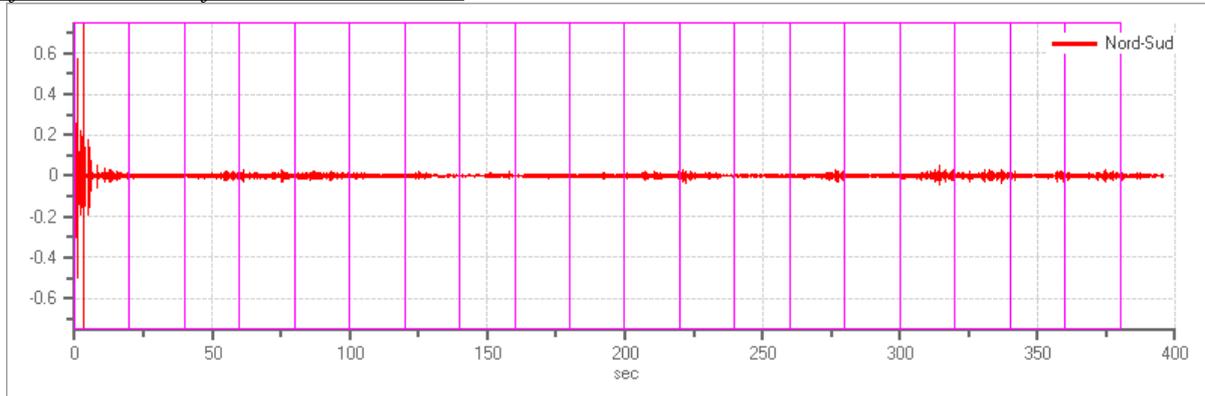
Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

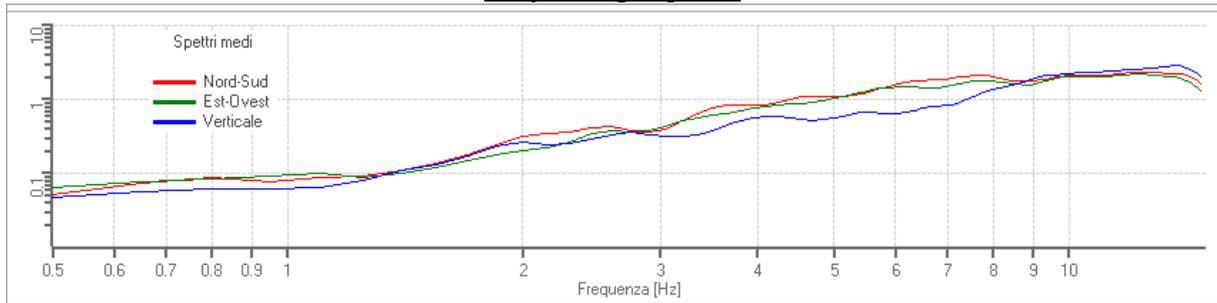
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 19
Numero finestre incluse nel calcolo: 19
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamo: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamo: 10.00 %

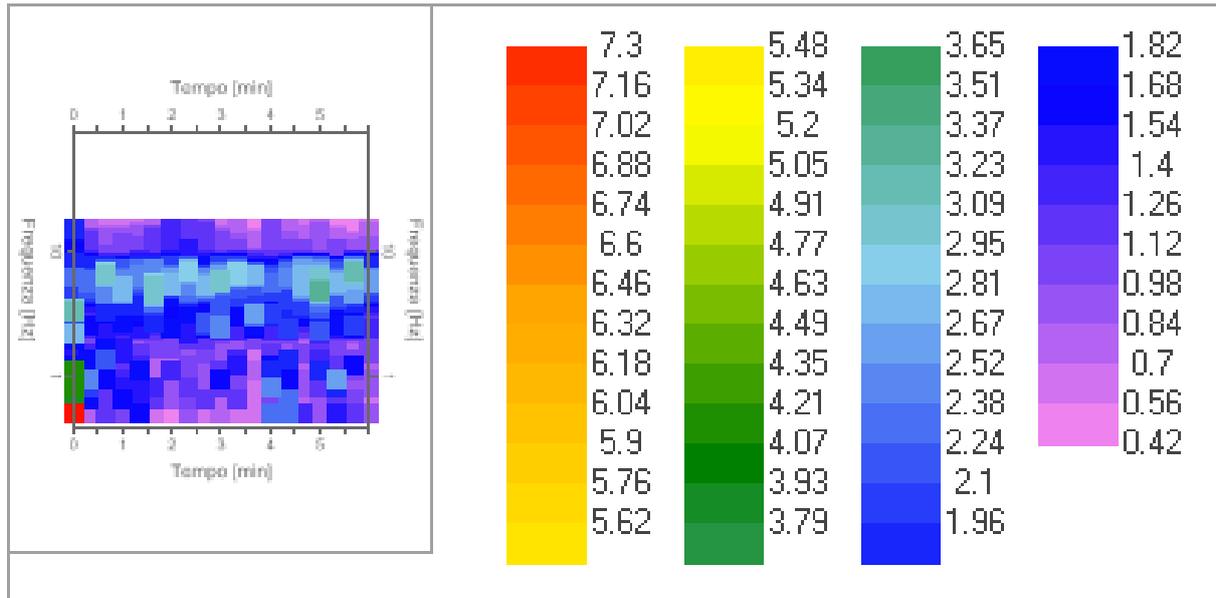
Grafici tracce con finestre selezionate:



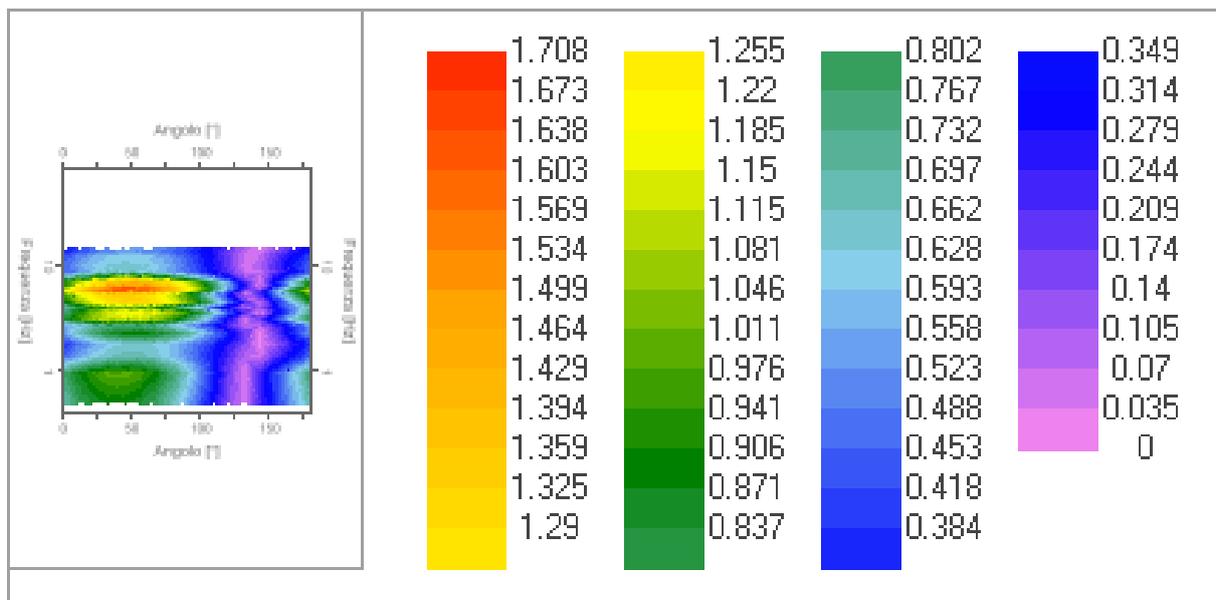
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

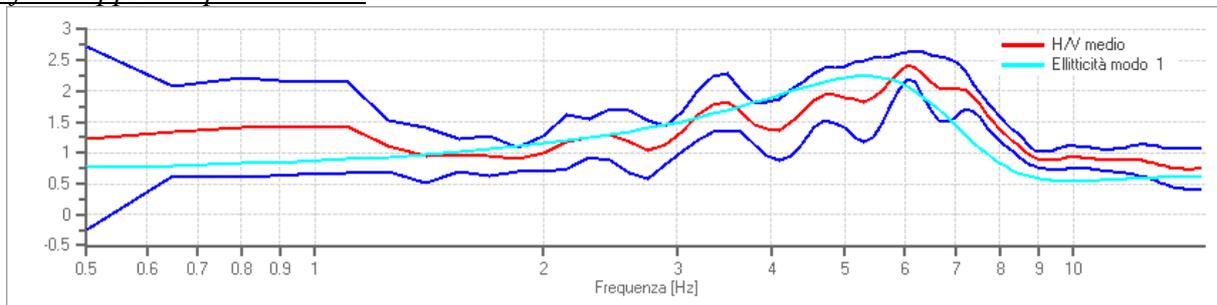
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 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: 6.05 Hz \pm 0.09 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 $f_0 > 0.5H$:	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$:	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Modello stratigrafico

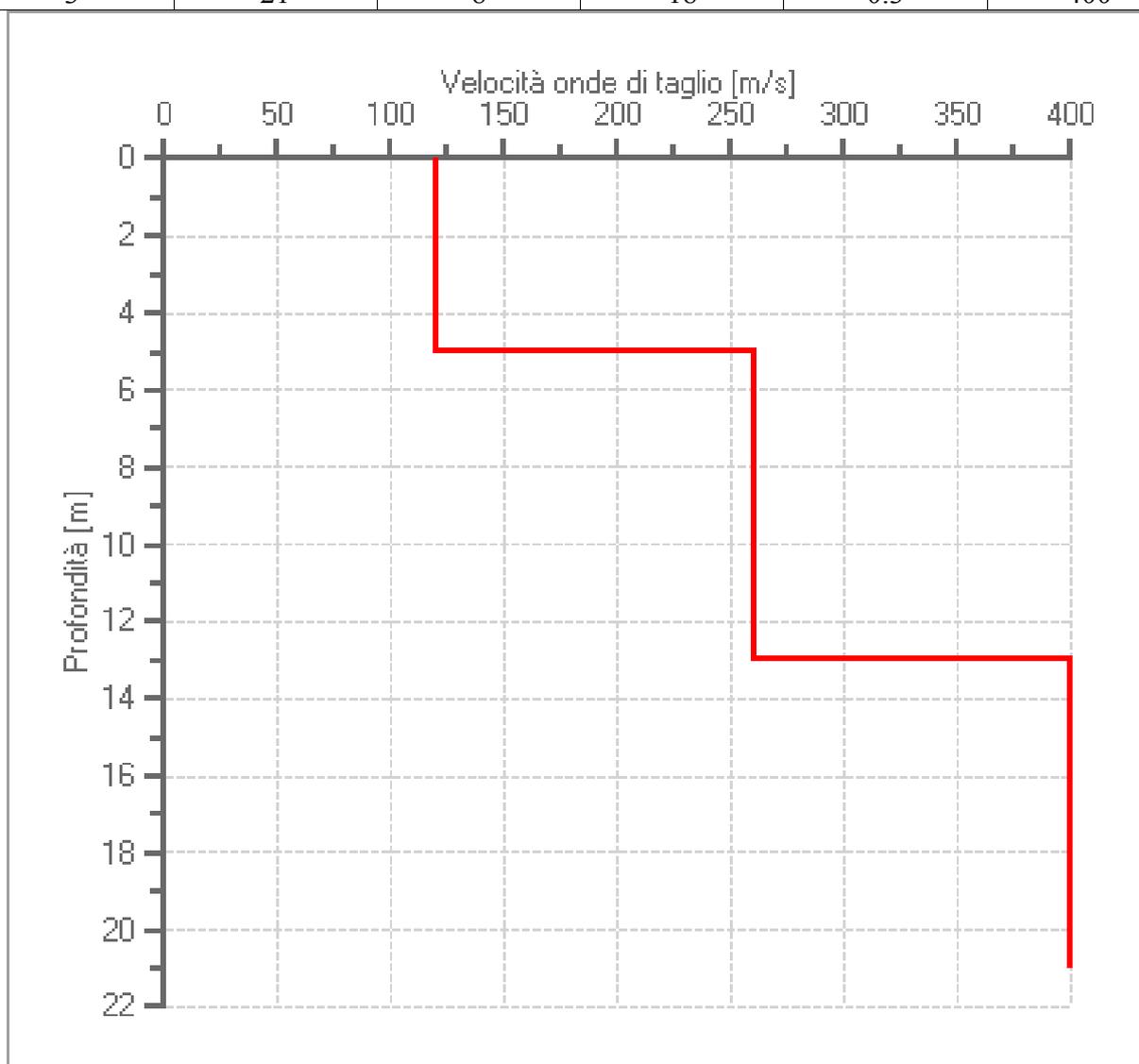
Dati riepilogativi:

Numero strati: 3
Frequenza del picco dell'ellitticità: 5.30 Hz
Valore di disadattamento: 0.28

Valore VsEQUIV: 261.02 m/s

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	5	5	17	0.4	120
2	13	8	18	0.3	260
3	21	8	18	0.3	400



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii/fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,90404

longitudine: 8,621094

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 14693 Lat: 44,8830 Lon: 8,5524 Distanza: 5896,521

Sito 2 ID: 14694 Lat: 44,8859 Lon: 8,6227 Distanza: 2021,264

Sito 3 ID: 14472 Lat: 44,9358 Lon: 8,6187 Distanza: 3538,752

Sito 4 ID: 14471 Lat: 44,9329 Lon: 8,5482 Distanza: 6576,440

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,018 g

Fo: 2,529

Tc*: 0,161 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,024 g

Fo: 2,530

Tc*: 0,196 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,059 g

Fo: 2,558

Tc*: 0,278 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,077 g

Fo: 2,554

Tc*: 0,283 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,920
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,600
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,800
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,600
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,600
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,600
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.903086

longitudine: 8.620032

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

DATI INSERITI

$H_{falda} = 8$

$a_{max}/g = 0,106$

R =

Mw = 5



TEORIE DI CALCOLO

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

STRATIGRAFIA TERRENO

$S_{TOT} = 21,00$

PRIMO STRATO		$H_1 = 5$
Parametri		Parametri calcolati
$H_1 = 5$		$\gamma_{H2O} = 1,00$
$\gamma = 1,74$		$\sigma_{vo} = 0,87$
$V_S = 120$		$\sigma_{vo'} = 0,87$
$V_{S1C} = 215$		P.neutra = 0,00
$S_1 = 5$		$r_d = 0,96$
FC = 2		$K_C = 0,80$
$V_{S1} = 124,25$		

SECONDO STRATO		$H_2 = 13$
Parametri		Parametri calcolati
$H_2 = 13$		$\gamma_{H2O} = 1,00$
$\gamma = 1,8$		$\sigma_{vo} = 2,31$
$V_S = 260$		$\sigma_{vo'} = 1,81$
$V_{S1C} = 215$		P.neutra = 0,50
$S_2 = 8$		$r_d = 0,83$
FC = 2		$K_C = 0,80$
$V_{S1} = 224,16$		

TERZO STRATO		$H_3 = 21$
Parametri		Parametri calcolati
$H_3 = 21$		$\gamma_{H2O} = 1,00$
$\gamma = 1,8$		$\sigma_{vo} = 3,75$
$V_S = 400$		$\sigma_{vo'} = 2,45$
$V_{S1C} = 215$		P.neutra = 1,30
$S_3 = 8$		$r_d = 0,62$
FC = 2		$K_C = 0,8$
$V_{S1} = 319,72$		

Committente:

Riferimento:

Località: Prov.:

Oggetto:

MENU PRINCIPALE

ANALISI METODO

Da prova sismica HVSR

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove sismiche)



Metodo di Andrus e Stokoe (2000)

RISULTATI:

FORMULE:

	1° Strato	2° Strato	3° Strato
Spessore	5	8	8

$V_{s1} = V_s \cdot \left(\frac{1}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,25}$	V_{s1}	124,251	224,158	319,719
---	----------	---------	---------	---------

$CRR = 0,022 \cdot \left(\frac{K_c \cdot V_{s1}}{100} \right)^2 + \frac{2,8}{(V_{s1C} - K_c \cdot V_{s1})} - \frac{2,8}{V_{s1C}}$	CRR	0,033	0,136	0,062
--	-------	-------	-------	-------

$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$	Mw = 5	CSR	0,017	0,019	0,017
--	--------	-------	-------	-------	-------

r_d	0,96	0,83	0,62
-------	------	------	------

1	< $F_s = CRR/CSR$	Mw = 5	F_s	1,891	7,104	3,636
				Assenza di Falda	Verificato	Verificato

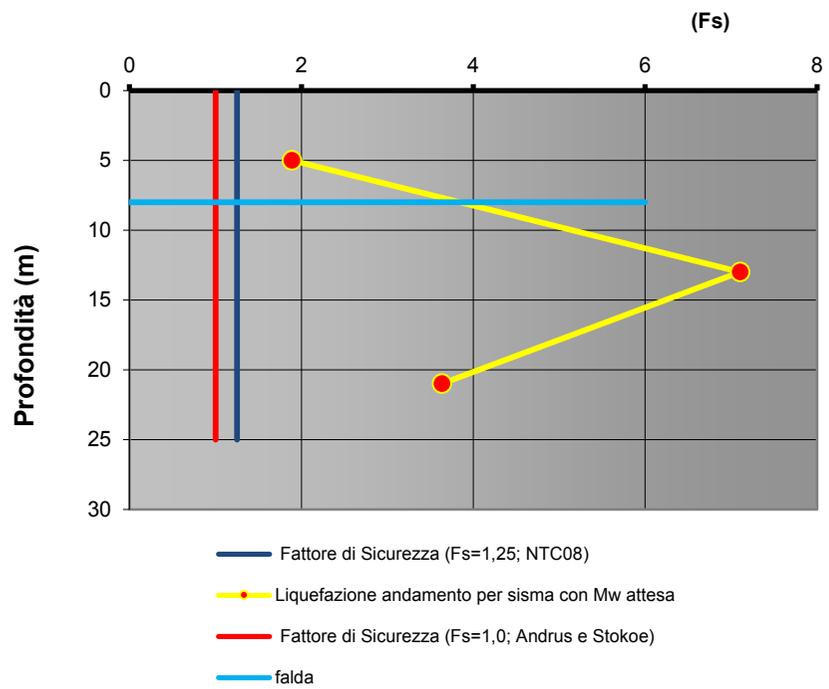
1,25	< $F_s = CRR/CSR$	Mw = 5	$F_s (NTC08)$	1,891	7,104	3,636
				Assenza di Falda	Verificato	Verificato

RISCHIO di Liquefazione (Iw asaki 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

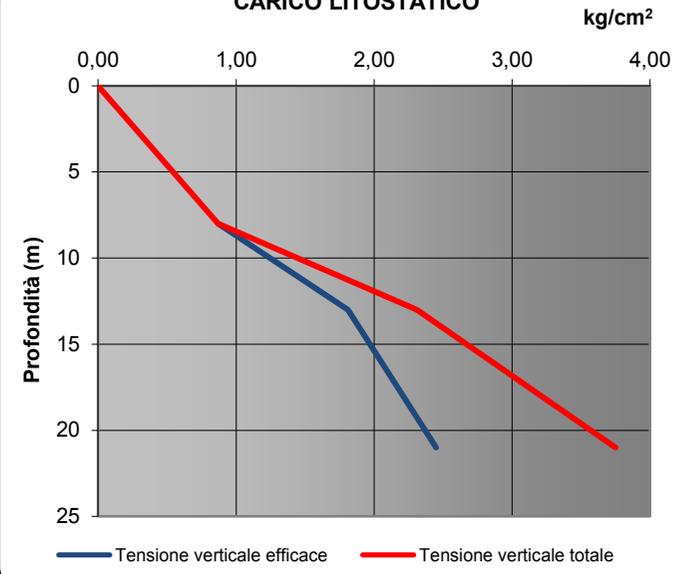
Committente: area ex magazzino comunale
Riferimento: via palermo
Località: al essandria **Prov.:** al
Oggetto: Studio Geologico

STRATIGRAFIA 3

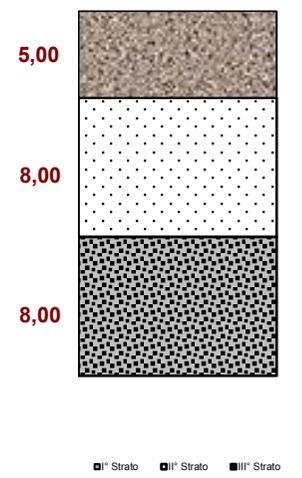
TEORIA DI ANDRUS E STOKOE (2000)



CARICO LITOSTATICO



COLONNA STRATIGRAFICA



VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

DATI INSERITI

$H_{falda} = 8$

$a_{max}/g = 0,106$

$R = 10$

$M_W = 5$



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

$S_{TOT.} = 10,20$

PRIMO STRATO

$H_1 = 2,8$

Parametri da inserire		Parametri calcolati	
H_1	= 2,8	γ_{H2O}	= 1,00
γ	= 1,644	σ_{vo}	= 0,46
N_{SPT}	= 1,6	$\sigma_{vo'}$	= 0,46
d_{50}	= 0,2	P.neutra	= 0,00
S_1	= 2,8	r_d	= 0,98
FC	= 2	N_i	= 0,00
		N_f	= 7,5

SECONDO STRATO

$H_2 = 5,6$

Parametri da inserire		Parametri calcolati	
H_2	= 5,6	γ_{H2O}	= 1,00
γ	= 1,666	σ_{vo}	= 0,93
N_{SPT}	= 1,85	$\sigma_{vo'}$	= 0,93
d_{50}	= 0,2	P.neutra	= 0,00
S_2	= 2,8	r_d	= 0,96
FC	= 2	N_i	= 0,00
		N_f	= 7,5

TERZO STRATO

$H_3 = 9,4$

Parametri da inserire		Parametri calcolati	
H_3	= 9,4	γ_{H2O}	= 1,00
γ	= 1,889	σ_{vo}	= 1,78
N_{SPT}	= 8,38	$\sigma_{vo'}$	= 1,64
d_{50}	= 0,2	P.neutra	= 0,14
S_3	= 3,8	r_d	= 0,92
FC	= 2	N_i	= 0,00
		N_f	= 7,5

QUARTO STRATO

$H_4 = 10,2$

Parametri da inserire		Parametri calcolati	
H_4	= 10,2	γ_{H2O}	= 1,00
γ	= 1,5	σ_{vo}	= 1,53
N_{SPT}	= 11,2	$\sigma_{vo'}$	= 1,31
d_{50}	= 0,2	P.neutra	= 0,22
S_3	= 0,8	r_d	= 0,90
FC	= 2	N_i	= 0,00
		N_f	= 7,5

Committente:

area ex magazzino comunale

Riferimento:

via palermo

Località:

al essandria

Prov.: al

Oggetto:

Studio Geologico

MENU PRINCIPALE

(N1)60

CONFRONTO
METODI

Da prova penetrometrica P1

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove dinamiche SPT)

Metodo di Seed et al. (1985)



FORMULE:

$$CRR = \frac{a + c \cdot N + e \cdot N^2 + g \cdot N^3}{1 + b \cdot N + d \cdot N^2 + f \cdot N^3 + h \cdot N^4}$$

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

RISULTATI:

	1° Strato	2° Strato	3° Strato	4° Strato
Spessore	2,8	2,8	3,8	0,8

CRR	0,052	0,052	0,076	0,111
-----	-------	-------	-------	-------

M= 5	CSR	0,018	0,017	0,018	0,019
------	-----	-------	-------	-------	-------

r _d	0,98	0,96	0,92	0,90
----------------	------	------	------	------

1	< F _s = CRR/CSR	M= 5	F _s	2,938	2,981	4,190	5,798
				Verificato	Verificato	Verificato	Verificato

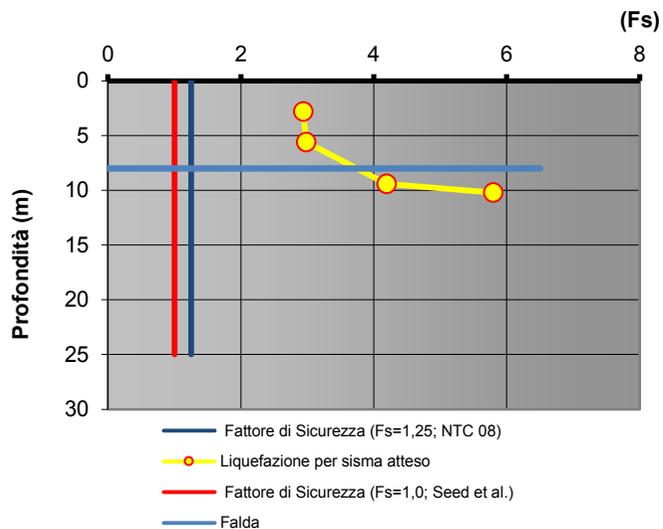
1,25	< F _s = CRR/CSR	M= 5	F _s (NTC 08)	2,938	2,981	4,190	5,798
				Verificato	Verificato	Verificato	Verificato

RISCHIO di Liquefazione (Wasaki 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: area ex magazzino comunale
Riferimento: via palermo
Località: alexandria **Prov.:** al
Oggetto: Studio Geologico

STRATIGRAFIA 4

TEORIA DI SEED ET AL. (1985)



CARICO LITOSTATICO

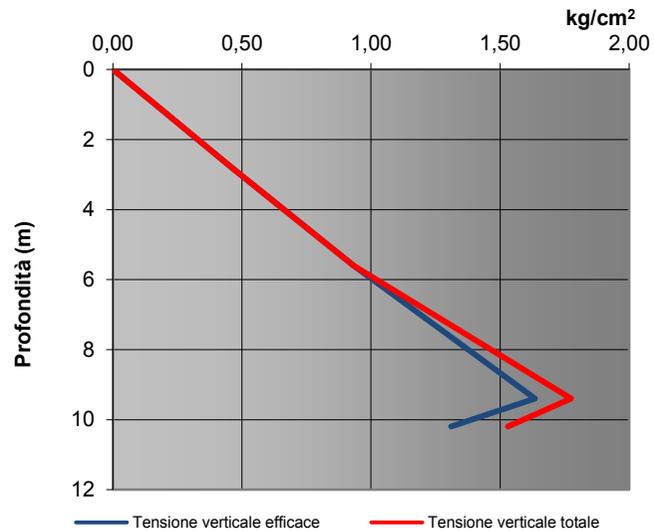
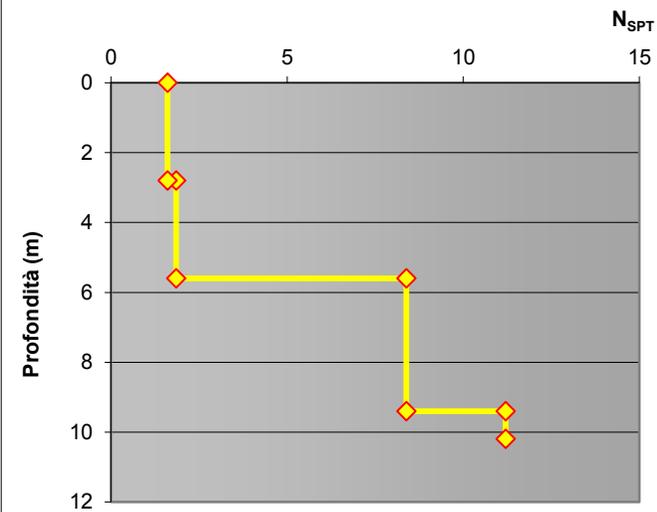
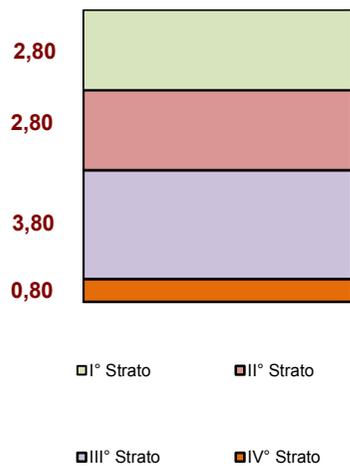


DIAGRAMMA PROVA SPT



COLONNA STRATIGRAFICA



Committente: area ex magazzino comunale
Riferimento: via palermo
Località: allessandria
Oggetto: Studio Geologico

Prov.: al



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 (I _P)	Rischio liquefazione Iwasaki et al. (1978)
	Fs (Autore)	NTC 2008			
Youd and Idriss (2001)	> 1,3	>1,25	5	#VALORE!	#VALORE!
Iwasaki et al. (1978;1984)	> 1,0	$0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$ $0,6 < d_{50} \leq 1,5$	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	#VALORE!	#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	Mw < 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 (I _{Lp})	Possibilità di liquefazione

(N1)60

STRATIGRAFIA 4

Prove penetrometriche, diagrammi di campagna/stratigrafie

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 del 15 novembre 2018, in corrispondenza del piazzale oggetto di nuova edificazione, sono state effettuate n.3 prove penetrometriche come indicato nella documentazione fotografica allegata.

Attraverso i dati di campagna delle prove penetrometriche, mediante apposito programma di calcolo sono stati calcolati relativamente ad ogni strato di terreno: 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. Noto 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):

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

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

4) 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

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

5) **Coefficiente di compressibilità di volume (Mv):** 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: $Mv = 1 / (\alpha \cdot R_p)$. 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 compressibilitè des sols – A.I.T.B.T.P. n°298 Paris –1972;

6) **Modulo di reazione orizzontale (Korizz.)** necessario per il calcolo dei cedimenti:

$$Korizz. = Ch \times Rp / Ck \text{ (da manuale Geo-Tec A 2.0, Interstudio s.r.l., 1992)}$$

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;

legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche							
γ = peso di volume	Korizz = moulo reaz. orizz.						
γ' = peso di volume	Φ = angolo attrito						
Σ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume						
C_u = coesione non drenata	K Winkler (formula di Bowles capacità portante)						
D_r = densità relativa (%)							

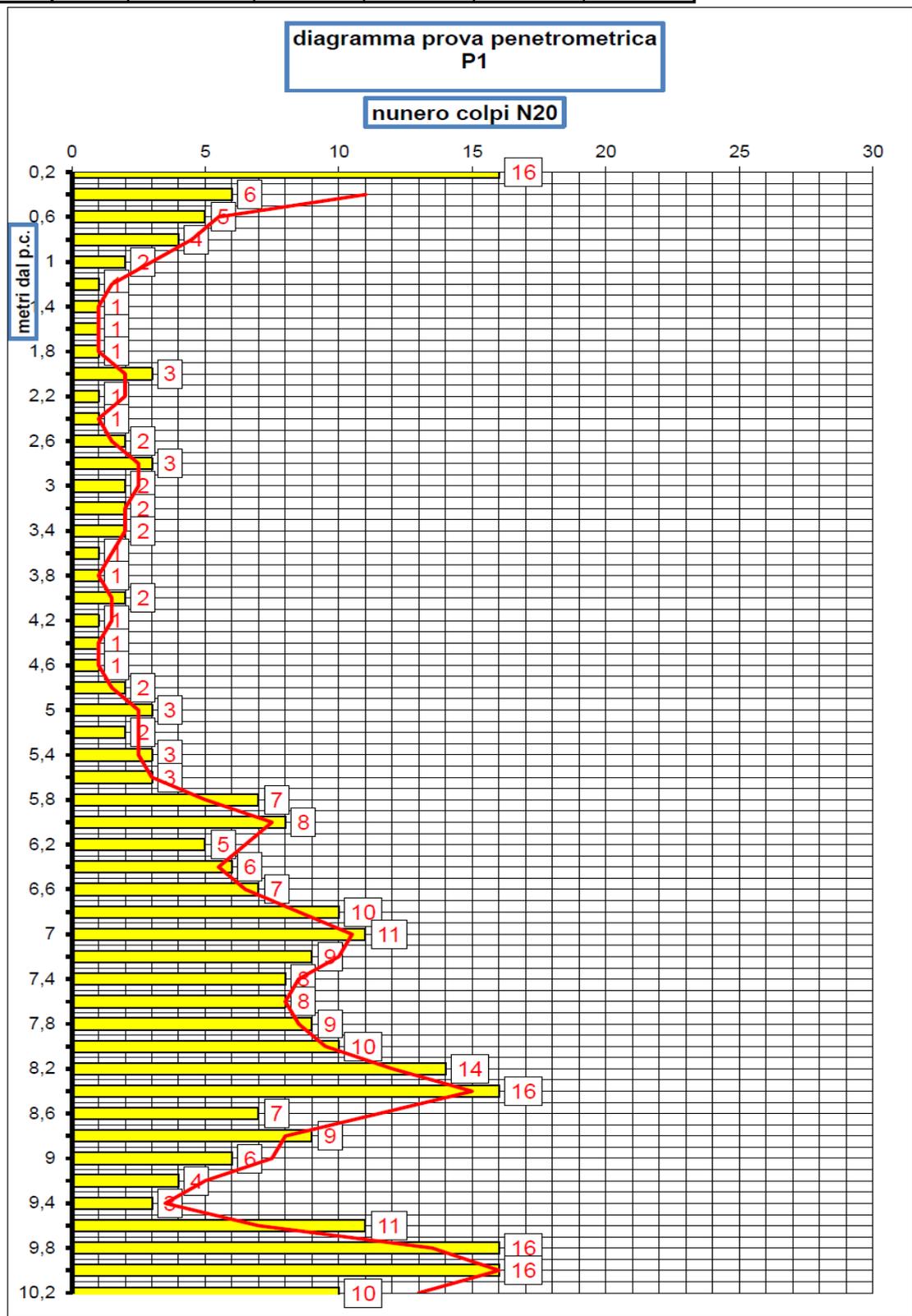
**PROVA PENETROMETRICA P1
(19/02/2019)**



COMUNE DI ALESSANDRIA VIA PALERMO PEC EX OFFICINA COMUNALE
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1- PIAZZALE ESISTENTE EDIFICIO COMMERCIALE IN PROGETTO

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI	
P = peso del maglio 63,5 Kg	piano piazzale (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: 19 FEBBRAIO 2019	Falda idrica: -8,00 metri dal p.c.
profondità dal p.c. (metri)	colpi DPSH N20

0,2	16
0,4	6
0,6	5
0,8	4
1	2
1,2	1
1,4	1
1,6	1
1,8	1
2	3
2,2	1
2,4	1
2,6	2
2,8	3
3	2
3,2	2
3,4	2
3,6	1
3,8	1
4	2
4,2	1
4,4	1
4,6	1
4,8	2
5	3
5,2	2
5,4	3
5,6	3
5,8	7
6	8
6,2	5
6,4	6
6,6	7
6,8	10
7	11
7,2	9
7,4	8
7,6	8
7,8	9
8	10
8,2	14
8,4	16
8,6	7
8,8	9
9	6
9,2	4
9,4	3
9,6	11
9,8	16
10	16
10,2	10



STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P1-

prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K perm	K Winkler
metri	0,00	piano cortile	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cm ^q	Kg/cm ^q	cm ^q /Kg	°	%	Kg/cm ^q	cm/sec	Kg/cm ^c
0,60		Sottofondo piazzale (riporto)										
2,80		Terreno rimaneggiato argilloso poco compatto (riporto)	1644	1644	0,48	0,24	0,02572	26		0,48	1,13E-02	0,49
5,60		Limi sabbiosi e sabbie poco compatte	1666	1,67	0,95	0,28	0,023267	26		0,557	1,13E-02	0,57
9,40		Sabbie limose con ghiaietto fine	1889	889	1,28	1,24	0,013447	26		1,65	1,13E-02	2,54
10,20		Sabbie ghiaiose mediamente addensate	1500	500	0,32		0,012579	31	30	2,65	1,11E-02	2,30

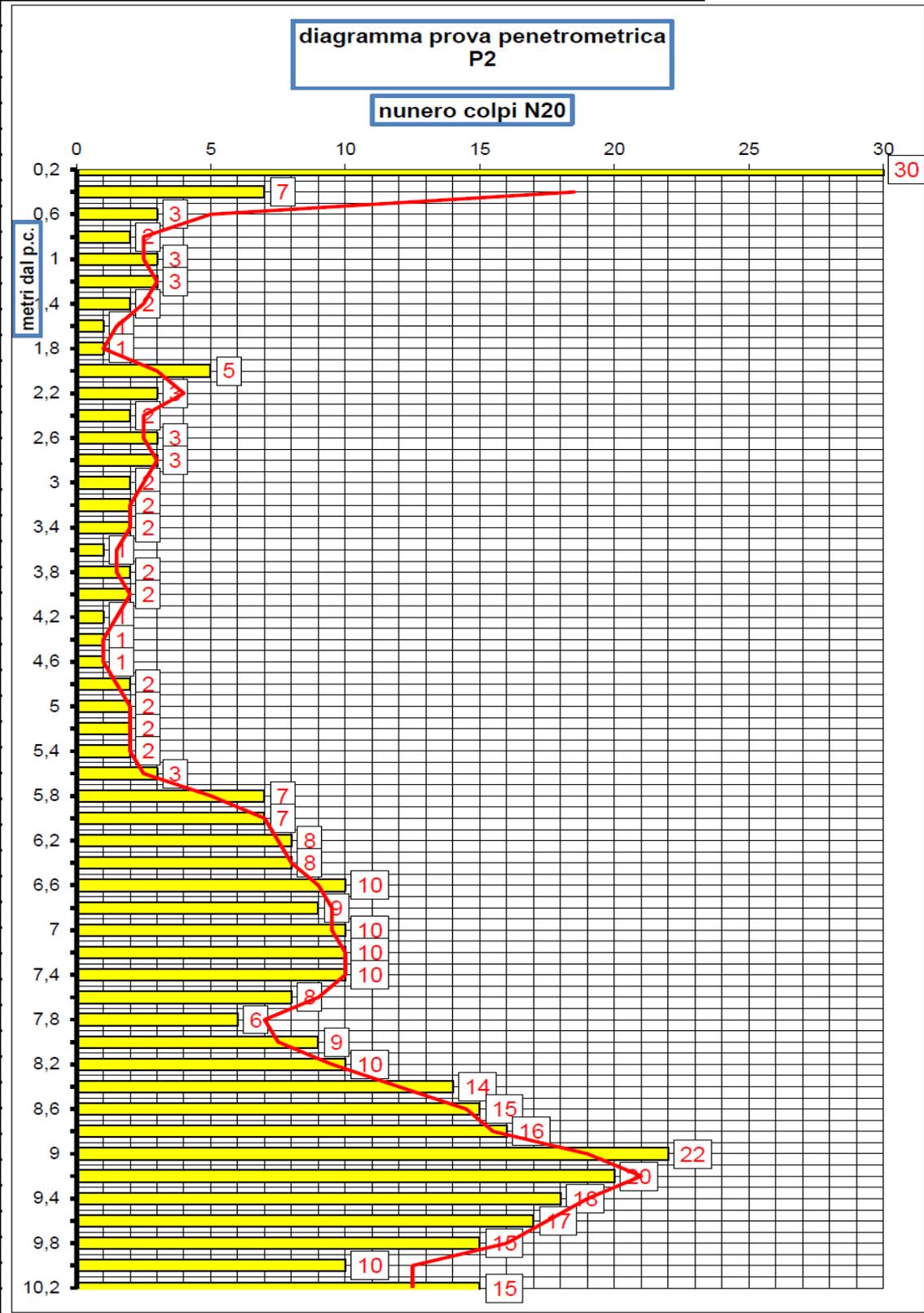
**PROVA PENETROMETRICA P2
(19/02/2019)**



COMUNE DI ALESSANDRIA VIA PALERMO PEC EX OFFICINA COMUNALE
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2- PIAZZALE ESISTENTE EDIFICIO COMMERCIALE IN PROGETTO

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI	
P = peso del maglio 63,5 Kg	piano piazzale (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 = $Q = 7,83 \text{ Kg/cmq}$	
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = $Q = (M \times H) / (A \times p) = 11,90 \text{ Kg/cmq}$	
Coefficiente teorico di energia $t = Q / Q_{spt} = 1,52$	
Data: 19 FEBBRAIO 2019	Falda idrica: -8,00 metri dal p.c.
profondità dal p.c. (metri)	colpi DPSH N20

0,2	30
0,4	7
0,6	3
0,8	2
1	3
1,2	3
1,4	2
1,6	1
1,8	1
2	5
2,2	3
2,4	2
2,6	3
2,8	3
3	2
3,2	2
3,4	2
3,6	1
3,8	2
4	2
4,2	1
4,4	1
4,6	1
4,8	2
5	2
5,2	2
5,4	2
5,6	3
5,8	7
6	7
6,2	8
6,4	8
6,6	10
6,8	9
7	10
7,2	10
7,4	10
7,6	8
7,8	6
8	9
8,2	10
8,4	14
8,6	15
8,8	16
9	22
9,2	20
9,4	18
9,6	17
9,8	15
10	10
10,2	15



COMUNE DI ALESSANDRIA VIA PALERMO- Data 19 FEBBRAIO 2019

STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P2-

prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K perm	K Winkler
metri	0,00	piano cortile	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cm ^q	Kg/cm ^q	cm ^q /Kg	°	%	Kg/cm ^q	cm/sec	Kg/cm ^c
0,60		Sottofondo piazzale (riporto)										
2,80		Terreno rimaneggiato argilloso poco compatto (riporto)	1716	1716	0,46	0,39	0,017635	26		0,52	1,12E-02	0,80
5,60		Limi sabbiosi e sabbie poco compatte	1660	1660	0,93	0,27	0,023866	26		0,536	1,13E-02	0,55
8,00		Sabbie limose con ghiaietto fine	1893	1893	1,38	1,28	0,013072	28		1,7	1,11E-02	2,63
10,20		Sabbie ghiaiose mediamente addensate	1500	500	1,49		0,010659	31	34	3,127	1,10E-02	2,95

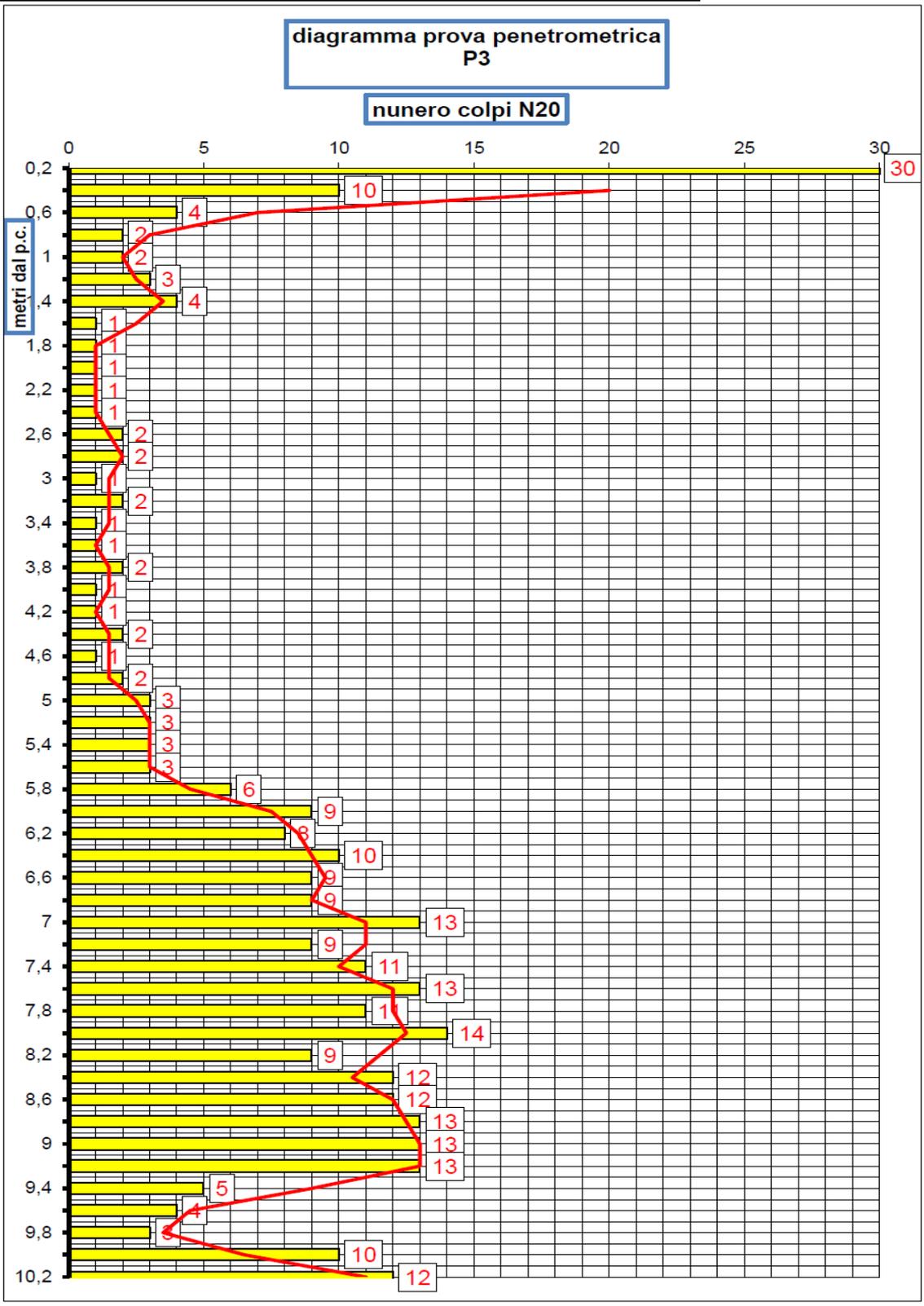
**PROVA PENETROMETRICA P3
(19/02/2019)**



COMUNE DI ALESSANDRIA VIA PALERMO PEC EX OFFICINA COMUNALE
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3- PIAZZALE ESISTENTE EDIFICIO COMMERCIALE IN PROGETTO

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI	
P = peso del maglio 63,5 Kg	piano piazzale (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 DPHS N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11,90 Kg/cmq	
Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52	
Data: 19 FEBBRAIO 2019	Falda idrica: -8,00 metri dal p.c.
profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N20

0,2	30
0,4	10
0,6	4
0,8	2
1	2
1,2	3
1,4	4
1,6	1
1,8	1
2	1
2,2	1
2,4	1
2,6	2
2,8	2
3	1
3,2	2
3,4	1
3,6	1
3,8	2
4	1
4,2	1
4,4	2
4,6	1
4,8	2
5	3
5,2	3
5,4	3
5,6	3
5,8	6
6	9
6,2	8
6,4	10
6,6	9
6,8	9
7	13
7,2	9
7,4	11
7,6	13
7,8	11
8	14
8,2	9
8,4	12
8,6	12
8,8	13
9	13
9,2	13
9,4	5
9,6	4
9,8	3
10	10
10,2	12



COMUNE DI ALESSANDRIA VIA PALERMO- Data 19 FEBBRAIO 2019												
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P3-												
prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K perm	K Winkler
metri	0,00	piano cortile	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cmq	Kg/cmq	cmq/Kg	°	%	Kg/cmq	cm/sec	Kg/cmcc
1,40		Sottofondo piazzale (riporto)										
3,00		Terreno rimaneggiato argilloso poco compatto (riporto)	1607	1607	0,52	0,19	0,030918	26		0,37	1,14E-02	0,39
5,60		Limi sabbiosi e sabbie poco compatte	1671	1671	0,96	0,29	0,022761	26		0,577	1,13E-02	0,59
9,20		Sabbie limose con ghiaietto fine	1500	500	1,14		0,015464	31	26	2,156	1,12E-02	2,18
10,20		Sabbie ghiaiose mediamente addensate	1860	860	1,22	1,02	0,01634	28		1,36	1,12E-02	2,09

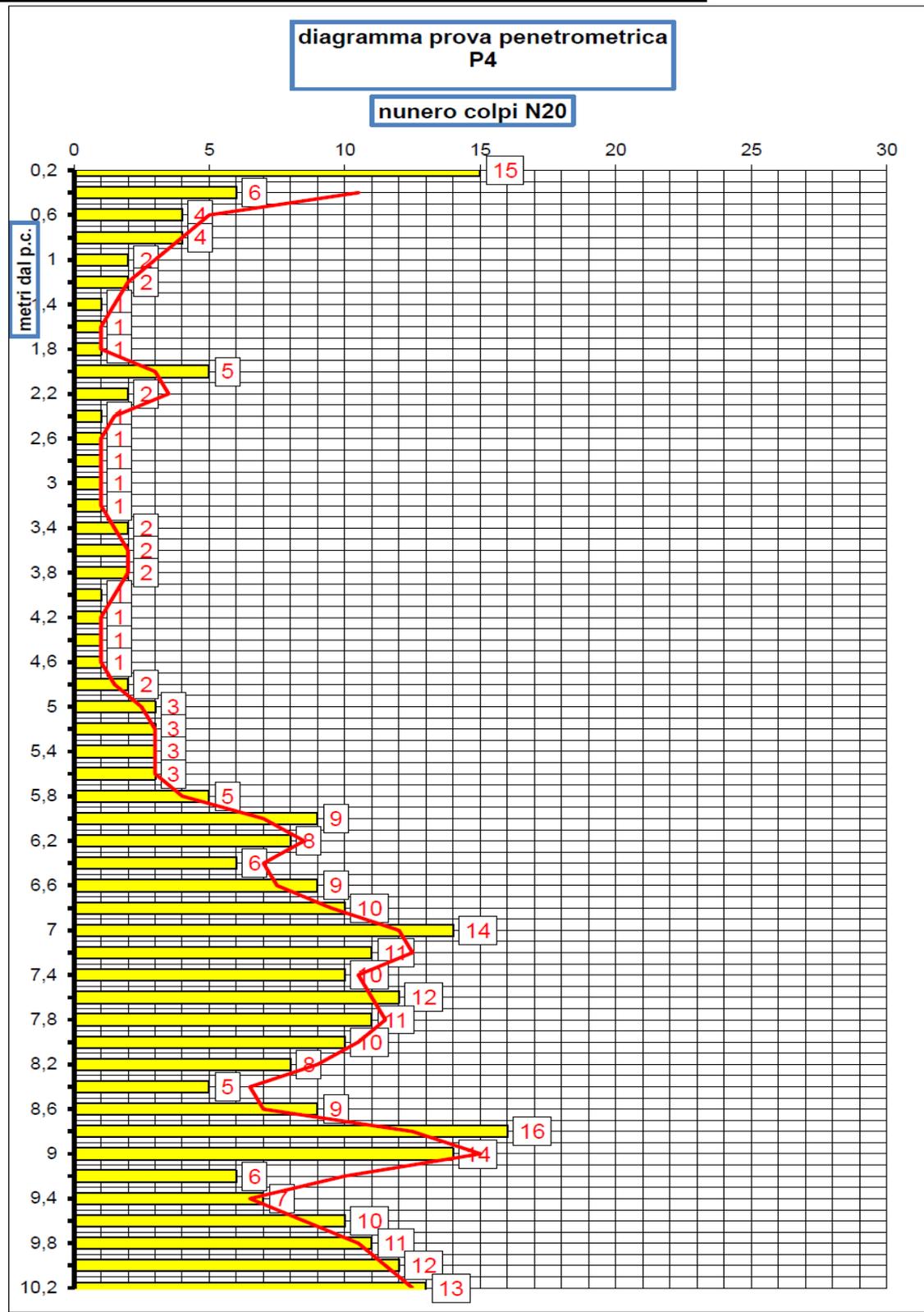
**PROVA PENETROMETRICA P4
(19/02/2019)**



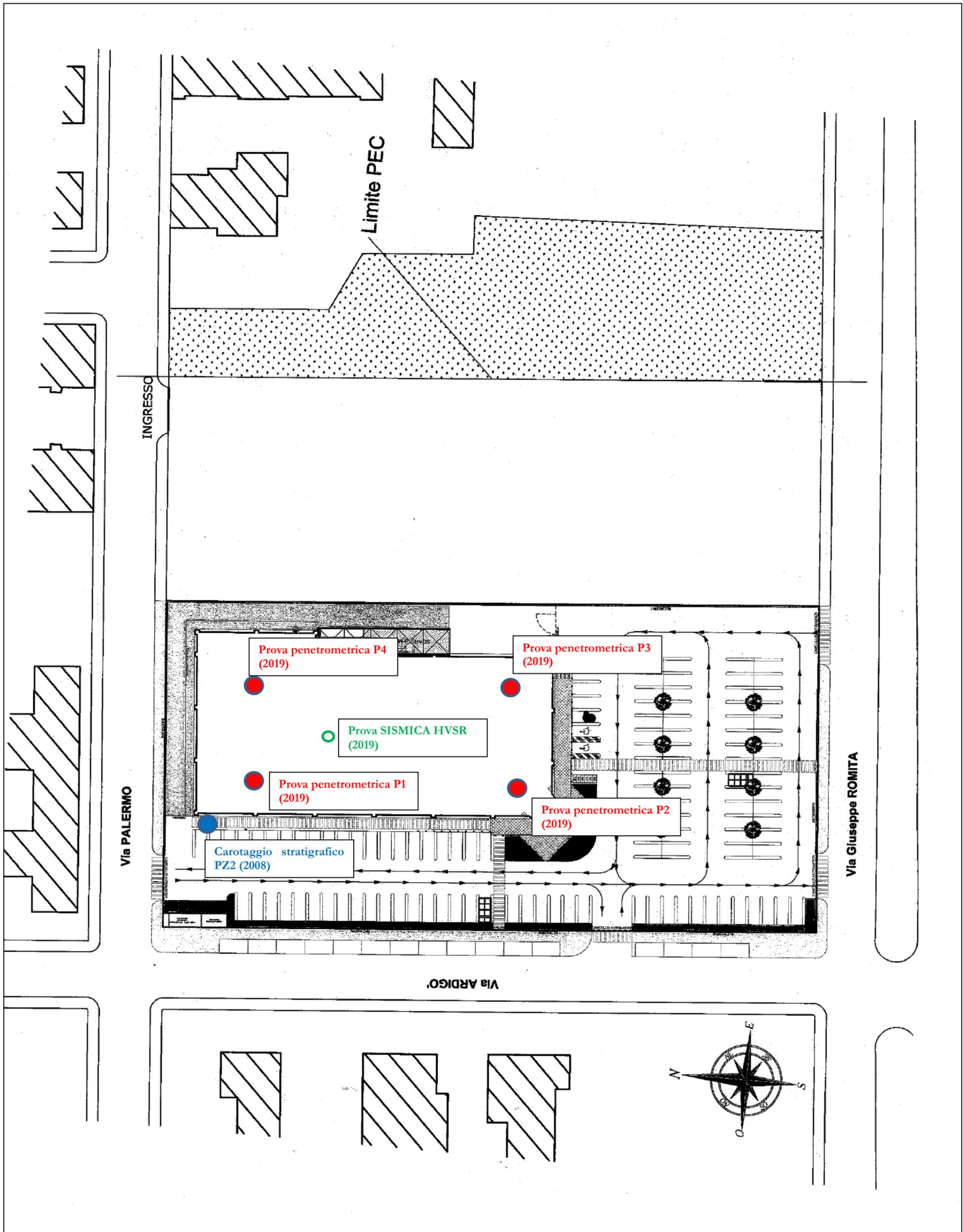
COMUNE DI ALESSANDRIA VIA PALERMO PEC EX OFFICINA COMUNALE
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P4- PIAZZALE ESISTENTE EDIFICIO COMMERCIALE IN PROGETTO

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI	
P = peso del maglio 63,5 Kg	piano piazzale (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: 19 FEBBRAIO 2019	Falda idrica: -8,00 metri dal p.c.
profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N20

0,2	15
0,4	6
0,6	4
0,8	4
1	2
1,2	2
1,4	1
1,6	1
1,8	1
2	5
2,2	2
2,4	1
2,6	1
2,8	1
3	1
3,2	1
3,4	2
3,6	2
3,8	2
4	1
4,2	1
4,4	1
4,6	1
4,8	2
5	3
5,2	3
5,4	3
5,6	3
5,8	5
6	9
6,2	8
6,4	6
6,6	9
6,8	10
7	14
7,2	11
7,4	10
7,6	12
7,8	11
8	10
8,2	8
8,4	5
8,6	9
8,8	16
9	14
9,2	6
9,4	7
9,6	10
9,8	11
10	12
10,2	13



COMUNE DI ALESSANDRIA VIA PALERMO- Data 19 FEBBRAIO 2019												
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P4-												
prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K perm	K Winkler
metri	0,00	piano cortile	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cmq	Kg/cmq	cmq/Kg	°	%	Kg/cmq	cm/sec	Kg/cmc
0,80		Sottofondo piazzale (riporto)										
3,00		Terreno rimaneggiato argilloso poco compatto (riporto)	1642	1642	0,54	0,24	0,025911	26		0,48	1,13E-02	0,48
5,60		Limi sabbiosi e sabbie poco compatte	1677	1677	0,95	0,3	0,022222	26		0,6	1,13E-02	0,61
8,00		Sabbie limose con ghiaietto fine	1500	1500	1,31		0,017391	30	19	1,917	1,12E-02	1,97
10,20		Sabbie ghiaiose poco addensate	1500	500	1,42		0,016517	30	19	2,018	1,12E-02	2,07



Stralcio planimetrico area di intervento UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE E PROVA SISMICA HVSR (19/02/2019)

Interpretazione prove penetrometriche e parametri geotecnici caratteristici

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 delle aste del penetrometro.

I parametri geotecnici sono stati inoltre ricavati sulla base all'esperienza personale in relazione ai risultati di indagini geognostiche effettuate in zone limitrofe ed in quella oggetto di indagine.

I valori dei parametri geotecnici caratteristici sono stati calcolati come prescritto dalla Normativa (NTC 2018), a partire dai valori medi ottenuti dalle prove penetrometriche sopra indicati, successivamente elaborati secondo appropriate equazioni statistiche e probabilistiche (stabilite dagli Eurocodici EC7), con:

determinazione del 5 percentile della media di 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) considerando **tipologie fondazionali dirette continue in c.a.** tipo travi rovesce e/o platea di fondazione, adottate presumibilmente dal Progettista, le quali interessano grandi volumi di terreno con resistenze compensate (parametri geotecnici C_{uk1} e ϕ_{k1}).

Le prove hanno riscontrato le seguenti unità litotecniche del sottosuolo, sottostante ad un primo strato di riporto costituente il sottofondo del piazzale ed avente uno spessore variabile da 0,60 a 1,40 metri.

UNITA' LITOTECNICA 1

Fino ad una profondità variabile da 2,80 a 3,00 m dal p.c. **terreno rimaneggiato incoerente poco compatto (riporto)** dotato di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 0,265 Kg/cmq, un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 26°, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1652,25 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,025046 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Coesione non drenata: $C_{uk1} = 20.07$ (KPa)
Angolo di attrito: $\phi_{k1} = 23.90^\circ$

UNITA' LITOTECNICA 2

Fino ad una profondità media di 5,60 m dal p.c. **limi sabbiosi e sabbie poco compatti** dotati di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 0,2850 Kg/cmq, un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 26°, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1668,50 Kg/mc, un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,026779 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Coesione non drenata: $C_{uk1} = 22.20$ (KPa)
Angolo di attrito: $\phi_{k1} = 23.90^\circ$

UNITA' LITOTECNICA 3

Fino ad una profondità variabile da 8,00 a 9,40 m dal p.c. **sabbie limose con ghiaietto fine poco addensate** dotati di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 1,26 Kg/cmq, un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 28,50°, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1695,50 Kg/mc, un valore di densità relativa (D_r) pari al 22,50 % un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0148435 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Coesione non drenata: $C_{uk1} = 88.30$ (KPa)
Angolo di attrito: $\phi_{k1} = 26.20^\circ$

UNITA' LITOTECNICA 4

Fino alla massima profondità d'investigazione pari a 10,20 m dal p.c. **sabbie e ghiaie più addensate**, dotate di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 1,02 Kg/cmq, un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 30°, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1590 Kg/mc, un valore di densità relativa (D_r) pari al 27,66 % un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,01402375 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Coesione non drenata: $C_{uk1} = 60.30$ (KPa)
Angolo di attrito: $\phi_{k1} = 27.50^\circ$

Conclusioni

Le prove penetrometriche hanno permesso di ricostruire con sufficiente precisione la stratigrafia del sottosuolo del sito oggetto d'indagine in Via Palermo nel Comune di Alessandria, dove verrà realizzato il fabbricato commerciale nel piazzale dell'area ex magazzino comunale, ritrovando nel complesso terreni caratterizzati da scadenti parametri geotecnici fino alla profondità di 5,60 metri dal piano piazzale.

In particolare è stato riscontrato un primo strato di riporto costituente il sottofondo del piazzale con spessore variabile da 0,60 a 1,40 metri, a cui seguono fino ad una profondità media di 3,00 metri dal p.c. terreni incoerenti rimaneggiati poco compatti costituiti da limi sabbiosi e da riporto incoerente (contenenti frammenti di laterizi e calcestruzzo, come evidenziato nella stratigrafia del carotaggio stratigrafico effettuato alla data del 2008, ubicato nel piazzale in fregio alle prove penetrometriche - vedi stratigrafia carotaggio PZ2 relazione geologica Dott. Cavalli Luigi, 2008 -).

A partire da tale quota fino alla profondità media di 5,60 metri dal p.c., sono presenti ulteriori sabbie e limi poco compatti caratterizzati da mediocri parametri geotecnici, a cui seguono sabbie più addensate e resistenti fino alla profondità di 10,20 metri dal p.c.. Alla data del 19 febbraio 2019 in corrispondenza dei fori penetrometrici spinti alla è stata rilevata acqua di falda alla quota di -8,00 metri dal p.c.

La prospezione sismica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) effettuata nel piazzale area oggetto di edificazione, ha individuato un valore di V_{Sequiv} pari a 261.02 m/sec a cui corrisponde un terreno in CLASSE C (come da NTC 2018).

In tale contesto geologico il Progettista, in relazione ai carichi di esercizio del nuovo fabbricato, potrà valutare di realizzare fondazioni superficiali in c.a. (tipo plinti di fondazione collegati con travi in c.a. e/o platea rigida in c.a.) posizionate ad una profondità media di 3,00 metri dal piano campagna (sottostante tutto il riporto del piazzale).

Considerando la situazione geotecnica per cui la rottura del terreno avvenga in condizioni non drenate (terreno coerente) e quindi la relativa resistenza possa essere espressa in termine di tensioni totali, il valore di Q-Lim del terreno alla profondità di imposta presunta degli elementi di fondazione a 3,00 metri dal p.c., corrisponde a:

$$Q_{lim} = (\sigma'V \times Nq) + (Cu \times Nc)$$

dove

$\sigma'V$ medio = pressione litostatica alla profondità di 3,00 m dal piano campagna pari a 48.60 KPa;

Nq = 1,00 (primo parametro adimensionale equazione binomia di Terzaghi);

Cu = Cuk (UNITA' LITOTECNICA 2)= 22.20 KPa;

Cuk (M1) = 22.20 KPa APPROCCIO 2

Cuk (M2) = 15.85 KPa APPROCCIO 1 COMBINAZIONE 2

Nc = 5,14 secondo parametro adimensionale equazione binomia di Terzaghi);

APPROCCIO 2 (A1+M1+R3)

Coefficiente di sicurezza $R3 = 2,3$; $M1 = 1,00$

$Q_{lim} = 162.70 \text{ KPa}$

$Rd = Q_{lim}/2,3 = 70.74 \text{ KPa}$

APPROCCIO 1 COMBINAZIONE 2 (A2+M2+R2)

Coefficiente di sicurezza $R2 = 1,8$; $M2 = 1,40$

$Q_{lim} = 130.10 \text{ KPa}$ -

$Rd = Q_{lim}/1.8 = 72.28 \text{ KPa}$

Per quanto riguarda i cedimenti, i valori del modulo di sottofondo (K di Winkler), permetterà di calcolarne i valori in relazione ai carichi agenti in riferimento agli SLE.

Valenza, 22 febbraio 2019

In fede
Cavalli Andrea

