

COMUNE DI ALESSANDRIA

PROVINCIA DI ALESSANDRIA



Area oggetto
di intervento

IL PROGETTISTA:

PROPONENTE:



esa studio s.r.l.
Galleria Guerci
15121 - ALESSANDRIA

TECHBAU S.P.A.
Piazza Giovine Italia, nr 3
20123 - MILANO



Ethos Engineering s.r.l.
Via San Giacomo della Vittoria n.64
15121 - ALESSANDRIA

Dott.Ing. Elio Boero
appartenente allo studio tecnico B.Z. di:
Dott.Ing. Boero Elio e Dott.Ing. Zappa Felice
Via Don Givogre n.15 Villafranca d'Asti - AT

TITOLO DELL'OPERA:

AREA PER LOGISTICA SAN MICHELE

INSEDIAMENTO ARTIGIANALE DEPOSITO E LOGISTICA

PROGETTO PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

OGGETTO ELABORATO:

H.RELAZIONE GEOLOGICA - IDROGEOLOGICA

COMMESSA	FASE	ARG.	PROGR.	REV	NOME FILE	SCALA	DATA
LOG_AL_SM	PEC	RE	H	00	LOG_AL_SM_PEC_RE_H_00		01/2025

COMUNE DI ALESSANDRIA (AL)

**NUOVO INSEDIAMENTO PRODUTTIVO
FABBRICATO A**

RELAZIONE GEOLOGICA


Dott. Geol. Gabriele Anselmi

00	31/05/2022	Emissione	M. Bont	M. Saleri	G. Anselmi
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	1
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3	MASTERPLAN DELL'AREA.....	3
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
5	INQUADRAMENTO COROGRAFICO.....	5
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	6
7	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO.....	13
7.1	PAI	14
7.2	PGRA.....	16
8	CAMPAGNA D'INDAGINE 2022	18
9	STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO	19
10	SISMICITA'.....	20
10.1	ZONA SISMICA	20
10.2	CPTI15-DBMI15 V 2.0	31
10.3	INDAGINI GEOFISICHE	37
10.4	RISULTATI DELLA PROVA GEOFISICA MASW	37
10.5	RISULTATI DELLA PROVA GEOFISICA HVSR	41
10.6	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	46
10.7	CATEGORIA TOPOGRAFICA	48
11	LIQUEFAZIONE	49
12	PARAMETRI GEOTECNICI MEDI.....	51
13	CONCLUSIONI.....	52
	ALLEGATO 1-CAMPAGNA DI INDAGINE 2022	54
	ALLEGATO 2- CERTIFICATI LABORATORIO	55

1 PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta per la realizzazione fabbricato "A" del nuovo polo logistico nel Comune di Alessandria (AL). Il fine del presente documento è di produrre un inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico del sito d'interesse.

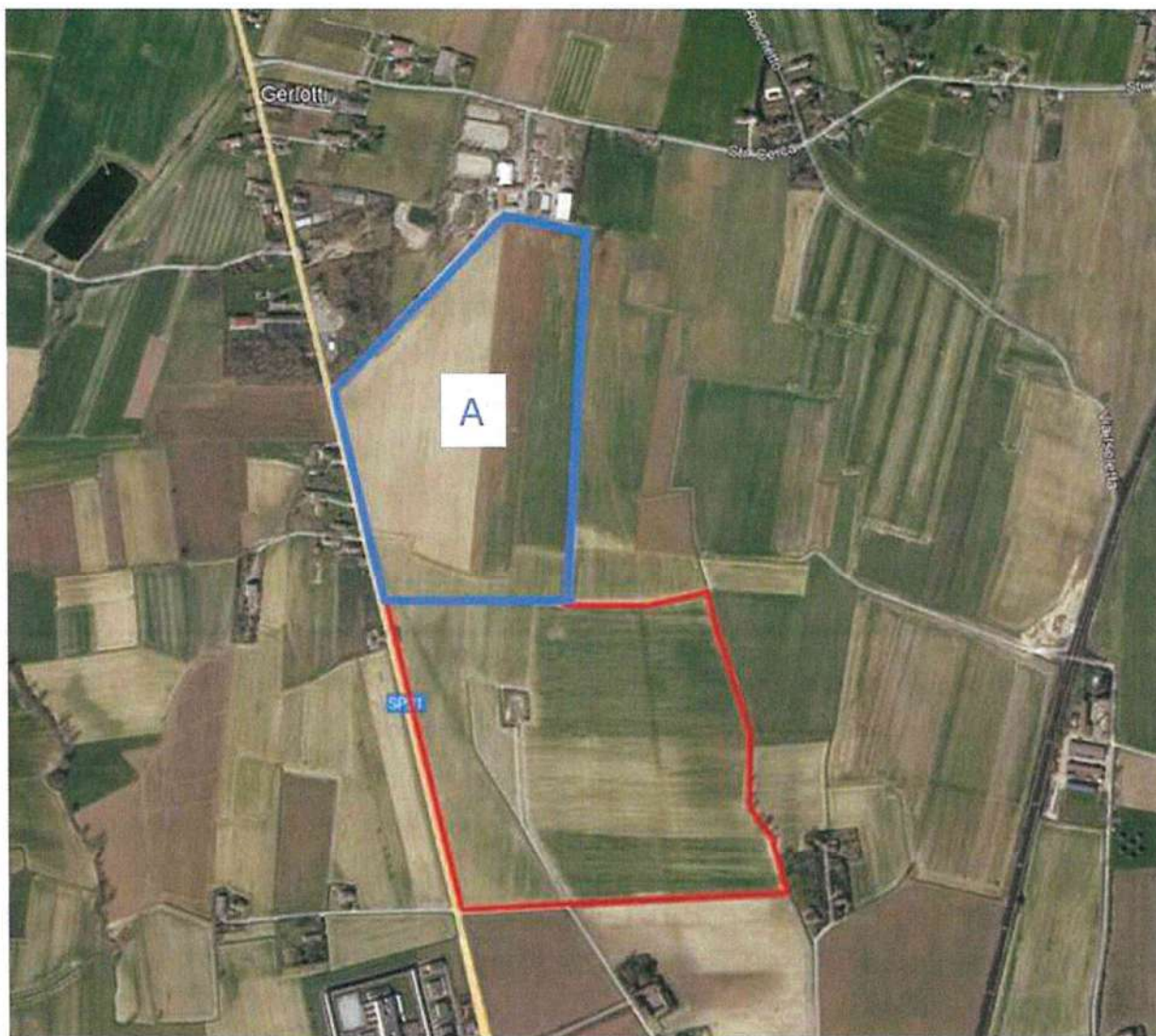


Figura 1: area evidenziata in blu.

Tale relazione ottempera a quanto richiesto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **D.G.R. 3 febbraio 2012, n. 7-3340:** Modifiche e integrazioni alle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011.
- **D.G.R. 12 dicembre 2011, n. 4-3084: D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010.** Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese.
- **D.G.R. 18 febbraio 2011, n. 8-1517:** Modifica del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio piemontese come approvata con D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 e ulteriori disposizioni.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici:** Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici:** Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione del territorio nazionale.
- **O.P.C.M. 3519 del 28/04/2006** (G.U. 11.5.2006 n.108) -Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- **O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003** (Supplemento ordinario alla G.U. 8.5.2003 n.105). Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- **OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- **Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 4-3084 del 12.12.2011** ed in seguito modificate con la D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014 e con la D.G.R. n.6-887 del 30 dicembre 2019.
- **D.M.17/01/2018 Contenente le Nuove Norme Tecniche per le costruzioni (NTC 2018)**
- **D.M.L.P. 11/3/88**

3 MASTERPLAN DELL'AREA

Si riporta di seguito il master plan dell'area oggetto di studio.



Figura 2: Masterplan dell'area di studio nel comune di Alessandria – in rosso il fabbricato oggetto di studio

La planimetria va intesa quale preliminare di studio risalente alla data di esecuzione del documento

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- Foglio 70 "Alessandria" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.
- P.R.G.C. Comune di Alessandria
- PAI e PGRA Fiume Tanaro
- GeoPiemonte Map - ARPA Piemonte.
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2019. Italian Parametric Earthquake Catalogue (CPTI15), version 2.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.2>;
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2020). The Italian earthquake catalogue CPTI15. Bulletin of Earthquake Engineering. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y>;
- A. Irace, P. Clemente, M. Natalicchio, L. Osella, S. Trenkwalder, D.A. De Luca, P. Mosca, F. Piana, R. Polino, D. Violanti "Geologia e idrostratigrafia profonda della Pianura Padana Occidentale")

5 INQUADRAMENTO COROGRAFICO

Il sito oggetto d'interesse si trova in un settore a nord nel Comune di Alessandria (AL) nei pressi della zona industriale sulla SP31. Di seguito viene riportata l'inquadratura dell'area su base BDTRE Regione Piemonte.

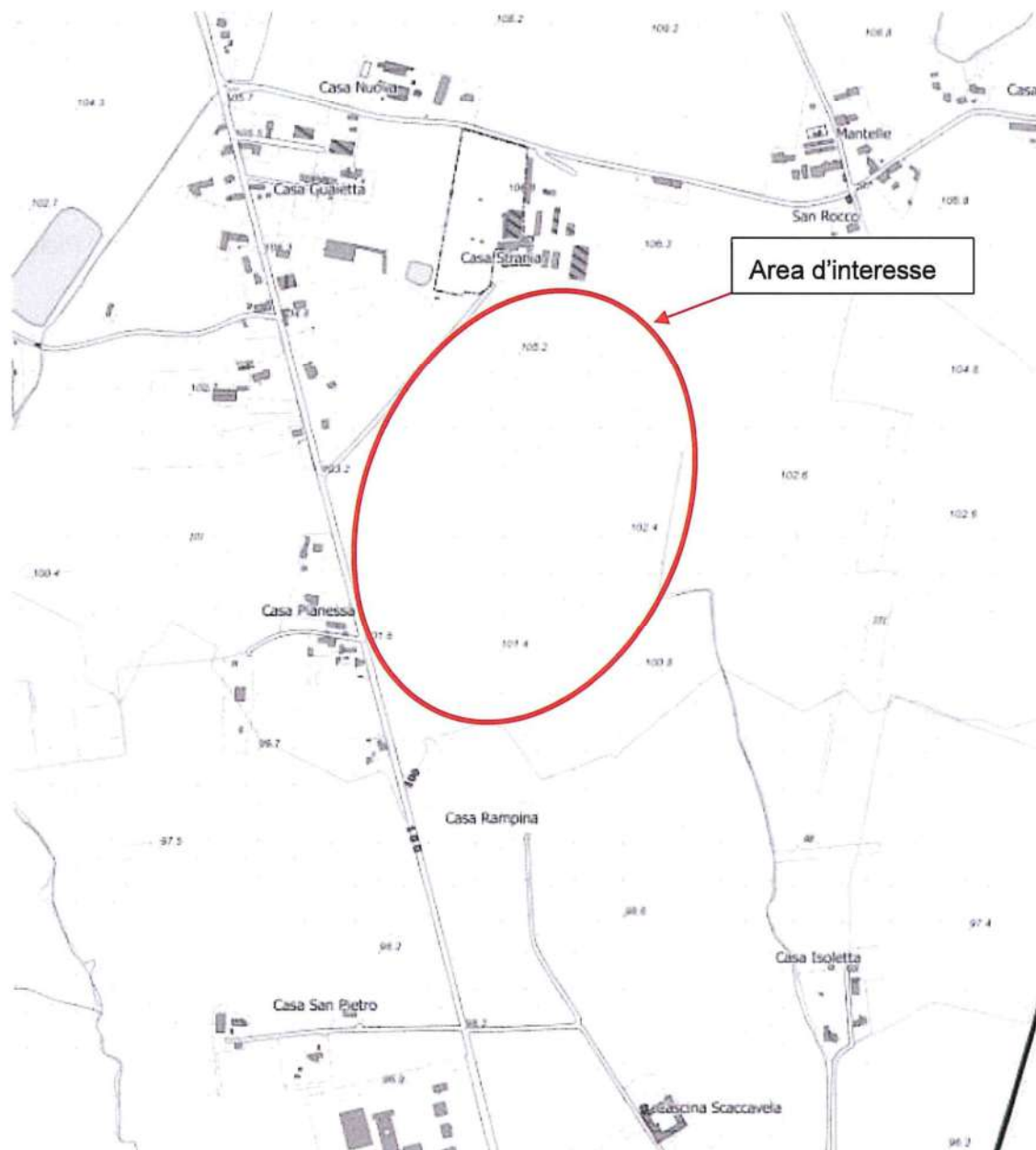


Figura 3: Area d'intervento su CTR della Regione Piemonte in scala 1:10.000 (BDTRE Regione Piemonte). In rosso l'area d'interesse

L'area d'interesse si trova a una quota compresa tra i 101 e i 106 m s.l.m.

6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geo-litologico locale, anche sulla base delle indicazioni riportate sul Foglio 70 "Alessandria" della Carta geologica d'Italia in scala 1: 100.000, il lotto in esame si colloca nel settore settentrionale del Bacino Terziario Ligure Piemontese, che rappresenta un bacino di tipo sedimentario-detritico, dove si deposita dal Paleocene al Miocene superiore una successione sedimentaria costituita da formazioni arenacee, marnose ed evaporitiche testimoniando una fase regressiva che dal cretaceo prosegue per buona parte del Terziario. Successivamente, nel Plio-Pleistocene, questi depositi vengono coperti dai sedimenti della piana di Asti-Alessandria, costituiti da sedimenti di ambiente marino (Argille di Lugagnano e Sabbie di Asti – Pliocene) e da sedimenti di ambiente subaereo (Villafranchiano). Infine, la successione stratigrafica, dal Pleistocene all'Olocene, viene ricoperta dai depositi alluvionali, terrazzati e non dei corsi d'acqua.

Nell'area in esame il Bacino Terziario Ligure Piemontese è caratterizzato da una struttura sinclinale il cui asse con direzione E-W, è ubicato, in questo settore, in corrispondenza della Valle Tanaro. Pertanto, il sito si colloca sul fianco settentrionale della suddetta struttura.

Il Bacino terziario Ligure Piemontese strutturalmente si può considerare composto da tre grandi Unità:

- l'Unità del Basso Monferrato posta a Nord, costituita da terreni e rocce prevalentemente sedimentari, che formano i rilievi collinari che si estendono da Torino a Casale-Voghera (Collina Torino-Casale);
- l'Unità della Sinclinale (o Bacino) di Asti, posta al centro, costituita da una successione di terreni sedimentari marnosi e arenacei nelle formazioni più profonde; argillosi e sabbiosi nelle formazioni più superficiali (Argille Azzurre del Lugagnano e Sabbie di Asti e Villafranchiano);
- l'Unità delle Langhe, posta a Sud quindi al margine del Bacino Terziario stesso, costituita da successioni di alternanze di formazioni di materiali sedimentari marnosi e arenaceo-sabbiosi.

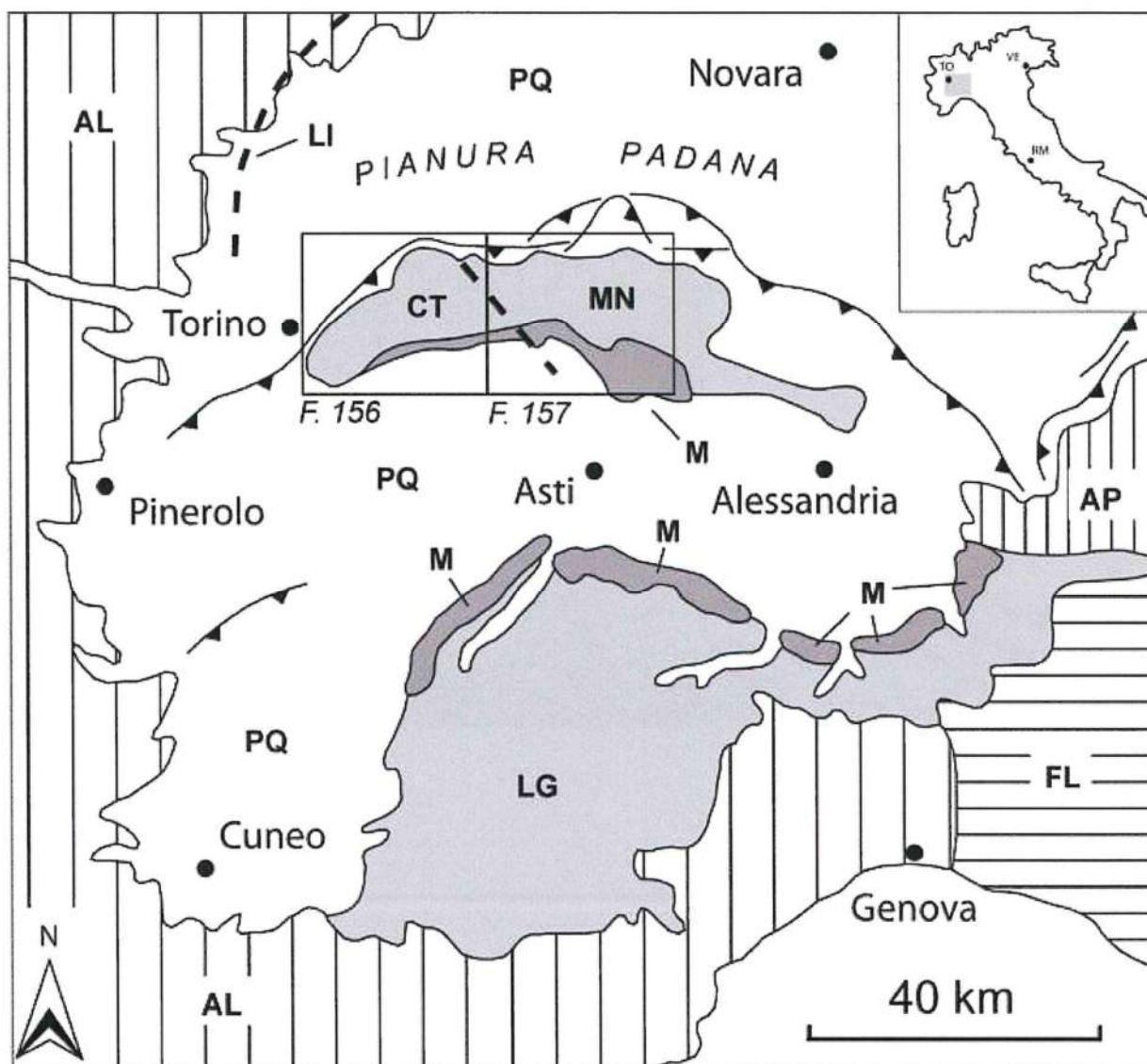
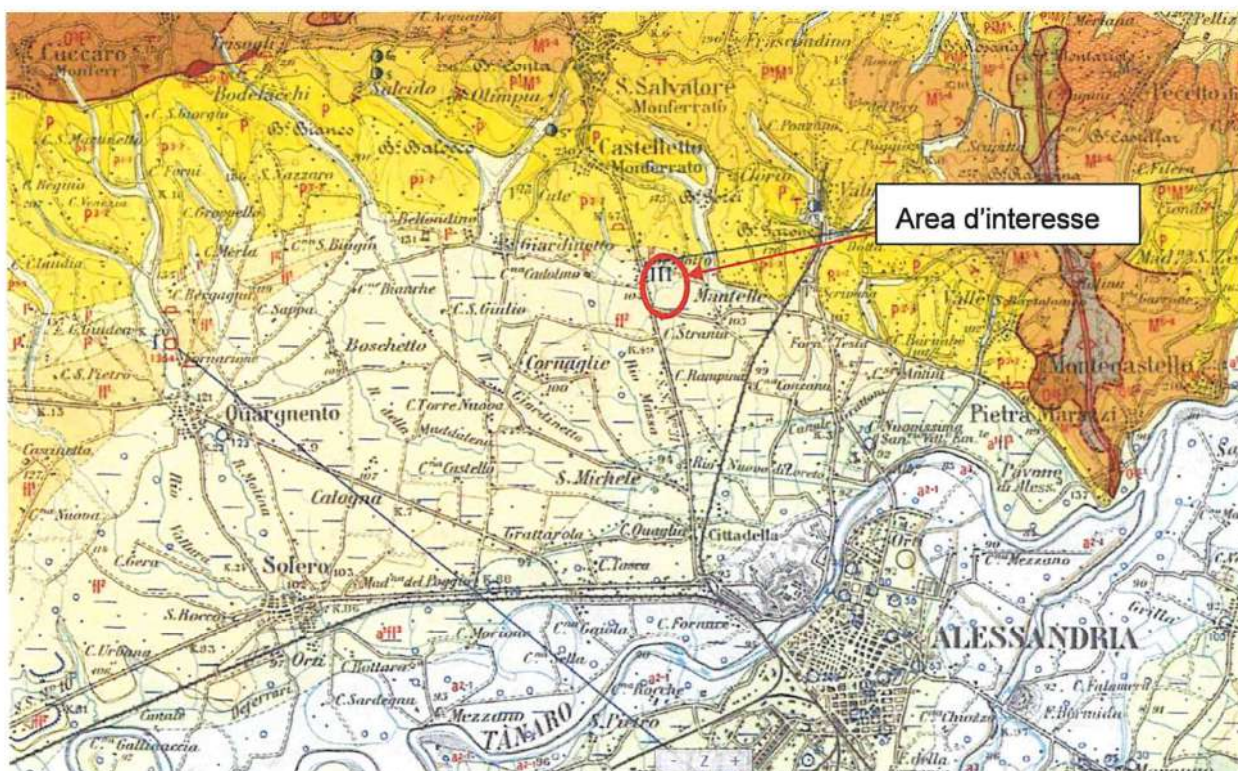


Figura 4: Schema geologico del Bacino Terziario Piemontese. AL: Catena Alpina. AP: Catena Appenninica. FL: Falde liguri. Bacini sedimentari paleogenico-neogenici su substrato alpino: CT = Collina di Torino; LG = Langhe. Bacini sedimentari paleogenico-neogenici su substrato appenninico: MN = Monferrato. M: successione messiniana. PQ: successione pliocenico-quadernaria. LI: Linea Insubrica. Da Forno et al. 2008 "La rappresentazione cartografica della successione continentale pliocenico-quadernaria delle aree collinari piemontesi nel progetto CARG"



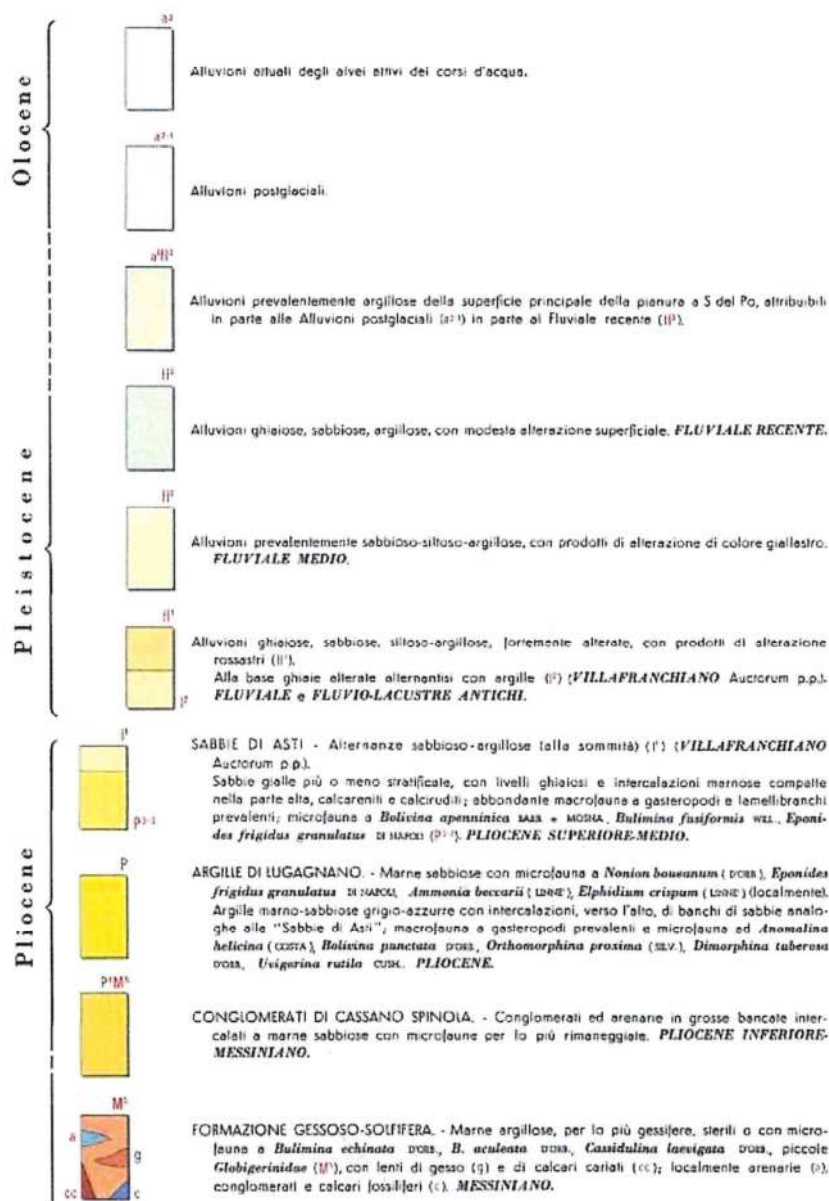


Figura 5: Stralcio del Foglio 70 "Alessandria" della carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e relativa legenda.

L'area in esame ricade all'interno della successione pliocenica-quadernaria che compone i depositi più recenti della sinclinale e in particolare all'interno dei depositi fl². Trattasi di alluvioni prevalentemente sabbioso-siltoso-argillose, con prodotti di alterazione di colore giallastro. Nella figura seguente viene inquadrata l'area interessata dal fabbricato "A" all'interno della GeoPiemonte Map presente sul sito dell'Arpa Piemonte e dalla quale si nota la presenza dei depositi fluviali del dominio del bacino di Alessandria.

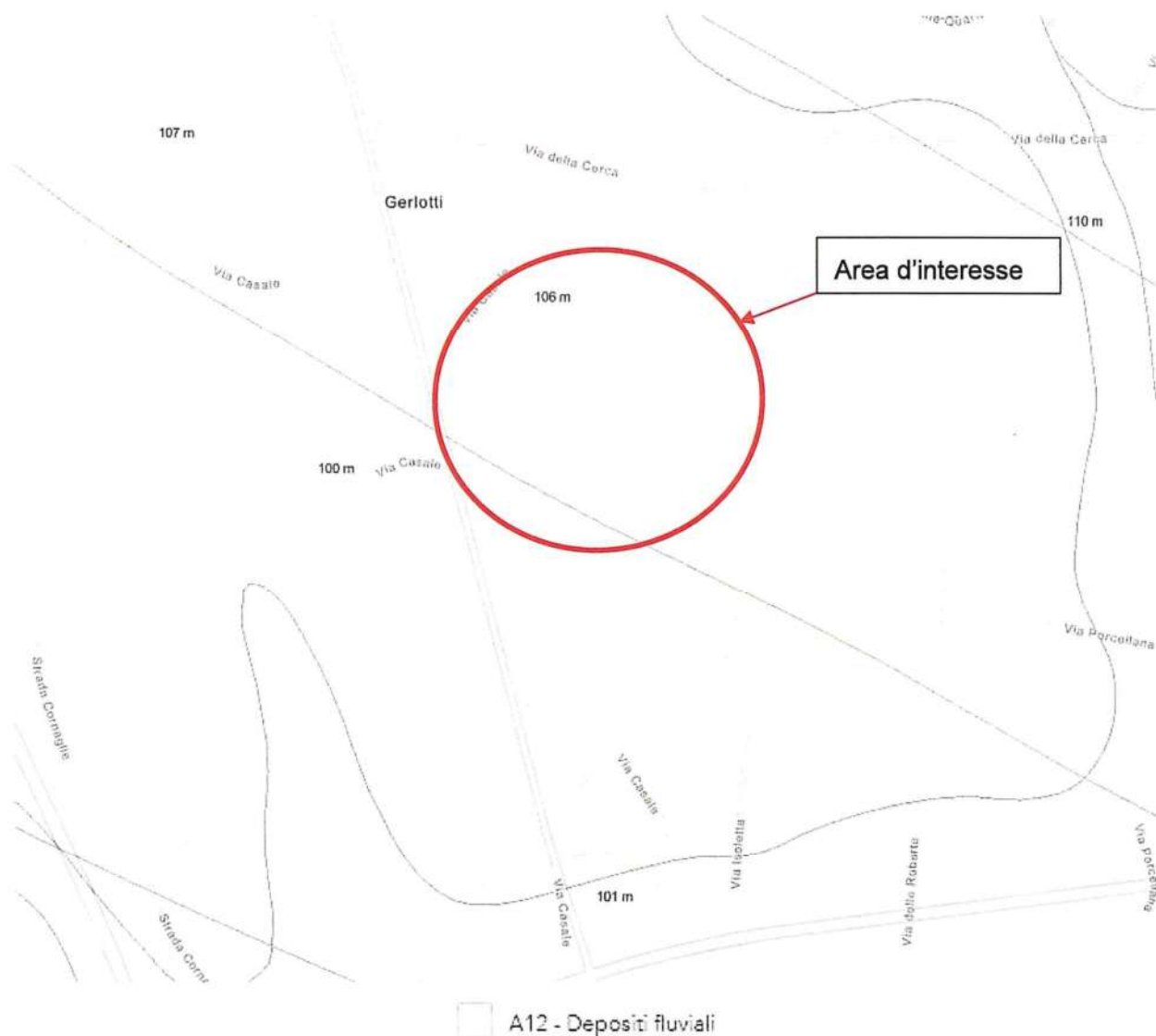


Figura 6: Stralcio della GeoPiemonte Map presente sul sito dell'Arpa Piemonte. In rosso l'area d'interesse.

La pianura alessandrina, compresa tra i rilievi collinari delle Langhe a sud e del Monferrato a nord, è caratterizzata da elevazioni comprese fra 200 m s.l.m. a sud e 100m s.l.m. a nord, ed è drenata dal bacino del Fiume Tanaro con i suoi tributari. L'area d'interesse si trova tra le quote 101 e 106 m s.l.m., degradante verso sud. Dal punto di vista geomorfologico locale l'area si trova in un settore quindi pianeggiante nel quale si escludono fenomeni di esondazione (il fiume Tanaro di trova a circa 4 km) e fenomeni franosi in atto o potenziali.

Nella figura seguente viene inquadrata l'area d'intervento all'interno della Tavola di sintesi delle classi di pericolosità geomorfologica - scala 1:10.000.



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
<p align="center">PIANURA</p> <p>CLASSE I: PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA O NULLA</p> <p>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.</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-right: 10px;"></div> <div style="margin-right: 10px;">I</div> <div> <p>Aree dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.</p> </div> </div>		
<p>CLASSE II: PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MEDIA</p> <p>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.</p>		
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); margin-right: 10px;"></div> <div style="margin-right: 10px;">II</div> </div>	<p>(Aree edificabili previo accertamento geotecnico per la quota d'imposta delle fondazioni e/o valutazione della quota limite di abitabilità).</p> <p>Aree interessate prevalentemente da problemi legati alla presenza della falda a debole profondità dal piano di campagna e dalla presenza del reticolo idrografico minore</p>
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); margin-right: 10px;"></div> <div style="margin-right: 10px;">IIα</div> </div>	<p>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.</p>
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background: radial-gradient(circle, black 1px, transparent 1px); background-size: 4px 4px; margin-right: 10px;"></div> <div style="margin-right: 10px;">IIβ</div> </div>	<p>Aree soggette ad esondazione per insufficienza del sistema di canalizzazione.</p>

Figura 8: Stralcio legenda della Tav.1 di sintesi delle classi di pericolosità geomorfologica - scala 1:10.000 del P.R.G.C. Comune di Alessandria

L'area d'interesse ricade in classe di pericolosità geomorfologica 1 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. 11/3/88". In particolare, si trova all'interno di aree dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.

7 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

In generale il Bacino Terziario Piemontese è contraddistinto da una serie di complessi idrogeologici con differenti caratteristiche. Dal basso verso l'alto si possono distinguere:

- **Complesso limoso argilloso:** corrispondente alle ARGILLE DI LUGAGNANO, in generale impermeabili con locali livelli sabbiosi semipermeabili, che rappresentano la base del sovrastante Complesso sabbioso.
- **Complesso sabbioso:** corrispondente ai depositi sabbiosi pliocenici (SABBIE DI ASTI), costituiti da alternanze di livelli sabbiosi permeabili, livelli sabbioso limosi e limoso sabbiosi semipermeabili e livelli limoso argillosi impermeabili; si tratta di un sistema acquifero multifalda, in cui i vari livelli acquiferi, con ridotta continuità laterale, possono essere intercomunicanti verticalmente.
- **Complesso delle alternanze (argille, ghiaie, sabbie):** corrispondente alla parte superiore del Villafranchiano inferiore, al VILLAFRANCHIANO SUPERIORE ed ai depositi fluviali del PLEISTOCENE MEDIO SUPERIORE, è costituito da un'alternanza di livelli limoso argillosi impermeabili o semipermeabili e livelli ghiaioso sabbiosi permeabili; si tratta di un sistema acquifero multifalda in cui i vari livelli acquiferi sono tra loro intercomunicanti.
- **Complesso dei depositi alluvionali:** con permeabilità e spessore variabili, sede di una falda libera in equilibrio con il reticolo idrografico.

Nel dettaglio l'area in oggetto interessa il sistema acquifero ospitato nei terreni appartenenti al **Complesso delle alternanze**.

Dal punto di vista idrogeologico questi complessi sono fortemente condizionati dalle caratteristiche di permeabilità dei depositi e dall'entità e provenienza dell'alimentazione. Sulla base della ricostruzione litostratigrafica, l'assetto del sito in esame risulta caratterizzato da un complesso acquifero superficiale, che ha sede nella serie deposizionale di origine alluvionale e che presenta caratteristiche di falda a superficie libera (falda freatica) con limitate capacità produttive. Tale complesso, di spessore complessivo pari a circa 20,00 m, risulta caratterizzato dalla presenza di sabbie da fini a medio grossolane, intercalate da livelli limoso-argillosi.

Nella figura seguente viene mostrato uno schema non in scala del Bacino di Alessandria con la direzione di deflusso all'interno dei complessi acquiferi.

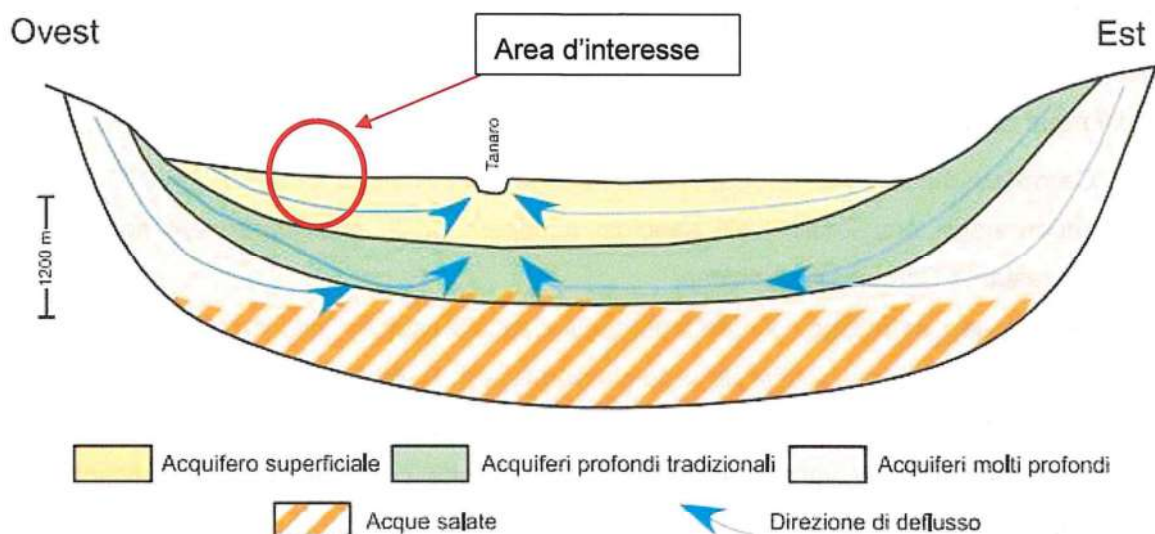


Figura 9: Schema non in scala rappresentante le tre diverse modalità di deflusso profondo nel Bacino di Alessandria (Fonte A. Irace, P. Clemente, M. Natalicchio, L. Osella, S. Trenkwalder, D.A. De Luca, P. Mosca, F. Piana, R. Polino, D. Violanti "Geologia e idrostratigrafia profonda della Pianura Padana Occidentale")

Il deflusso di falda è condizionato dall'andamento del substrato semipermeabile, in questo caso il deflusso ha andamento NW-SE. Durante l'esecuzione del sondaggio S1 eseguito nei pressi dell'area per definirne le caratteristiche stratigrafiche è stato rilevato il livello di falda a -6,60 m da p.c.

7.1 PAI

All'interno di questo capitolo viene individuata l'area d'intervento facendo riferimento alle fasce PAI del Fiume Tanaro e si nota che essa non risulta interessata da tali fasce di limitazione.

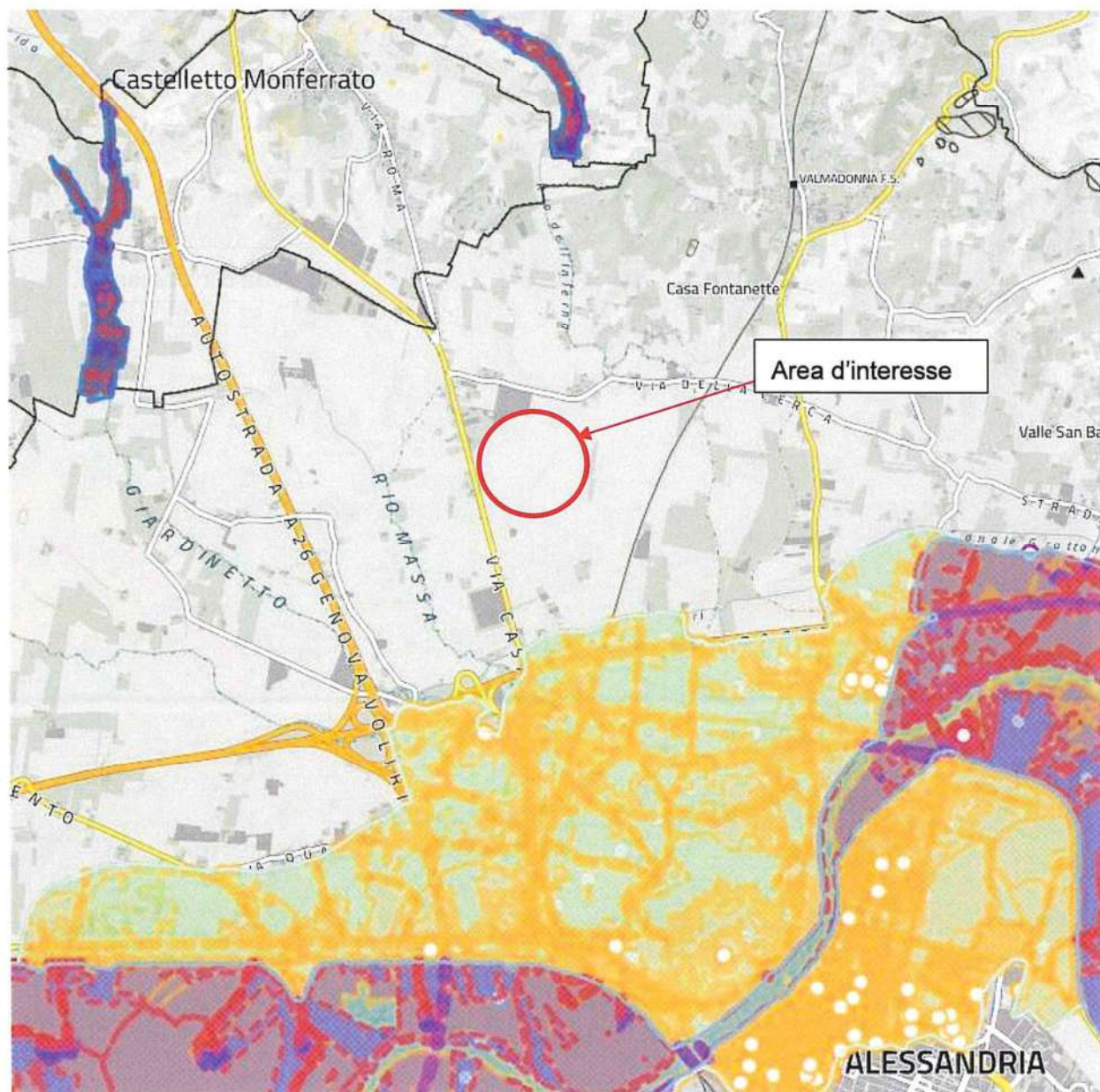


15






7.2 PGRA

All'interno di questo capitolo viene individuata l'area d'intervento facendo riferimento alle fasce del PGRA del Fiume Tanaro e si nota che essa non risulta interessata da tali fasce di limitazione.







Scenari di alluvioni - Pericolosità - storico

-  Probabilità di alluvioni elevata (tr. 10/20)
-  Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200)
-  Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500)

Scenari di rischio - Elementi puntuali - storico

-  R1
-  R2
-  R3
-  R4

Scenari di rischio - Elementi lineari - storico

-  R1 - Rischio moderato
-  R2 - Rischio medio
-  R3 - Rischio elevato
-  R4 - Rischio molto elevato

Scenari di rischio - Elementi areali - storico





-  R1 - Rischio moderato
-  R2 - Rischio medio
-  R3 - Rischio elevato
-  R4 - Rischio molto elevato

Figura 11: Stralcio cartografia PGRA Fiume Tanaro e relativa legenda- da Geoportale Regione Piemonte.

8 CAMPAGNA D'INDAGINE 2022

Nel 2022 è stata effettuata una campagna di indagine al fine della caratterizzazione geologica e geotecnica, composta dalle seguenti indagini:

- N°1 sondaggio denominato S1 fino alla profondità di 20m
- N°10 prove penetrometriche statiche CPT
- N° 3 prove penetrometriche statiche SPT
- N.2 prove di permeabilità Lefranc
- N°1 prova geofisica HVSR.
- N°1 prova geofisica MASW
- Prove geotecniche nelle vicinanze dell'area



Figura 12: Ubicazione delle prove in situ nell'area di studio

La planimetria va intesa quale preliminare di studio risalente alla data di esecuzione del documento

9 STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

Dalla campagna d'indagine eseguita, si deduce la stratigrafia di riferimento seguente:

Strato	Profondità [m]	Litologia
1	0,0 – 0,2	Limo sabbioso, nocciola
2	0,2 – 3,7	Limo argilloso, da debolmente a sabbioso, nocciola.
3	3,7 – 9,3	Argille, debolmente limose con locali livelletti centimetrici sabbioso limosi e con locali inclusioni di clasti calcarei a granulometria media e fine, colore nocciola
4	>9,3	Argille debolmente limose, localmente debolmente sabbiose, con inclusioni di clasti calcarei a granulometria media e fine, colore grigio.

La falda è stata considerata a -6,6m dal piano campagna

10 SISMICITA'

10.1 ZONA SISMICA

La **classificazione sismica** del territorio nazionale ha introdotto **normative tecniche** specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la **zona sismica** per il territorio di Alessandria, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 4-3084 del 12.12.2011 ed in seguito modificate con la D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014 e con la D.G.R. n.6-887 del 30 dicembre 2019.

Zona sismica 3	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.
---------------------------------	---

Il comune di Alessandria è classificato in **sottozona sismica 3**

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

<i>Zona sismica</i>	<i>Descrizione</i>	<i>accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]</i>	<i>accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]</i>	<i>numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)</i>
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25 \text{ g}$	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g	3.002
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g	1.982

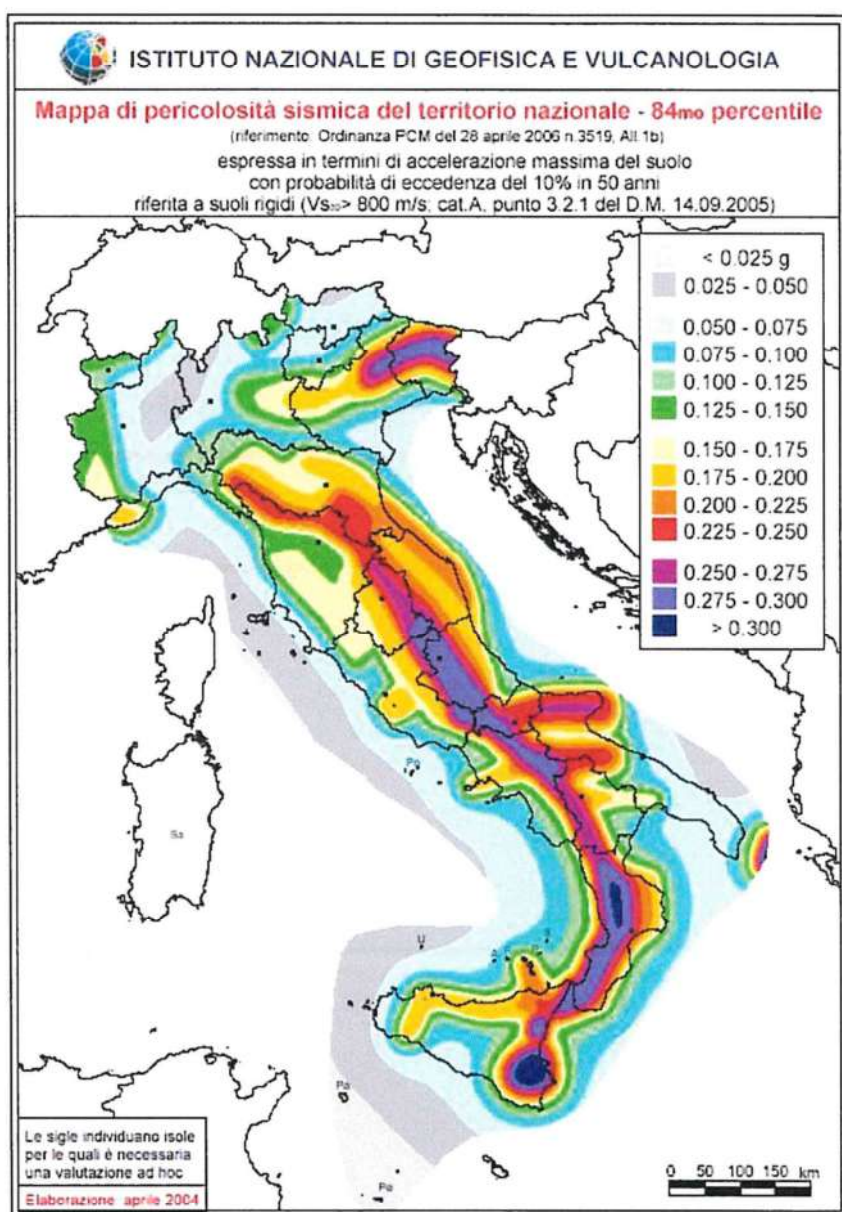


Figura 13- All.1b dell'Ordinanza PCM 3598 del 28/04/2006 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale in cui l'accelerazione massima del suolo viene espressa con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

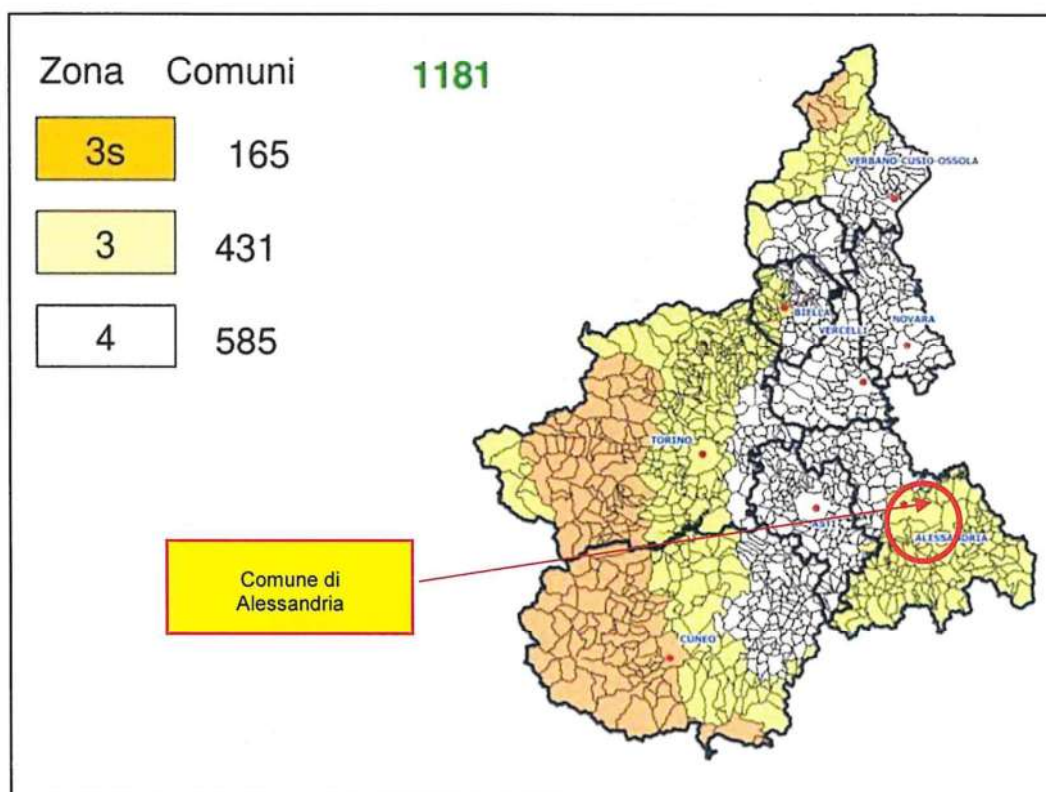


Figura 14- INGV - Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale – Comune di Alessandria

In base all'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, sono state definite sulla base di più approfonditi studi, le zone di pericolosità sismica per il territorio nazionale ed è stata definita la mappa di pericolosità sismica MPSO4, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s e $T_R = 475$ anni).

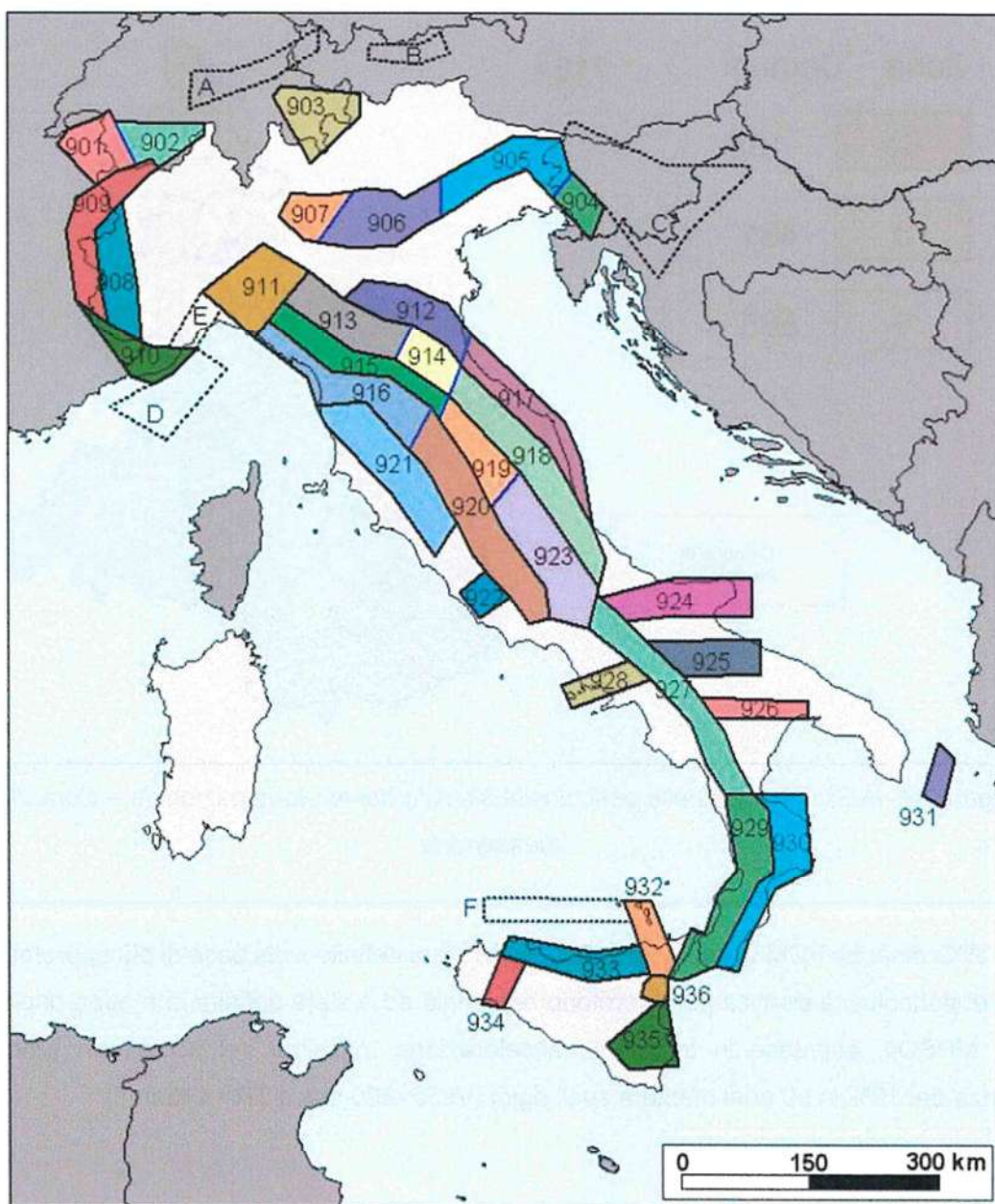


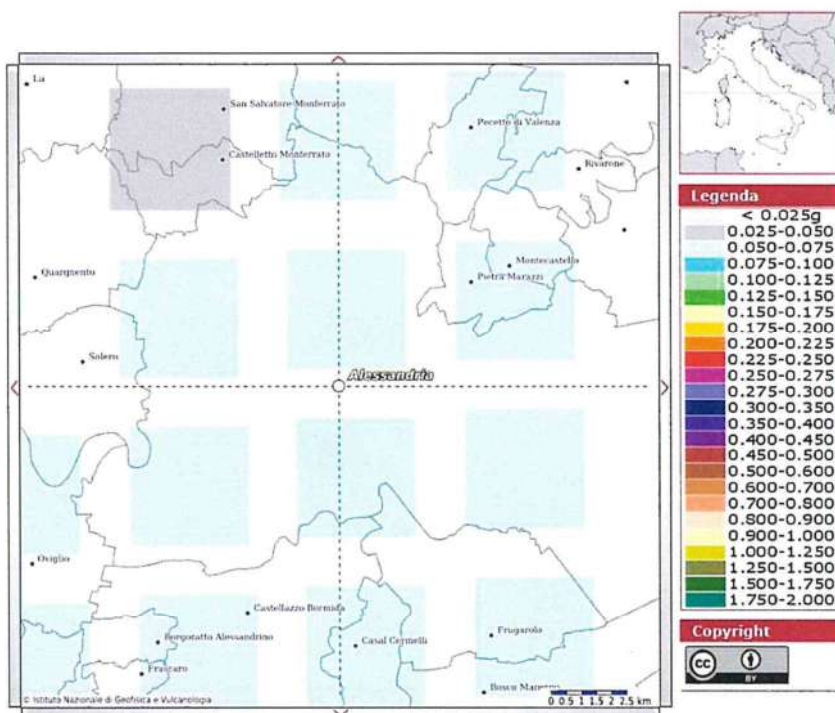
Figura 15- sismogenetica ZS9



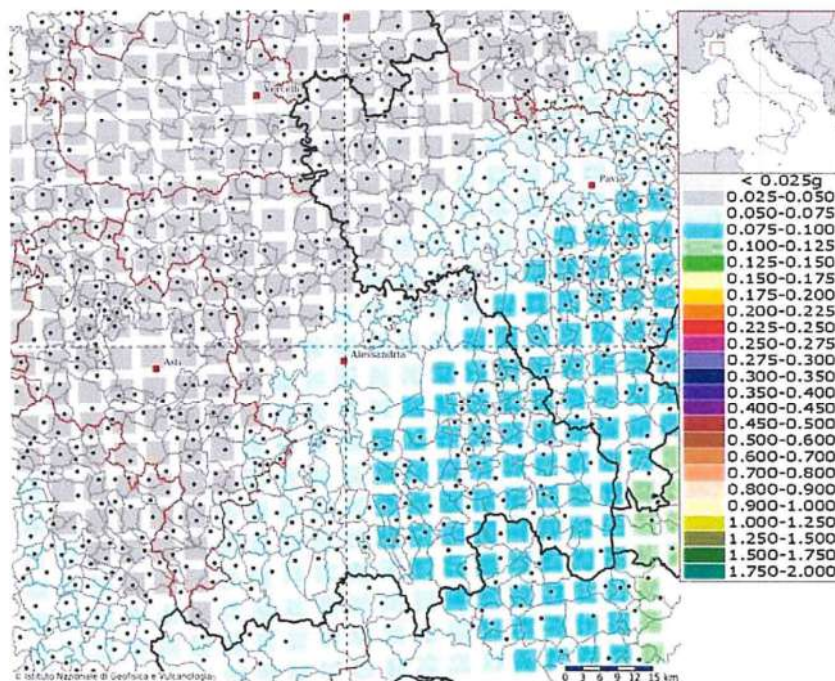
Figura 16 - zonazione sismogenetica ZS9, dove l'area d'interesse è evidenziata da un cerchio verde.

Come è possibile vedere alla figura precedente, l'area oggetto d'interesse non ricade all'interno di alcuna zona della zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti et al. 2008), utilizzata per la compilazione della mappa di pericolosità sismica MPS04.

Le figure seguenti mostrano la disaggregazione per l'area oggetto di studio della stima di PGA (Peak Ground Acceleration) con il 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni, corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni. Il grafico è una elaborazione che mostra il contributo delle sorgenti sismogenetiche alla pericolosità sismica di un certo sito: le sorgenti vengono discretizzate per intervalli di spazio e magnitudo.



Informazioni sul nodo con ID: 14472 - Latitudine: 44.936 - Longitudine: 8.619



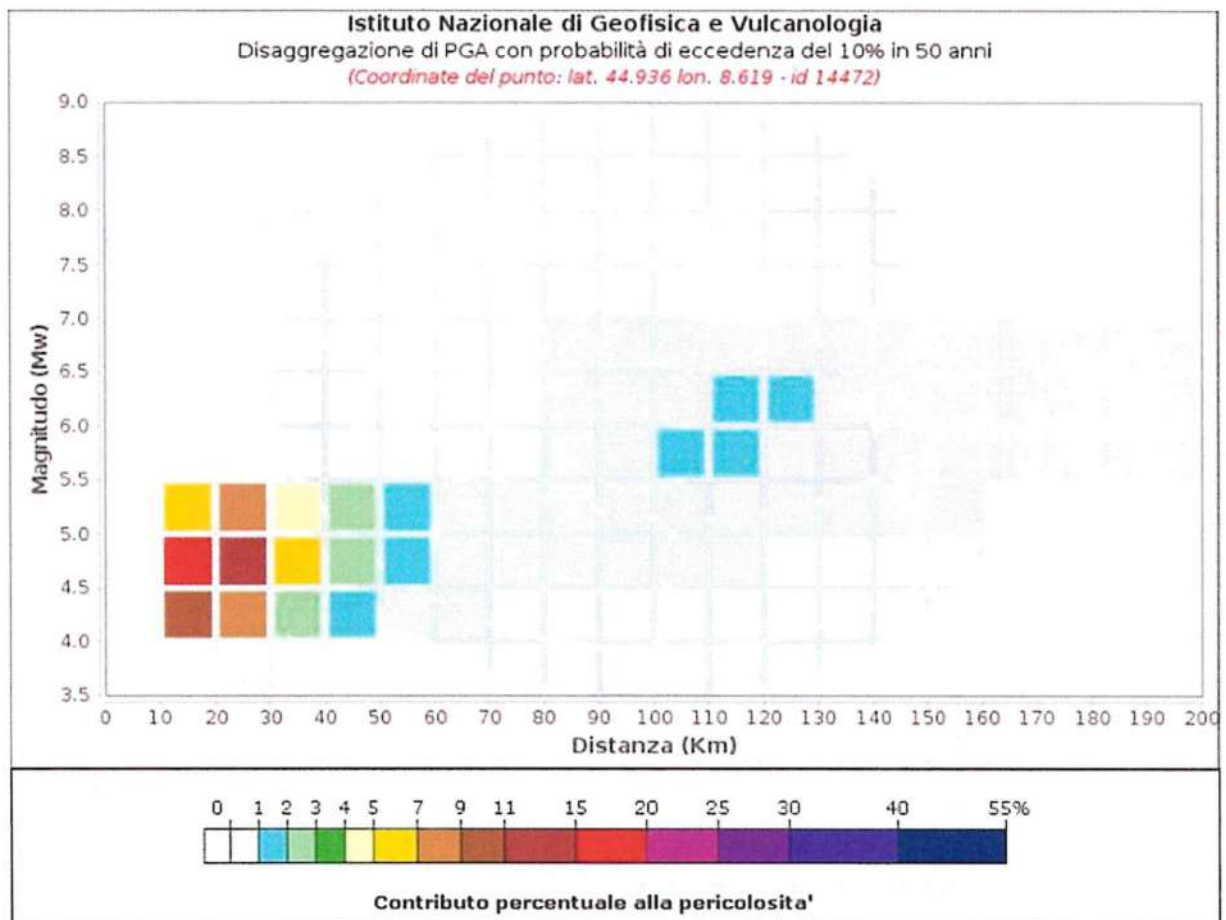
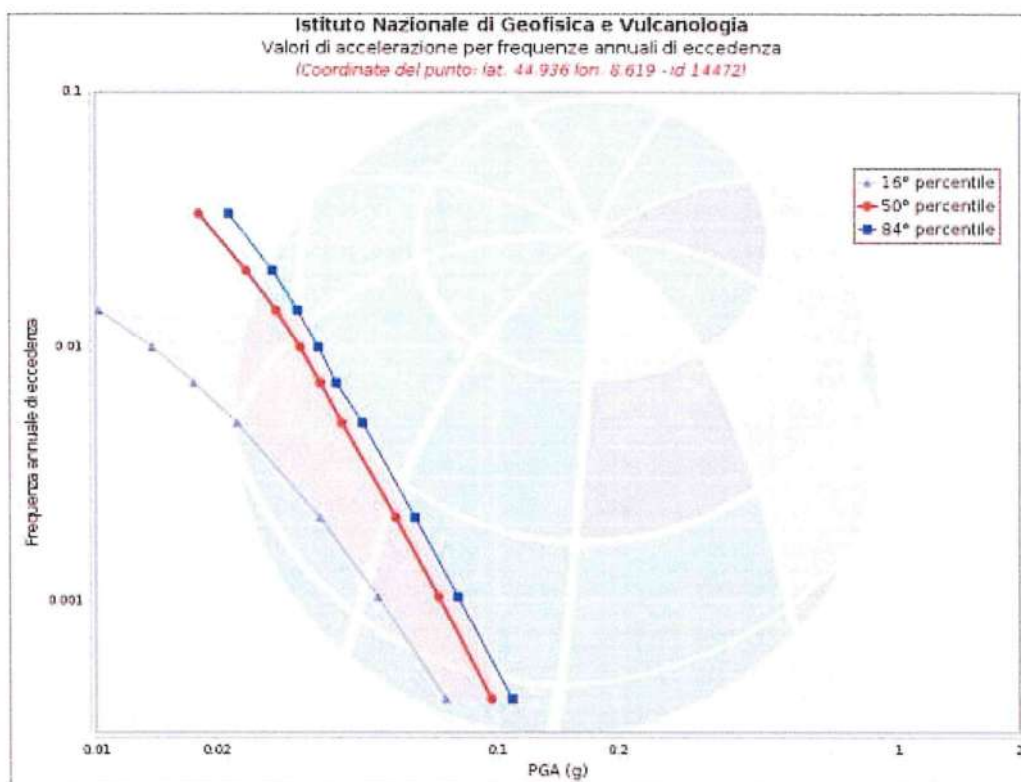


Figura 17 - Disaggregazione del valore $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni												
Distanza	Magnitudo											
in Km	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	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0200	0.1000	0.5900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.8300	0.1000	0.3200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.9400	0.4000	0.2100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0600	0.8800	0.3600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.2960	0.2700	0.3300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0200	0.5090	0.7700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.1290	0.3890	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0203	0.3010	0.2580	0.2560	0.0459	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0309	0.5360	0.7250	0.6290	0.0679	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0305	0.6420	0.0800	0.9180	0.0501	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0020	0.4500	0.0600	0.0100	0.0378	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.2640	0.9720	0.0700	0.0295	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.1220	0.7860	0.9960	0.0296	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0400	0.5770	0.8010	0.0285	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.1650	0.2140	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0836	0.1300	0.0246	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0427	0.0973	0.0214	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0211	0.0720	0.0178	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0099	0.0516	0.0142	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

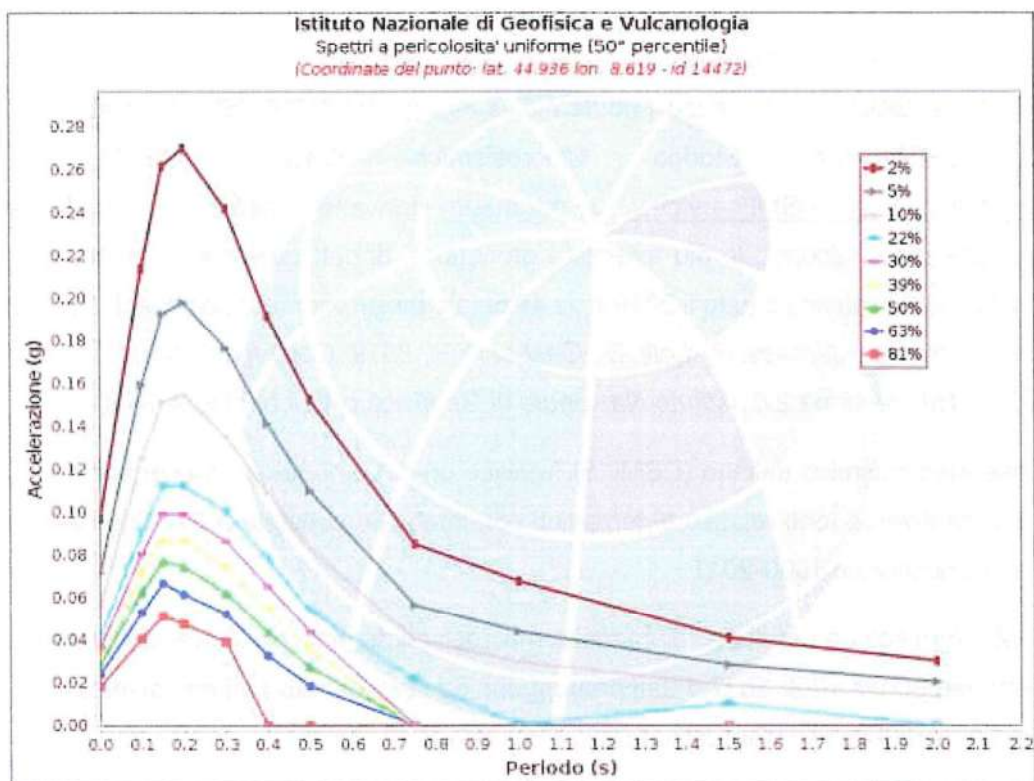
Valori Medi: magnitudo = 4.94 ; distanza = 40.1 ; epsilon = 1.23

Figura 18: Disaggregazione del valore $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.074	0.097	0.109
0.0010	0.051	0.071	0.080
0.0021	0.036	0.056	0.063
0.0050	0.023	0.041	0.046
0.0071	0.018	0.036	0.040
0.0099	0.014	0.032	0.036
0.0139	0.010	0.028	0.032
0.0199	0.008	0.024	0.028
0.0332	0.005	0.018	0.022

Figura 19 - Curve di pericolosità



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE	Accelerazione (g)										
in 50	Periodo (s)										
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.097	0.214	0.262	0.270	0.242	0.192	0.153	0.085	0.068	0.041	0.030
5%	0.071	0.159	0.193	0.198	0.177	0.141	0.110	0.056	0.044	0.028	0.020
10%	0.056	0.125	0.151	0.155	0.135	0.109	0.083	0.040	0.030	0.018	0.014
22%	0.041	0.091	0.112	0.112	0.100	0.078	0.054	0.021	0.000	0.010	0.000
30%	0.036	0.081	0.099	0.099	0.086	0.065	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000
39%	0.032	0.072	0.088	0.087	0.074	0.054	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000
50%	0.028	0.063	0.077	0.075	0.062	0.043	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000
63%	0.024	0.053	0.067	0.061	0.052	0.032	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000
81%	0.018	0.041	0.051	0.048	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura 20: Spettri a pericolosità uniforme

10.2 CPTI15-DBMI15 V 2.0

Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0

d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2017. I dati macrosismici a supporto di CPTI15 costituiscono il Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15 release 2.0; Locati et al., 2019). CPTI15 è consultabile e all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15> e attraverso il "web service" dell'Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI) all'indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/ASMI/services/>. I parametri derivano dall'analisi, dal trattamento e dall'armonizzazione, secondo le più avanzate procedure, di dati provenienti da 189 studi storico-macrosismici pubblicati fino a tutto il 2019 e da 48 cataloghi strumentali, sia italiani, sia internazionali (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., 2019. *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 2.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)*).

Il Database Macrosismico Italiano (DBMI15) fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2017.

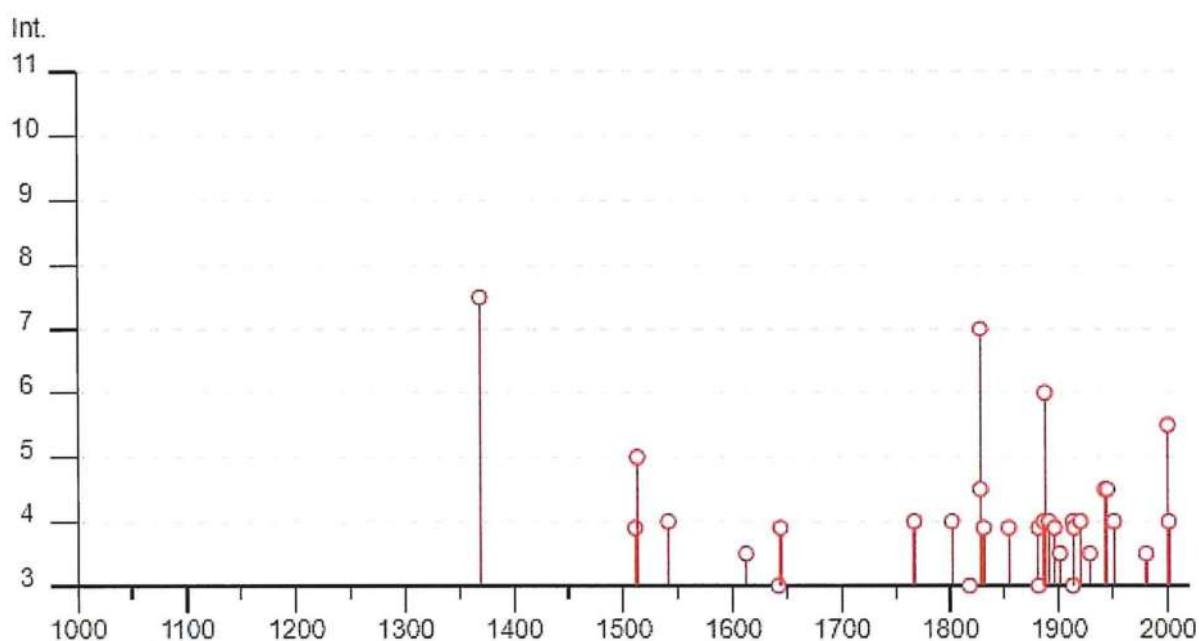
Il DBMI v2.0 fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani aggiornato alla finestra temporale 1000-2017. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

I dati di intensità macrosismica (MDP, Macroseismic Data Point) sono raccolti e organizzati da DBMI per fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima della magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI).
























Dato il loro stretto legame, DBMI e CPTI sono stati pubblicati insieme e usano una stessa numerazione (DBMI04-CPTI04, DBMI11-CPTI11), ma in due diversi siti web. Di seguito viene riportata la mappa del catalogo CPTI15 desunta dal sito https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_eq/.

Alessandria

PlaceID	IT_08062
Coordinate (lat, lon)	44.913, 8.615
Comune (ISTAT 2015)	Alessandria
Provincia	Alessandria
Regione	Piemonte
Numero di eventi riportati	44



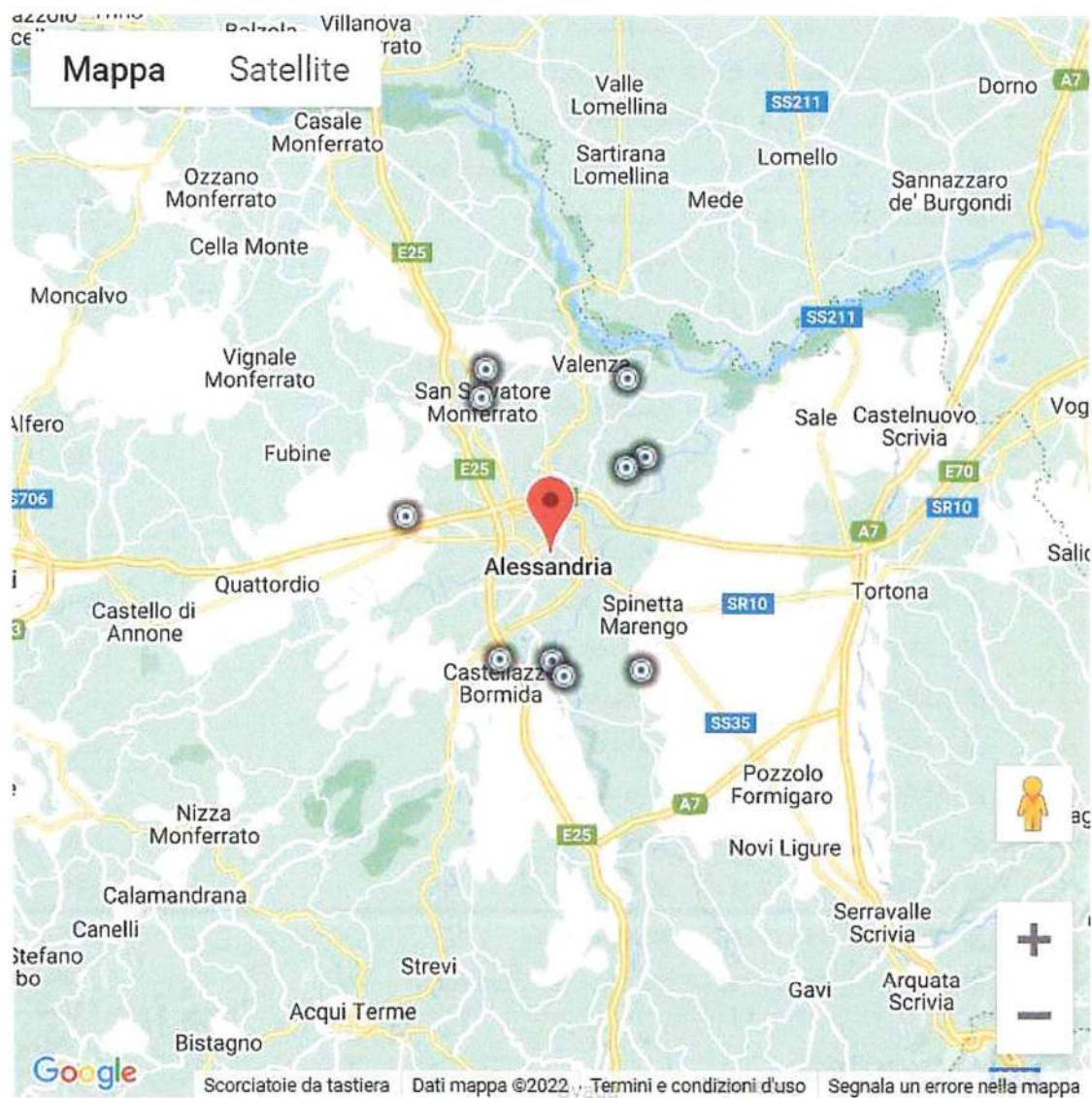
► Personalizza il diagramma

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8		1369	02	01			Alessandria	2	6-7	4.86
F		1511	03	26	15	30	Friuli-Slovenia	120	9	6.32
5		1513	02	10			Alessandria	1	5	4.16
4		1541	10	22	18		Valle Scrivia	9	7	5.26
3-4		1612	01	31			Liguria occidentale	6	6-7	4.86
3		1642	06	13			Pianura lombarda	8	6	4.92
F		1644	02	15	04	30	Alpes Niçoises	29	8	5.74
4		1767	02	07	03	45	Genovese	10	6	4.98
4		1802	05	12	09	30	Valle dell'Oglio	94	8	5.60
3		1818	02	23	18	10	Liguria occidentale	45	7	5.32
7		1828	10	09	02	20	Oltrepò Pavese	110	8	5.72
4-5		1828	10	10	01	30	Oltrepò Pavese	18		
F		1831	05	26	10	30	Liguria occidentale	33	8	5.56
F		1854	12	29	01	45	Liguria occidentale	86	7-8	5.72
2		1873	03	12	20	04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
F		1881	07	22	02	45	Belledonne-Pelvoux	145	7	5.39
3		1881	08	03	14	42	Alessandrino	3	4	3.70
NF		1884	09	12	07	23	Pianura lombarda	34	6	4.70
4		1886	09	05			Torinese	101	7	5.22
6		1887	02	23	05	21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
4		1891	06	07	01	06 1	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
NF		1892	03	05			Valle d'Aosta	86	7	4.98
NF		1892	08	09	07	58	Valle d'Alpone	160	6-7	4.91

F		1896	10	16				Liguria occidentale	55	6	4.91
2-3		1900	12	30	23	36	2	Alto Monferrato	36	5	4.35
3-4		1901	01	23	00	17	1	Oltrepò Pavese	90	5	4.23
NF		1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
NF		1912	05	31	21	40		Canavese	51	5-6	4.71
3		1913	03	27	02	25	4	Val Trebbia	58	4-5	4.24
4		1913	12	07	01	28		Valle Scrivia	56	5	4.57
F		1914	10	26	03	43	2	Torinese	63	7	5.24
2		1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63
4		1920	09	07	05	55	4	Garfagnana	750	10	6.53
2		1927	10	28	21	49		Alta Val di Taro	39	6	4.66
3-4		1929	04	19	04	16		Bolognese	82	6-7	5.13
4-5		1943	10	16	19	18		Langhe	4	4-5	3.93
4-5		1945	12	15	05	27		Oltrepò Pavese	12	6	4.72
4		1951	05	15	22	54		Lodigiano	179	6-7	5.17
2		1960	03	23	23	10		Vallese	178	7	5.00
3-4		1980	12	23	12	01	0	Piacentino	69	6-7	4.57
2-3		1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
5-6		2000	08	21	17	14		Monferrato	595	6	4.94
4		2001	07	18	22	47	1	Monferrato	253	5	4.23
NF		2005	04	18	10	59	1	Valle del Trebbia	284	4	3.97

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Pietra Marazzi	2	6
Montecastello	2	7
Campagna	1	8
Castellazzo Bormida	10	8
Castelletto Monferrato	3	8
Solero	1	9
Casal Cermelli	2	9
Pecetto di Valenza	1	10
Frugarolo	5	10
San Salvatore Monferrato	6	10



[Visualizza Alessandria in [Google Maps](#), [Bing Maps](#)]

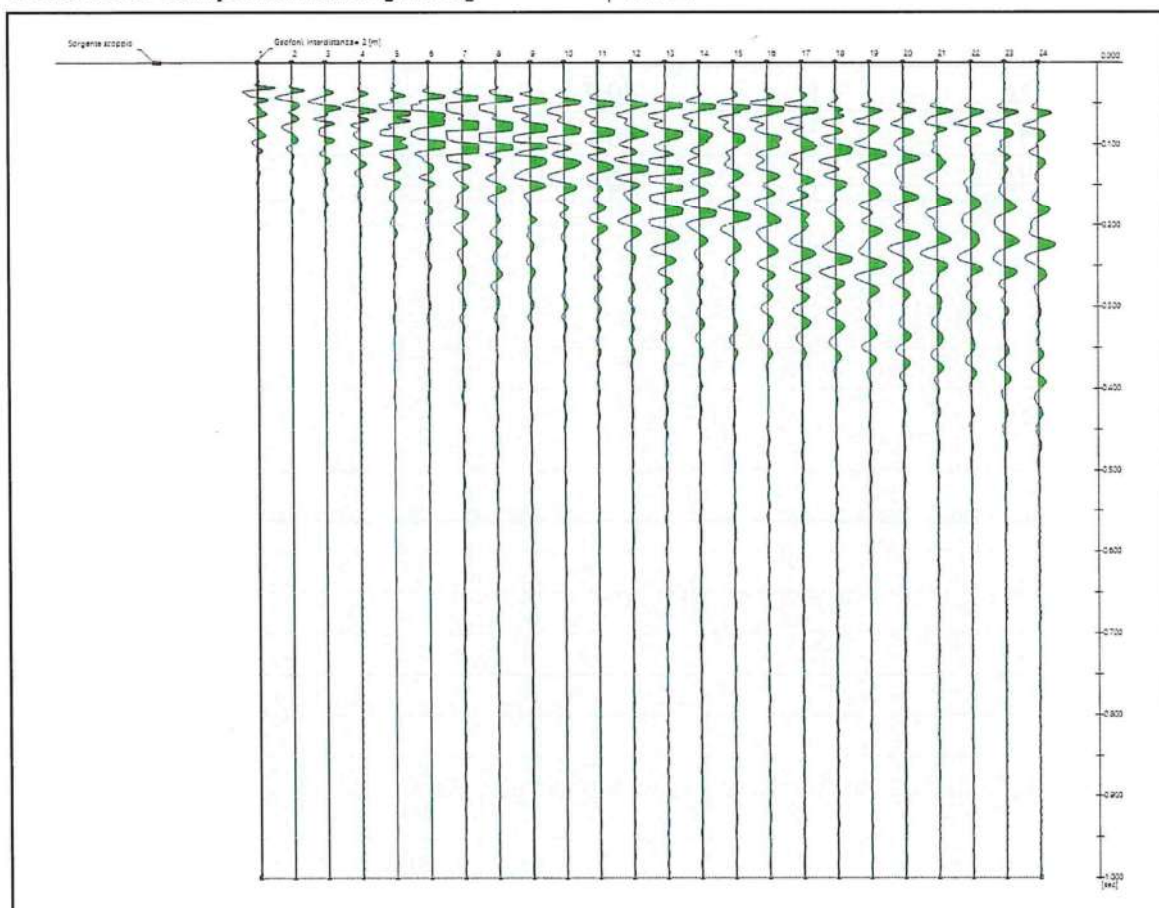
Figura 21 - Dati desunti dalla consultazione del CPTI15 e DBMI15 per l'area di Alessandria

10.3 INDAGINI GEOFISICHE

10.4 RISULTATI DELLA PROVA GEOFISICA MASW

Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	1002.3
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.131

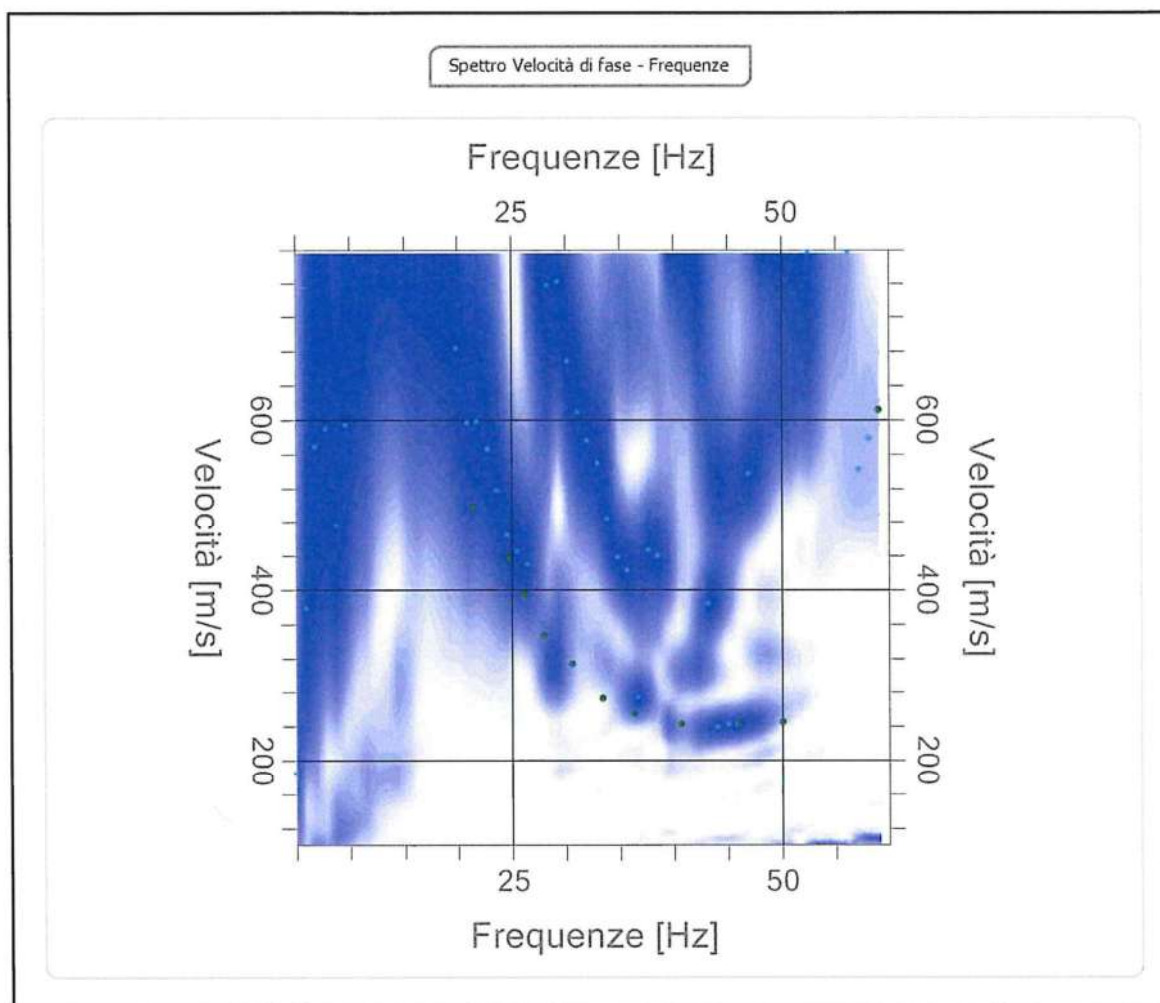


Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	100
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	2.0	100.0
2	4.9	244.8
3	21.5	498.6
4	24.7	436.2
5	26.1	394.7
6	28.0	346.4
7	30.6	313.0
8	33.4	272.5
9	36.4	255.1
10	40.7	242.0
11	46.1	242.0
12	50.1	244.9



Inversione

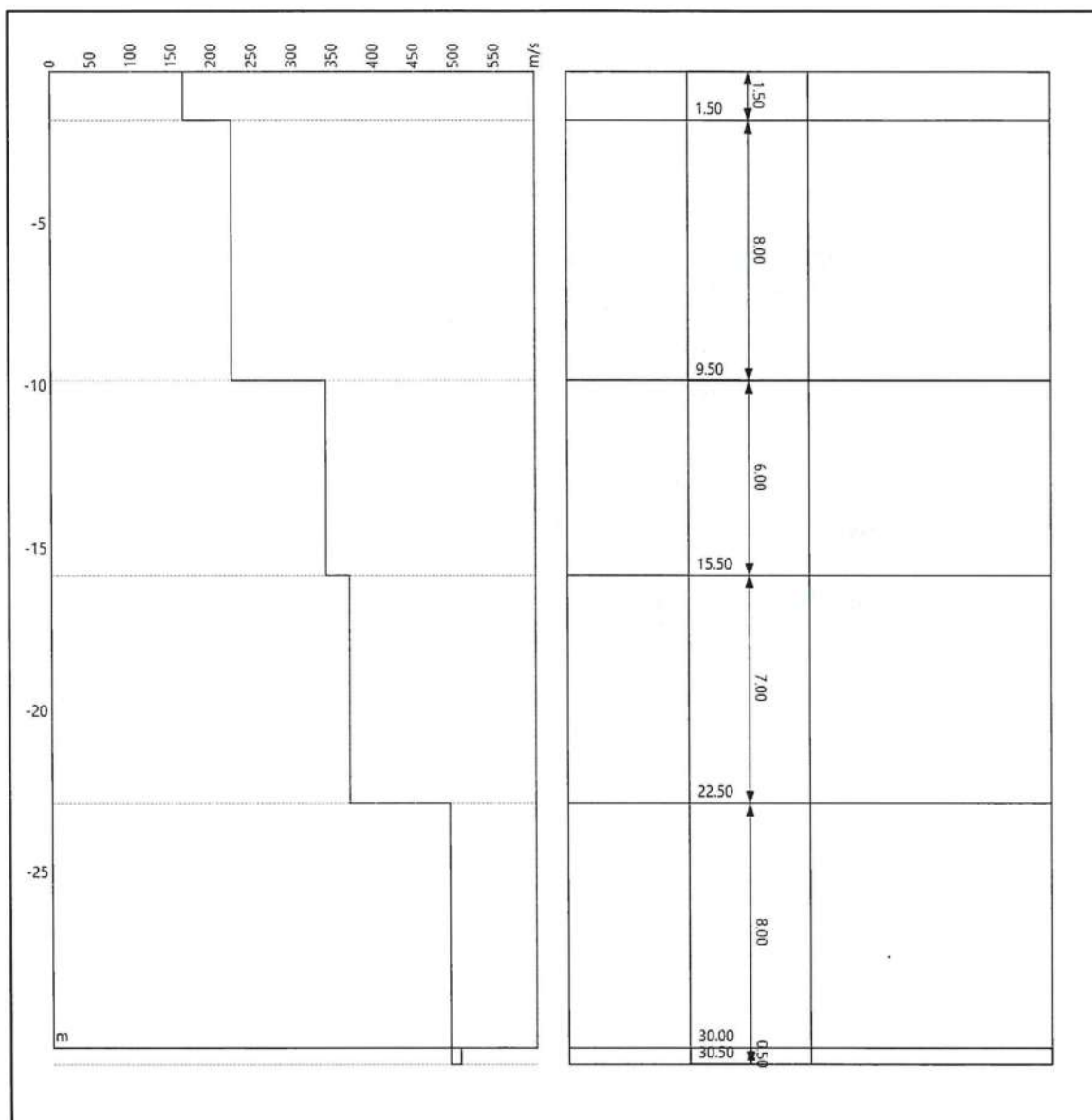
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.50	1.50	269.6	165.1
2	9.50	8.00	366.1	224.2
3	15.50	6.00	557.0	341.1
4	22.50	7.00	603.2	369.4
5	30.50	8.00	804.7	492.8
6	oo	oo	826.3	506.0

Percentuale di errore

2.115 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.190



Risultati

Profondità piano di posa [m]

0.00

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)

310.79

Categoria del suolo

C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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.

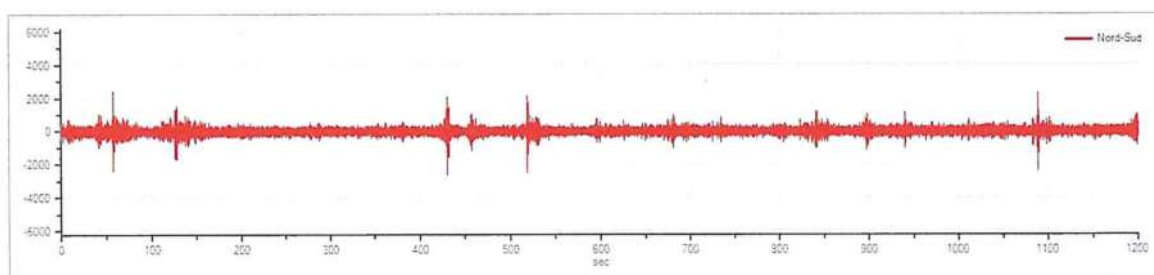
10.5 RISULTATI DELLA PROVA GEOFISICA HVSR

Tracce in input

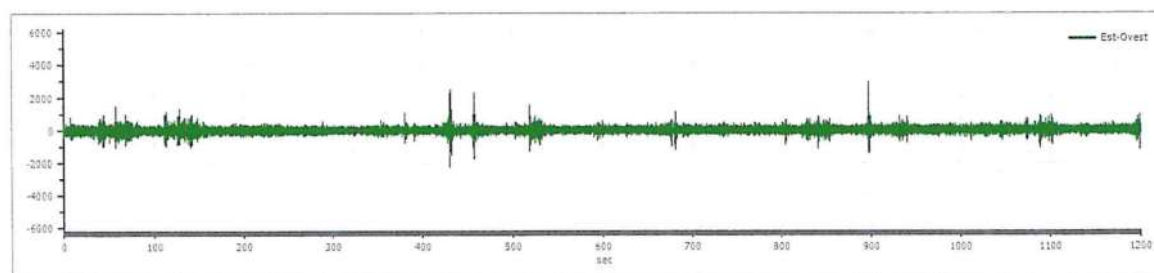
Dati riepilogativi:

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

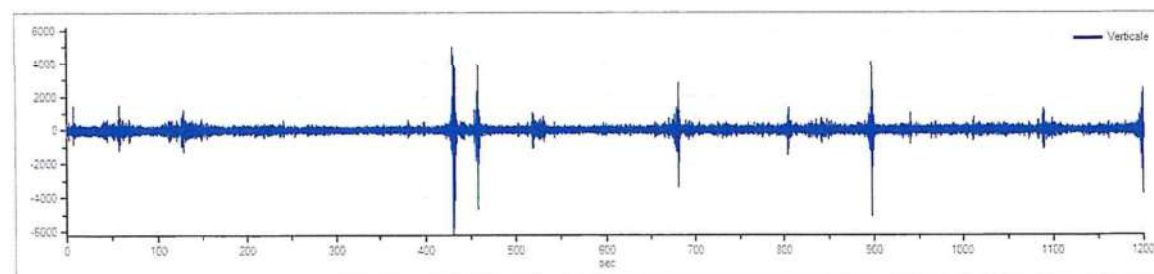
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 30

Numero finestre incluse nel calcolo: 30

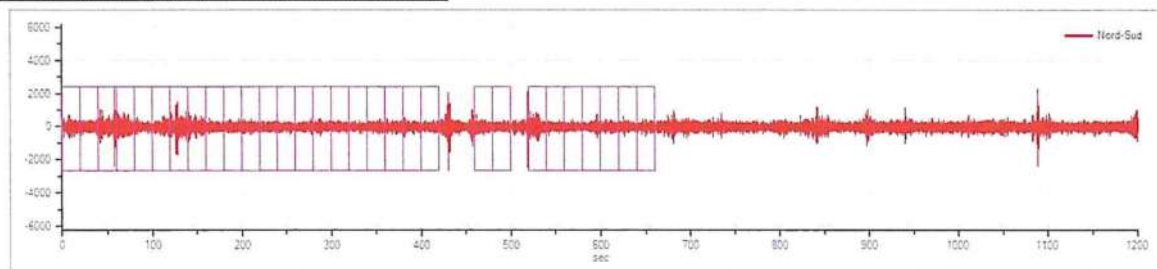
Dimensione temporale finestre: 20.000 s

Tipo di liscio: Konno & Ohmachi

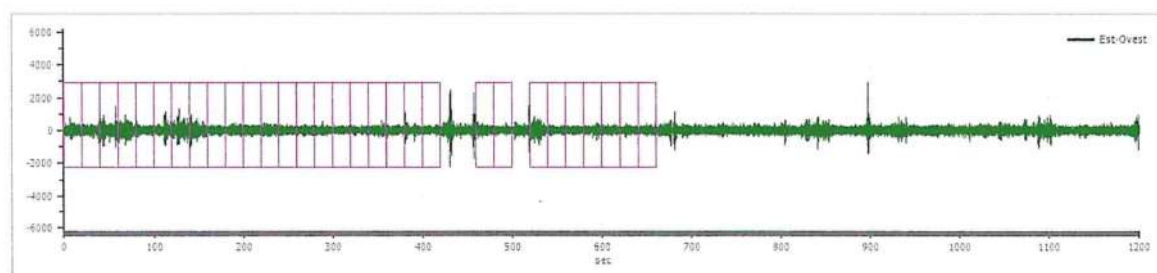
Percentuale di liscio: 10.00 %

Coefficiente di banda: 40.00

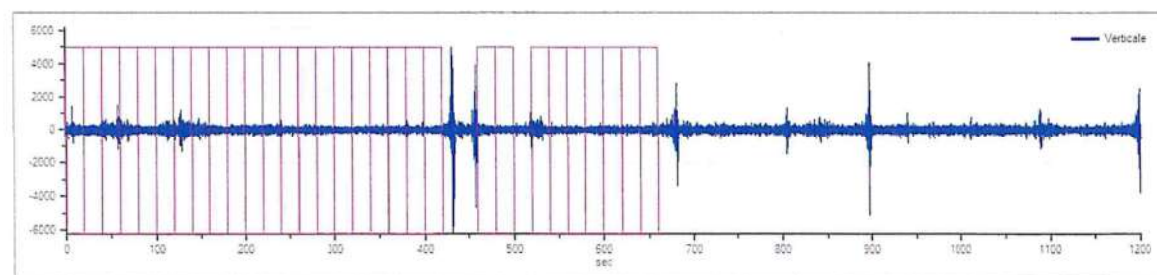
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

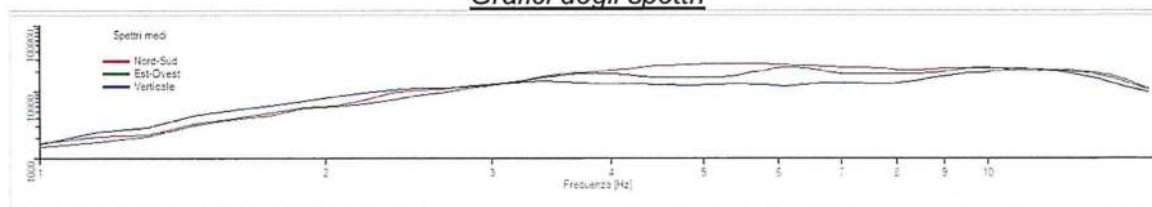


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

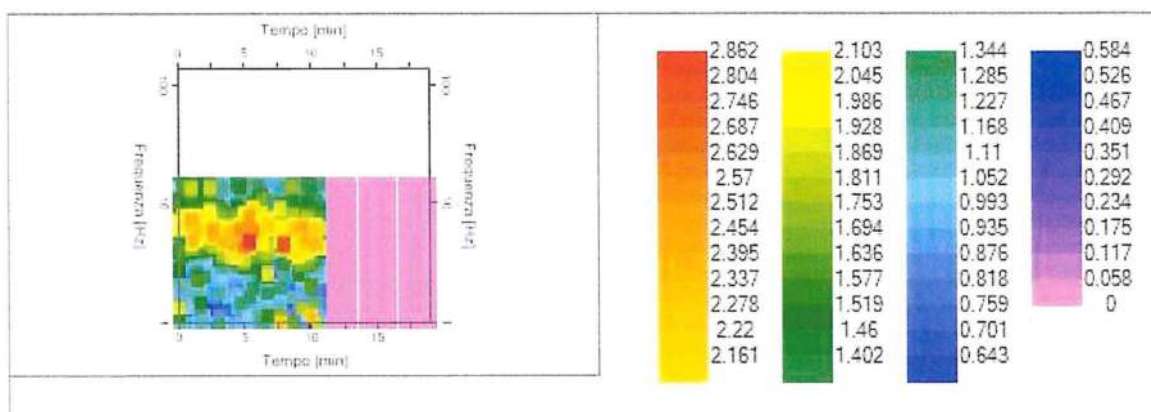


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

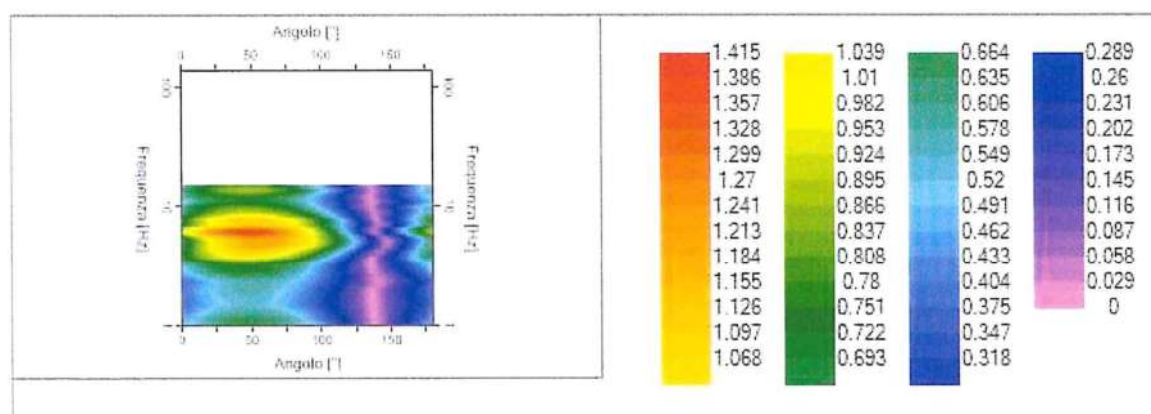
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

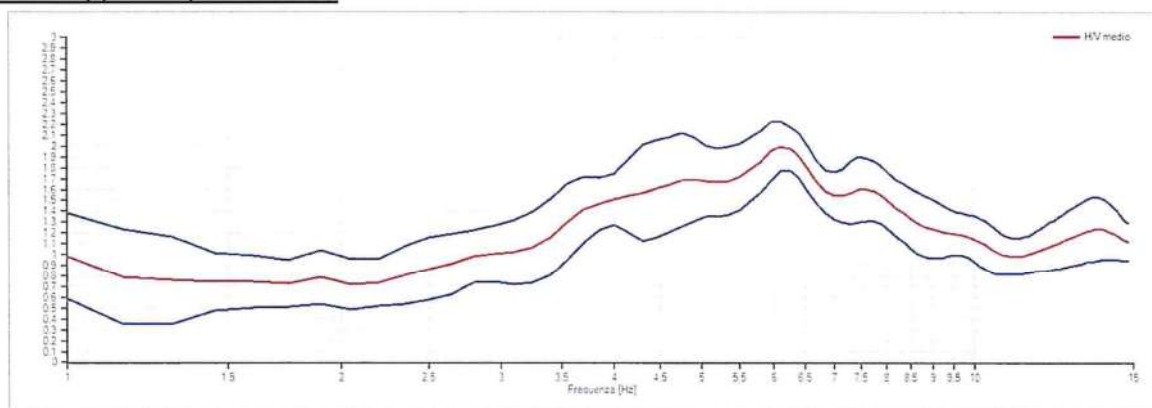
Frequenza massima: 15.00 Hz
 Frequenza minima: 1.00 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi

Percentuale di lisciamento: 10.00 %
Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **6.10 Hz \pm 0.12 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
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

10.6 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per quanto riguarda la determinazione della categoria di sottosuolo il D.M. 17.01.2018 prevede una classificazione in cinque categorie principali riportate nella tabella 3.2.II (fig. definite in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,eq}$ corrispondente alla velocità media di propagazione delle onde sismiche di taglio fino alla profondità del substrato sismico, definito come quella formazione caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità di tale substrato superiore a 30m la velocità equivalente $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, considerando le proprietà degli strati di terreno fino alla profondità di 30m.

L'espressione per la determinazione della velocità equivalente $V_{s,eq}$ è la seguente:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_i^N \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima

N = Numero di strati

H = Profondità del substrato sismico con $V_s > 800 \text{ m/s}$

Per il sito in esame la categoria di sottosuolo è stata determinata tramite i dati ottenuti dagli stendimenti sismica con metodologia M.A.S.W e HVSR eseguite in corrispondenza dell'area di indagine.

Dall'elaborazione di tali dati il terreno presenta per la linea eseguita, valori delle V_{s30} pari a **310.79 m/s** per la prova MASW riferita all'attuale piano campagna per quello che riguarda l'area.

Per la classificazione del suolo si è ritenuto più attendibile adottare le risultanze provenienti dalle prove eseguite in sito per cui il terreno è pertanto classificabile in **categoria C**: *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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”*.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, 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.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figura 22: Tabella 3.2.II "Categoria di sottosuolo" – D.M. 17.10.2018

10.7 CATEGORIA TOPOGRAFICA

Secondo la più recente revisione delle Norme Tecniche in vigore, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (categorie topografiche da NTC2018):

- T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
- T2 Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
- T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
- T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15 \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

La categoria topografica è T1

11 LIQUEFAZIONE

Secondo le norme NTC 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa nel caso si verifichino una delle seguenti condizioni:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 23 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 24 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

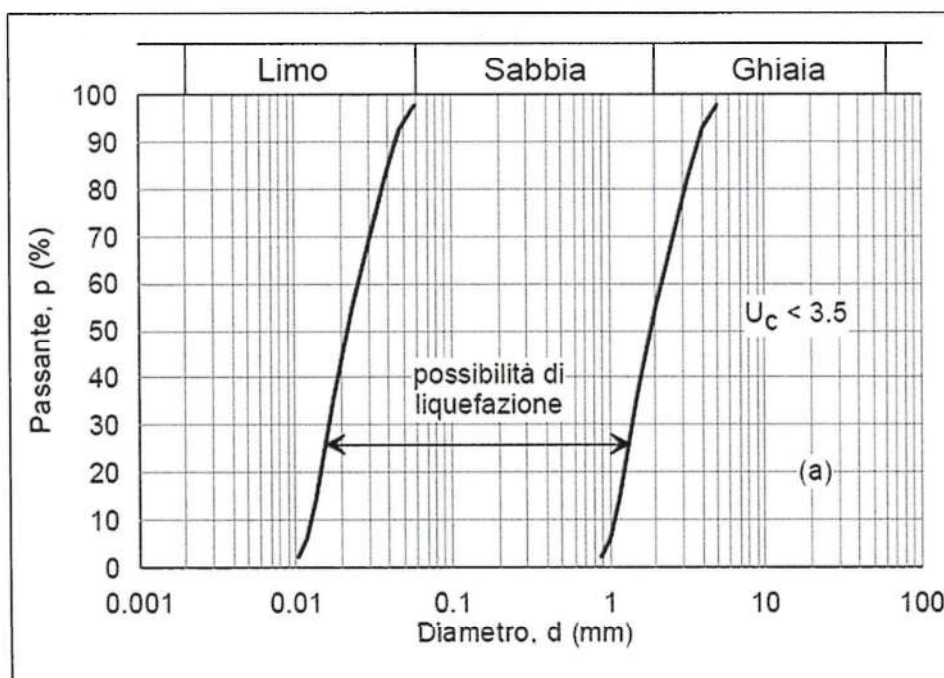


Figura 23 - Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.

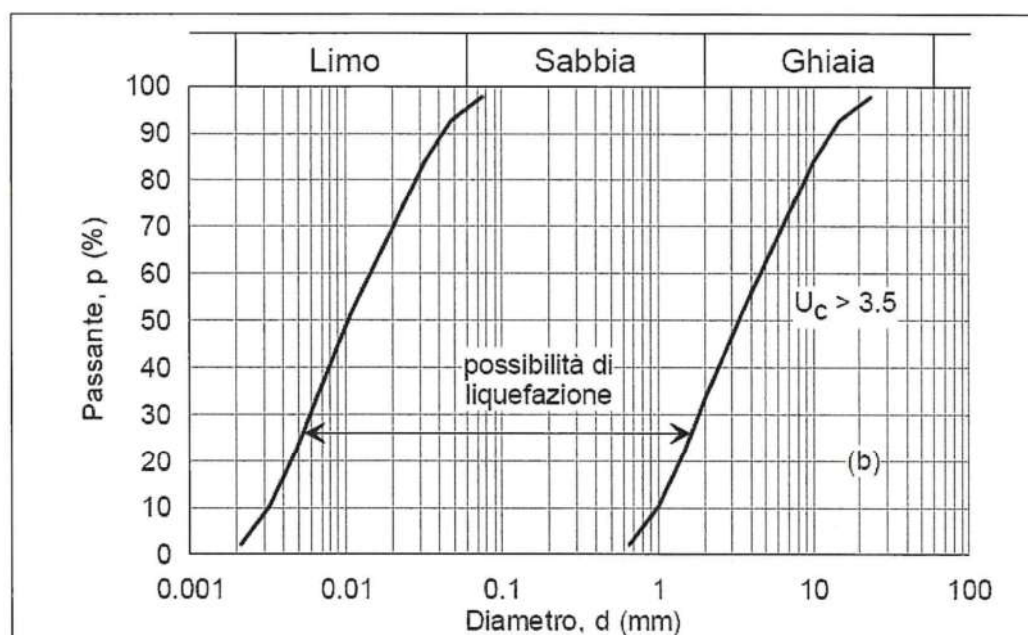


Figura 24 - Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.

Le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risultano essere minori di 0,1g, perciò non risulta necessaria la verifica a liquefazione.

NOME COMUNE		Alessandria
REGIONE	Piemonte	
PROVINCIA	Alessandria	
CODICE ISTAT	006003	
ALTITUDINE	95	
SUPERFICE TOTALE (KM)	203,5687	
Accelerazione massima del suolo (50mo percentile) calcolata su griglia con passo 0.02°: massimo (MAX), minimo (MIN) dei valori dei punti della griglia ricadenti nel territorio comunale		
0,077		
Valore minimo dell'accelerazione massima del suolo dei valori dei punti della griglia ricadenti nel territorio comunale		
0,05		

12 PARAMETRI GEOTECNICI MEDI

Di seguito si riportano i parametri geotecnici medi dei terreni presenti nell'area di studio.

Strato	Profondità [m]	Litologia	γ [kN/m ³]	C_u [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E_u [Mpa]	E' [MPa]
1	0,0 – 0,2	Limo sabbioso, nocciola	/	/	/	/	/	/
2	0,2 – 3,7	Limo argilloso, da debolmente a sabbioso, nocciola.	18	150-200	20-50	15-30	45-60	20-40
3	3,7 – 9,3	Argille, debolmente limose con locali livelletti centimetrici sabbioso limosi e con locali inclusioni di clasti calcarei a granulometria media e fine, colore nocciola	19	250-350	30-60	10-35	75-100	-
4	>9,3	Argille debolmente limose, localmente debolmente sabbiose, con inclusioni di clasti calcarei a granulometria media e fine, colore grigio.	18	100-200	40-50	15-45	30-40	50-60

dove:

γ = peso di volume

c' = coesione efficace

C_u = coesione non drenata

ϕ' = angolo d'attrito

E' = modulo elastico drenato

E_u = modulo elastico non drenato

Il modulo di Poisson è stato assunto pari a 0,3.

La falda è stata considerata a -6,6m dal piano campagna.

Il primo strato (limo sabbioso nocciola) sarà rimosso o trattato a calce.

13 CONCLUSIONI

Sulla base di quanto esposto si conclude quanto segue:

- L'area d'interesse si trova all'interno dei depositi fl2. Trattasi di alluvioni prevalentemente sabbioso-siltoso-argillose, con prodotti di alterazione di colore giallastro.
- L'area d'interesse si trova tra le quote 101 e 106 m s.l.m., degradante verso sud. Dal punto di vista geomorfologico locale l'area si trova in un settore pianeggiante nel quale si escludono fenomeni di esondazione (il fiume Tanaro di trova a circa 4 km) e fenomeni franosi in atto o potenziali.
- La morfologia del sito è subpianeggiante.
- L'area d'interesse ricade in classe di pericolosità geomorfologica 1 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. 11/3/88". In particolare, si trova all'interno di aree dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.*
- L'assetto del sito in esame risulta caratterizzato da un complesso acquifero superficiale, che ha sede nella serie deposizionale di origine alluvionale e che presenta caratteristiche di falda a superficie libera (falda freatica) con limitate capacità produttive. Tale complesso, di spessore complessivo pari a circa 20,00 m, risulta caratterizzato dalla presenza di sabbie da fini a medio grossolane, intercalate da livelli limoso-argillosi.
- Il deflusso di falda è condizionato dall'andamento del substrato semipermeabile, in questo caso il deflusso ha andamento NW-SE.
- Durante l'esecuzione del sondaggio S1 eseguito nei pressi dell'area per definirne le caratteristiche stratigrafiche è stato rilevato il livello di falda a -6,60 m da p.c.
- L'area non risulta interessata dalle fasce di limitazione PAI del Fiume Tanaro.
- L'area non risulta interessata dalle fasce di limitazione PGRA del Fiume Tanaro.
- Le prove di permeabilità Lefranc eseguite all'interno dell'area d'interesse sono 2, a profondità differenti e hanno rilevato i seguenti valori di permeabilità:
 - Prova n.1 (eseguita tra 1,80 e 2,00 m da p.c.) valore $1,73 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
 - Prova n.2 (eseguita tra 4,8 e 5,00 m da p.c.) valore $9,5 \times 10^{-7} \text{ m/s}$
- Nel 2022 è stata effettuata una campagna di indagine al fine della caratterizzazione geologica e geotecnica, composta dalle seguenti indagini:
 - N° 10 prove penetrometriche statiche CPT



- N°3 prove penetrometriche SPT eseguite nel sondaggio S1.
- N.2 prove di permeabilità Lefranc
- N°1 prova geofisica MASW
- N°1 prova geofisica HVSR.
- N°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo S1 (prof 20 m).
- Prove geotecniche nelle vicinanze dell'area
- Dai risultati delle indagini MASW Il terreno è classificabile in **categoria C**;
- Per quanto riguarda la classificazione sismica regionale, sulla base della Deliberazione Giunta Regionale n. 387 del 22/05/2009 in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, il comune di Alessandria è classificato in **sottozona sismica 3**.

ALLEGATO 1-CAMPAGNA DI INDAGINE 2022

Località:

Comune di Alessandria – Loc. San Michele



Coordinate:
Lat: 44.956804°
Long: 8.583983°

Piano campagna:
106 mt

SONDAGGIO

N° S1

DATA
06/06/2022

Litologia	Profondità (mt.)	Spessore strati (mt.)	PZ	Falda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.				NOTE
									mt.	
					Limo sabbioso, colore nocciola					
					Limo argilloso, da debolmente a sabbioso, colore nocciola	5	8	13	-2.00	
					Argille, debolmente limose, con locali livelletti centimetrici sabbioso-limosi e con locali inclusioni di clasti calcarei a granulometria media e fine, colore nocciola					
					Argille debolmente limose, localmente debolmente sabbiose, con inclusioni di clasti calcarei a granulometria media e fine, colore grigio	8	9	14	-10.50	
						6	10	15	-15.00	

CAMPIONE: ■ Rimaneeggiato ● Indisturbato



CASSETTE
CATALOGATRICI

n. 4

LIVELLO FALDA

DATA	Prof. foro	Prof. riv.	Livello acqua













ALLEGATO 2- CERTIFICATI LABORATORIO

COMMITTENTE: 3BA S.r.l.
 LOCALITÀ: Alessandria - San Michele
 CANTIERE: Alessandria - San Michele
 ACCETTAZIONE: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2
 CAMPIONE: CI
 PROFONDITÀ (m): 3,00-3,60
 DATA DI PRELIEVO: 07/06/2022

APERTURA E DESCRIZIONE VISIVA-MANUALE DI UN CAMPIONE (ASTM D2488)

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 22/06/2022

tipologia: Indisturbato
 contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
 colore secondo Munsell: 10YR 5/4 Yellowish Brown

diametro nominale (mm): 85
 lunghezza effettiva (cm): 50
 classe di qualità: Q4

ANALISI LABORATORIO ESEGUITE

contenuto naturale acqua	<input type="text"/>	Triassiale U.U.	<input type="text"/>	Edometria	<input type="text"/>
massa volumica naturale	<input type="text"/>	Triassiale C.I.U.	<input type="text"/>	cont. sost. organiche	<input type="text"/>
massa volumica dei grani	<input type="text"/>	Triassiale C.D.	<input type="text"/>	Cloruri	<input type="text"/>
limiti Atterberg	<input type="text" value="X"/>	Compressione E.L.L.	<input type="text"/>	Solfati	<input type="text"/>
Granulometria	<input type="text" value="X"/>	Taglio Diretto	<input type="text" value="X"/>	PH	<input type="text"/>
Sedimentazione	<input type="text" value="X"/>	Taglio Residuo	<input type="text"/>	Colonna Risonante	<input type="text"/>

Descrizione del campione:

Campione omogeneo di materiale coesivo, limo con argilla. Il campione si presenta molto consistente media plasticità e umido al tatto

PROVE SPEDITIVE DI CONSISTENZA

profondità relativa (cm)	lettura al penetrometro tascabile (kPa)	lettura allo scissometro tascabile (kPa)	note
10	420	700	TG_1
20	130	550	TG_2
30	250	450	
40	150	450	TG_3
50	250	350	

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

FOTOGRAFIA DEL CAMPIONE



ALTO

BASSO

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 3,00-3,60

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 24/06/2022

massa terreno setacciato (g): 746,23

Ø / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	746,23	100,00
75	0,00	746,23	100,00
38,1	0,00	746,23	100,00
25,4	0,00	746,23	100,00
19,05	0,00	746,23	100,00
12,7	10,41	735,82	98,60
9,5	20,16	726,07	97,30
4,75	27,06	719,17	96,37
2	40,38	705,85	94,59
1	53,06	693,17	92,89
0,425	63,43	682,80	91,50
0,25	67,13	679,10	91,00
0,125	71,03	675,20	90,48
0,075	74,90	671,33	89,96

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 24/06/2022
 temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
 massa terreno alla sedimentazione (g): 43,28

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,066	24	89,83
60	0,047	21,5	78,25
120	0,034	19	66,67
300	0,022	17,5	59,72
600	0,015	16	52,77
1200	0,011	14,5	45,82
2400	0,008	13	38,87
4800	0,006	11,5	31,92
14400	0,003	10,5	27,29
86400	0,001	10	24,98

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	3,6
% sabbia	6,4
% limo	59,0
% argilla	30,9

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 Cl

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 Cl

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 3,00-3,60

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

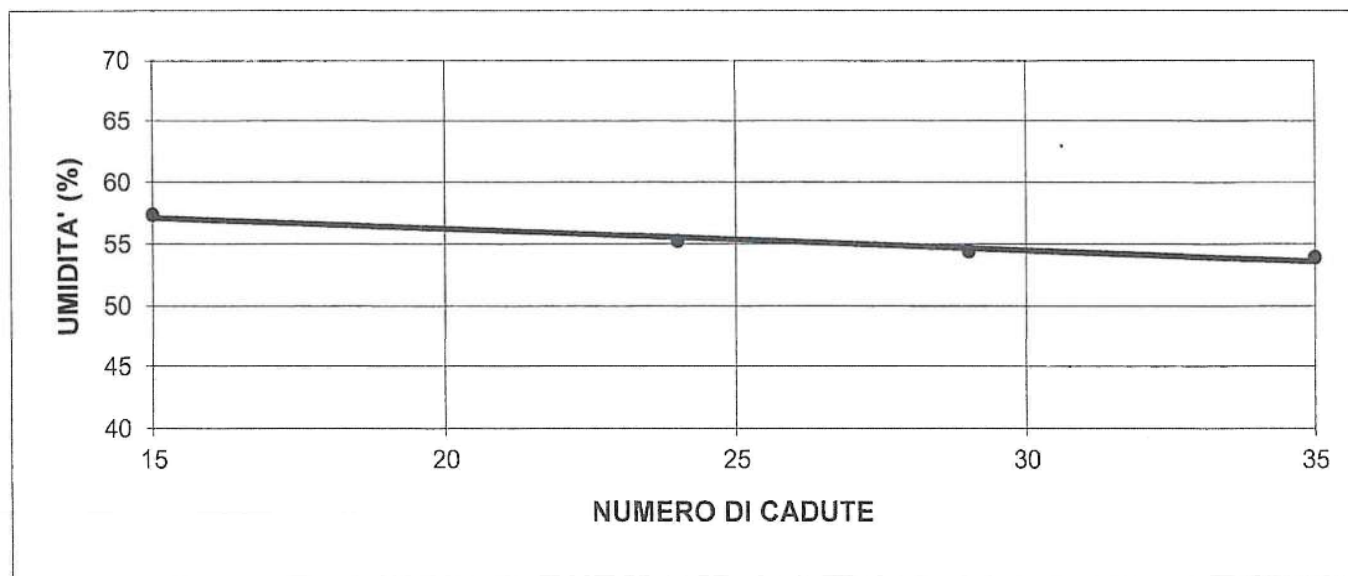
DATI DI PROVA

data di esecuzione: 24/06/2022

limite di liquidità				limite di plasticità		
n° di cadute	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
15	15,74	10,00	57,40	2,59	2,09	23,92
24	16,38	10,55	55,26	2,48	1,97	25,89
29	15,49	10,03	54,44			
35	14,84	9,64	53,94			

limite di ritiro			
volume umido (cm³)	peso umido (g)	volume secco (cm³)	peso secco (g)

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	55 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	25 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	30



commessa:
141/22

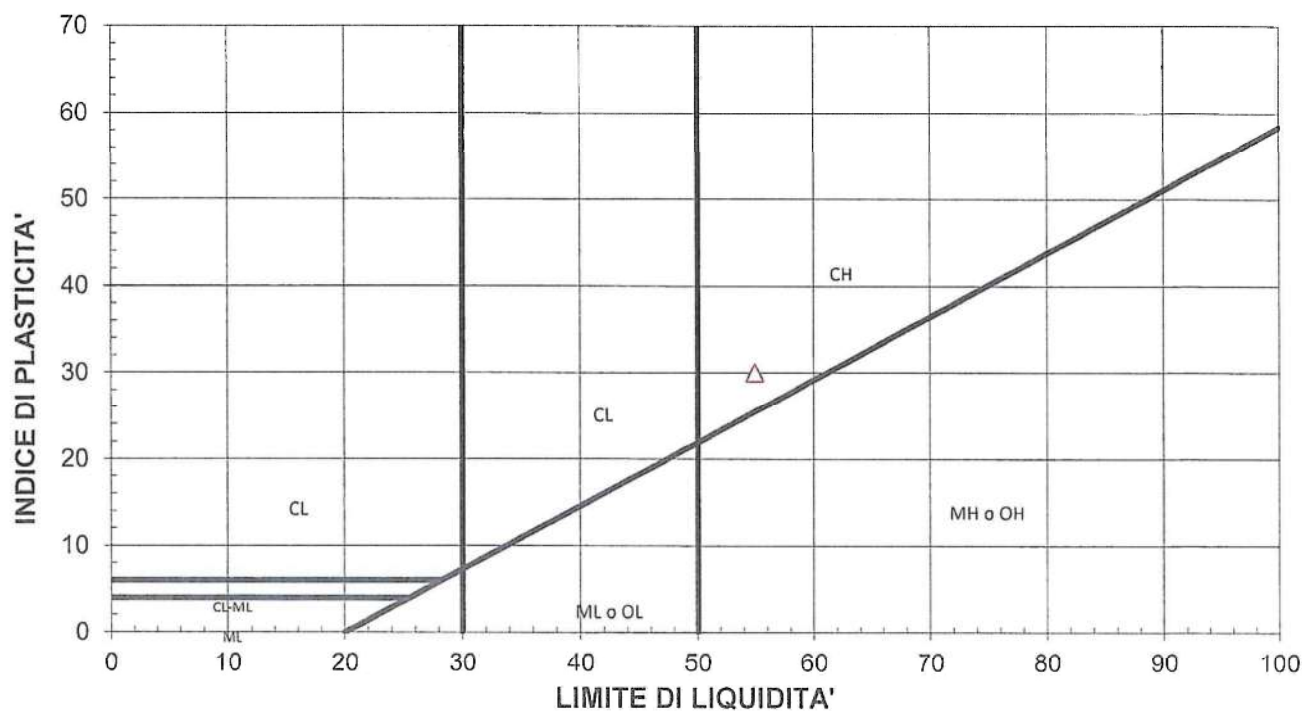
settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

CARTA DI PLASTICITA'



M = limi inorganici
 C = argille inorganiche
 O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
 H = alto limite di liquidità

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

Data esecuzione prove: 24/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 3,00-3,60

Tipo Campione: Indisturbato tipo Shelby

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO (ASTM D3080-04)

CARATTERISTICHE DEI PROVINI

	sezione (cm ²)	altezza iniziale (cm)	massa iniziale (g)	umidità iniziale (%)	altezza finale (cm)	umidità finale (%)
provino 1	36,00	2,00	150,99	28,38	1,95	29,32
provino 2	36,00	2,00	154,27	26,14	1,93	26,37
provino 3	36,00	2,00	162,76	14,76	1,93	15,38

DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

provino 1

carico verticale applicato: 100 kPa
velocità di deformazione: 1,37E-01 µm/s

nota: gli sforzi di taglio sono calcolati tenendo conto della riduzione di area dei provini.

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	0,000			1,391	-0,120	142	40,3
	-0,009	14	4,0	1,495	-0,129	149	42,3
0,013	-0,009	17	4,0	1,560	-0,138	145	41,3
0,013	-0,017	23	4,8	1,625	-0,138	154	43,9
0,026	-0,026	29	6,3	1,729	-0,146	158	45,0
0,026	-0,034	29	7,9	1,833	-0,146	163	46,6
0,091	-0,043	53	8,1	1,885	-0,155	158	45,2
0,130	-0,052	55	14,6	1,976	-0,163	173	49,5
0,208	-0,060	71	15,2	2,067	-0,163	176	50,7
0,312	-0,060	75	19,9	2,184	-0,163	179	51,7
0,416	-0,060	87	20,9	2,210	-0,172	176	50,8
0,507	-0,069	93	24,3	2,314	-0,172	185	53,3
0,546	-0,069	97	26,1	2,418	-0,172	191	55,4
0,650	-0,077	104	27,1	2,509	-0,181	198	57,4
0,741	-0,077	109	29,1	2,548	-0,181	198	57,4
0,845	-0,077	114	30,6	2,652	-0,189	202	58,6
0,884	-0,086	113	32,1	2,743	-0,189	205	59,6
0,975	-0,095	119	31,9	2,847	-0,189	205	59,7
1,066	-0,095	124	33,7	2,886	-0,198	209	61,1
1,157	-0,103	129	35,0	2,990	-0,198	211	61,6
1,222	-0,112	127	36,5	3,081	-0,198	214	62,6
1,287	-0,112	137	35,9	3,172	-0,198	209	61,4
1,391	-0,120	142	38,7	3,224	-0,206	217	63,6

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
3,328	-0,206	221	65,1	4,732	-0,249	251	75,5
3,432	-0,206	225	66,3	4,823	-0,249	253	76,3
3,484	-0,215	218	64,4	4,927	-0,249	255	77,2
3,562	-0,215	230	67,8	4,966	-0,249	251	76,1
3,666	-0,215	233	69,0	5,057	-0,258	258	78,3
3,770	-0,224	233	69,1	5,161	-0,258	259	78,6
3,809	-0,224	233	69,0	5,265	-0,258	260	79,0
3,913	-0,224	237	70,4	5,291	-0,267	261	79,5
4,017	-0,224	238	70,8	5,395	-0,267	260	79,4
4,095	-0,232	233	69,3	5,499	-0,267	260	79,6
4,147	-0,232	242	72,1	5,577	-0,275	252	77,2
4,251	-0,232	243	72,6	5,629	-0,275	260	79,8
4,368	-0,232	245	73,2	5,733	-0,275	259	79,5
4,394	-0,241	243	72,8	5,837	-0,275	260	79,9
4,498	-0,241	248	74,3	5,915	-0,275	253	77,9
4,602	-0,241	249	74,9	5,629	-0,275	260	79,8
4,667	-0,241	242	72,7	5,733	-0,275	259	79,5

provino 2

carico verticale applicato: 200 kPa
velocità di deformazione: 1,05E-01 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	0,000			1,200	-0,110	200	56,7
	-0,010	19	5,3	1,250	-0,110	205	58,2
0,010	-0,010	23	6,4	1,330	-0,120	210	59,7
0,010	-0,020	30	8,3	1,410	-0,130	217	61,7
0,020	-0,030	38	10,6	1,450	-0,130	220	62,6
0,020	-0,040	39	10,8	1,520	-0,140	230	65,5
0,070	-0,050	70	19,5	1,590	-0,150	235	67,1
0,100	-0,060	73	20,3	1,680	-0,160	239	68,3
0,160	-0,010	95	26,5	1,700	-0,160	239	68,3
0,070	-0,010	100	27,8	1,780	-0,170	246	70,4
0,320	-0,020	116	32,4	1,860	-0,170	255	73,1
0,390	-0,030	124	34,7	1,930	-0,180	264	75,8
0,420	-0,040	129	36,1	1,960	-0,190	264	75,8
0,500	-0,050	138	38,7	2,040	-0,190	269	77,4
0,570	-0,060	145	40,7	2,110	-0,190	273	78,6
0,650	-0,070	152	42,7	2,190	-0,200	273	78,7
0,680	-0,070	155	43,5	2,220	-0,200	279	80,5
0,750	-0,070	159	44,7	2,300	-0,200	281	81,2
0,820	-0,080	165	46,5	2,370	-0,210	285	82,4
0,890	-0,080	172	48,5	2,440	-0,210	285	82,5
0,940	-0,090	175	49,4	2,480	-0,220	289	83,7
0,990	-0,090	182	51,4	2,560	-0,220	295	85,6
1,070	-0,090	189	53,5	2,640	-0,220	300	87,2
1,150	-0,100	198	56,1	2,680	-0,230	302	87,8

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G.

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
2,740	-0,230	306	89,1	3,790	-0,270	340,0	100,8
2,820	-0,230	311	90,6	3,820	-0,280	342,0	101,5
2,900	-0,230	311	90,8	3,890	-0,280	344,0	102,2
2,930	-0,240	310	90,5	3,970	-0,280	345,0	102,6
3,010	-0,240	316	92,4	4,050	-0,280	346,0	103,1
3,090	-0,240	317	92,8	4,070	-0,290	348,0	103,7
3,150	-0,250	320	93,8	4,150	-0,290	347,0	103,6
3,190	-0,250	322	94,5	4,230	-0,290	347,0	103,7
3,270	-0,250	324	95,2	4,290	-0,290	347,0	103,8
3,360	-0,260	326	95,9		-0,300		
3,380	-0,260	326	96,0		-0,300		
3,460	-0,260	330	97,3		-0,300		
3,540	-0,260	332	98,0		-0,310		
3,590	-0,270	333	98,4		-0,310		
3,640	-0,270	334	98,8		-0,310		
3,710	-0,270	337	99,8		-0,320		

provino 3

carico verticale applicato: 300 kPa
velocità di deformazione: 9,62E-02 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	-0,010			1,426	-0,270	317	90,2
0,027	-0,020	3	0,8	1,486	-0,270	323	92,0
0,028	-0,030	7	1,9	1,548	-0,280	331	94,4
0,049	-0,040	17	4,7	1,607	-0,280	338	96,5
0,102	-0,060	41	11,4	1,667	-0,280	346	98,9
0,184	-0,080	68	18,9	1,726	-0,290	353	101,0
0,261	-0,090	85	23,7	1,788	-0,290	361	103,4
0,326	-0,100	100	27,9	1,850	-0,300	366	104,9
0,391	-0,120	116	32,4	1,911	-0,310	372	106,7
0,459	-0,120	132	36,9	1,971	-0,310	381	109,4
0,528	-0,130	147	41,2	2,032	-0,320	387	111,3
0,598	-0,140	162	45,5	2,093	-0,320	392	112,8
0,665	-0,150	173	48,6	2,156	-0,330	399	115,0
0,730	-0,160	188	52,9	2,220	-0,330	403	116,2
0,791	-0,170	204	57,4	2,278	-0,340	406	117,2
0,851	-0,180	217	61,1	2,342	-0,350	412	119,1
0,912	-0,190	229	64,6	2,404	-0,350	417	120,7
0,973	-0,200	240	67,8	2,468	-0,350	422	122,3
1,032	-0,210	250	70,7	2,531	-0,360	427	123,8
1,090	-0,220	261	73,8	2,592	-0,360	433	125,7
1,149	-0,230	270	76,5	2,657	-0,370	438	127,3
1,204	-0,240	279	79,1	2,719	-0,380	440	128,0
1,258	-0,240	290	82,3	2,787	-0,380	443	129,0
1,311	-0,250	301	85,5	2,856	-0,380	445	129,8
1,368	-0,260	310	88,1	2,927	-0,380	448	130,8

commessa: 141/22 settore: 04 id. campione: S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

**C.G.G.**

C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

certificato di prova n° 1024/22 del 29/06/2022
pag. 4 di 5

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
2,995	-0,380	451	131,9	4,097	-0,390	463	138,0
3,064	-0,380	455	133,2	4,172	-0,400	462	137,9
3,135	-0,380	458	134,2	4,246	-0,400	462	138,1
3,211	-0,380	460	135,0	4,321	-0,400	460	137,7
3,283	-0,380	462	135,8	4,395	-0,400	460	137,9
3,358	-0,390	461	135,6	4,472	-0,400	456	136,9
3,440	-0,390	456	134,4	4,545	-0,400	455	136,7
3,511	-0,390	461	136,0	4,622	-0,400	454	136,6
3,582	-0,390	464	137,1	4,699	-0,410	454	136,8
3,653	-0,390	466	137,8	4,777	-0,410	452	136,4
3,726	-0,390	467	138,3	4,855	-0,410	451	136,3
3,798	-0,390	467	138,5	4,920	-0,410	444	134,4
3,871	-0,390	467	138,7	4,999	-0,410	439	133,0
3,946	-0,390	467	138,9	5,077	-0,410	439	133,2
4,021	-0,390	466	138,7				

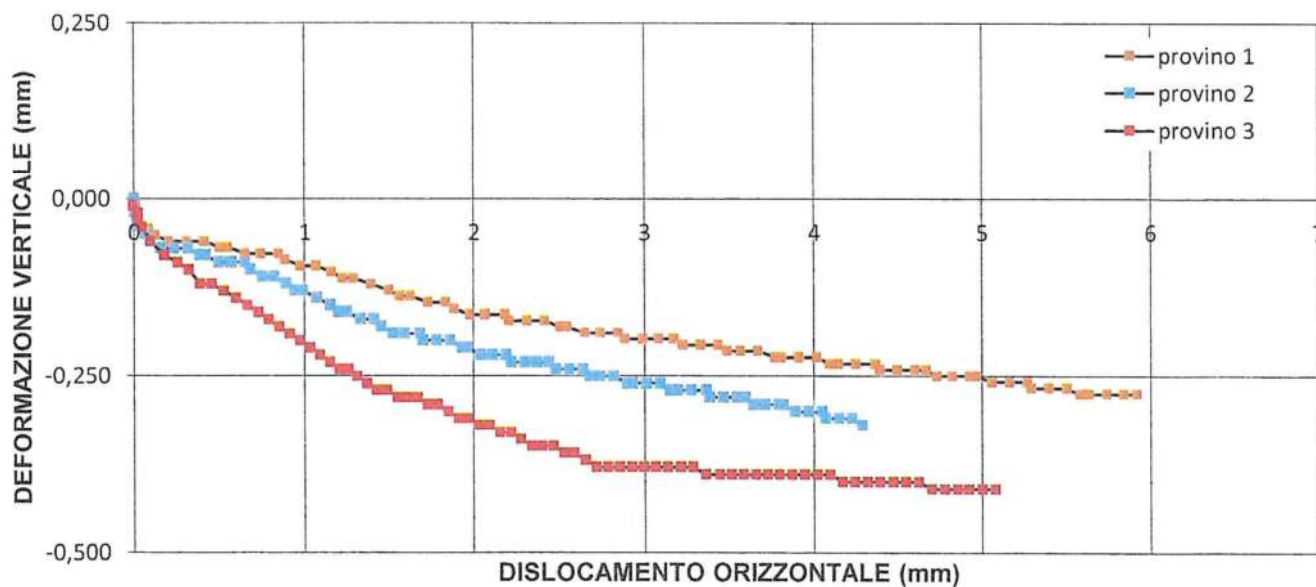
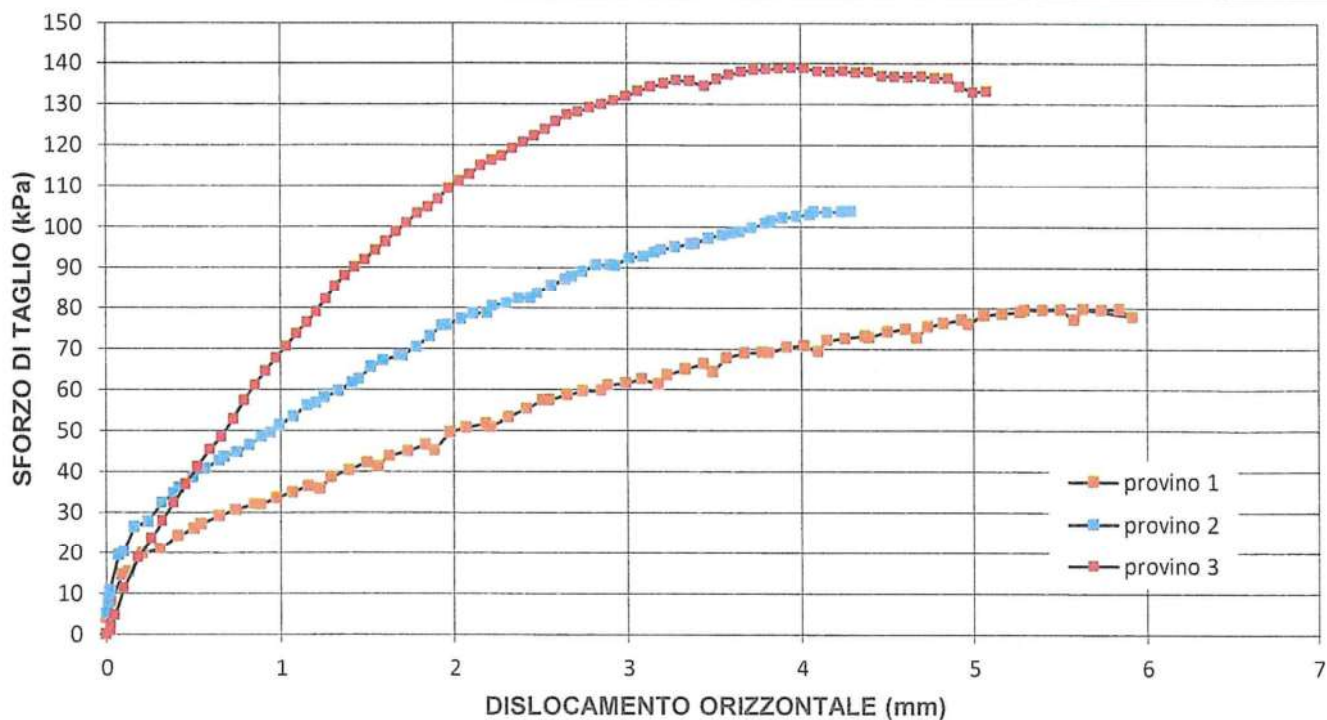
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



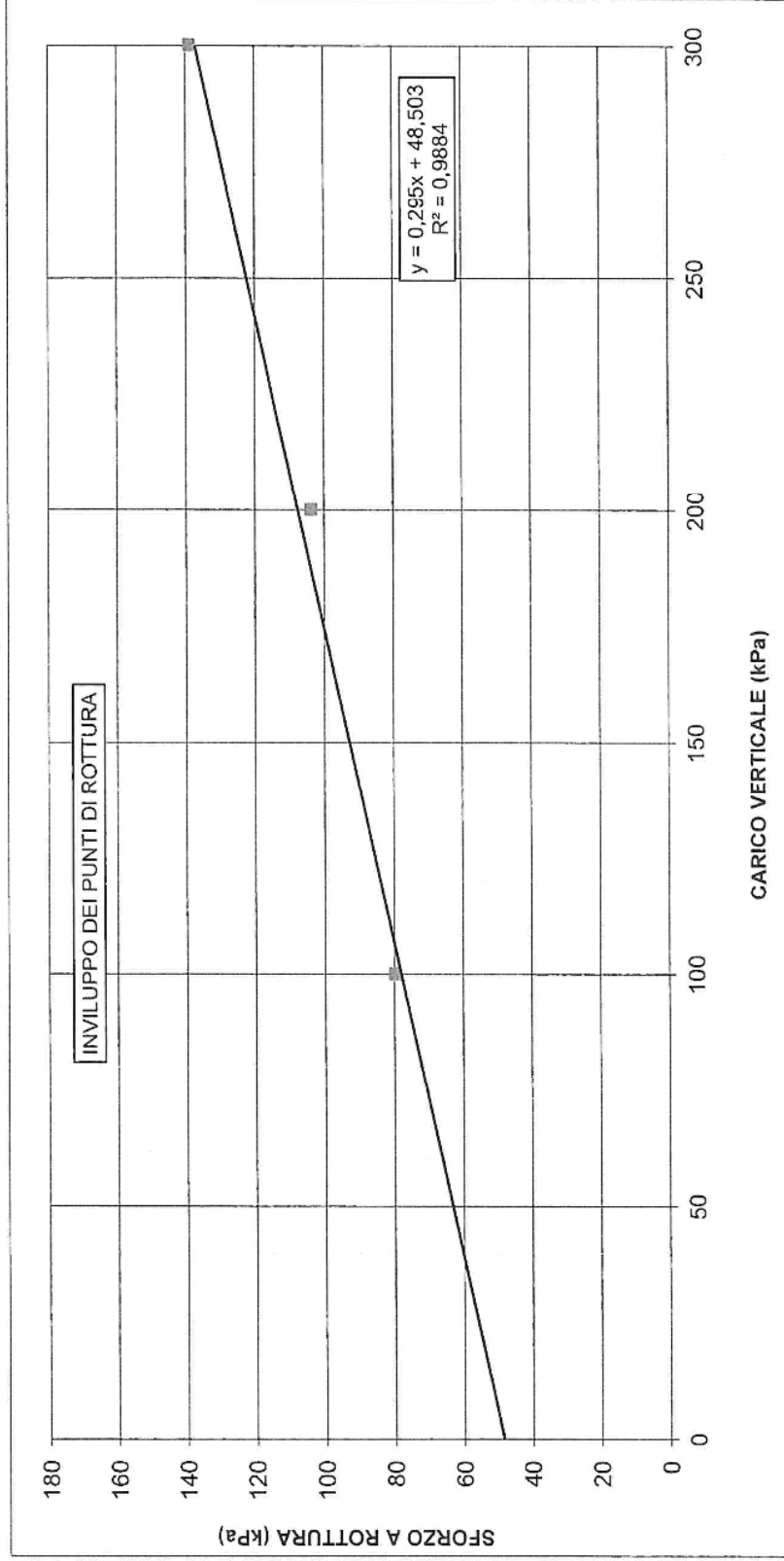
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



CANTIERE: Alessandria - San Michele

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

provino	1	2	3
carico verticale (kPa)	100	200	300
sforzo di taglio (kPa)	79,9	103,8	138,9

$c' \text{ (kPa)} = 48,5$
 $\phi' \text{ (° sessadecimali)} = 16,4$

COMMITTENTE: 3BA S.r.l.
 LOCALITÀ: Alessandria - San Michele
 CANTIERE: Alessandria - San Michele
 ACCETTAZIONE: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2
 CAMPIONE: CI
 PROFONDITÀ (m): 6,10-6,60
 DATA DI PRELIEVO: 07/06/2022

APERTURA E DESCRIZIONE VISIVA-MANUALE DI UN CAMPIONE (ASTM D2488)

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 22/06/2022

tipologia: Indisturbato
 contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
 colore secondo Munsell: 10YR 4/3 Yellowish Brown

diametro nominale (mm): 85
 lunghezza effettiva (cm): 58
 classe di qualità: Q4

ANALISI LABORATORIO ESEGUITE

contenuto naturale acqua	<input type="text"/>	Triassiale U.U.	<input type="text"/>	Edometria	<input type="text"/>
massa volumica naturale	<input type="text"/>	Triassiale C.I.U.	<input type="text"/>	cont. sost. organiche	<input type="text"/>
massa volumica dei grani	<input type="text"/>	Triassiale C.D.	<input type="text"/>	Cloruri	<input type="text"/>
limiti Atterberg	<input type="text" value="X"/>	Compressione E.L.L.	<input type="text"/>	Solfati	<input type="text"/>
Granulometria	<input type="text" value="X"/>	Taglio Diretto	<input type="text" value="X"/>	PH	<input type="text"/>
Sedimentazione	<input type="text" value="X"/>	Taglio Residuo	<input type="text"/>	Colonna Risonante	<input type="text"/>

Descrizione del campione:

Campione omogeneo di materiale coesivo, limo argilloso. Il campione si presenta molto consistente media plasticità e umido al tatto

PROVE SPEDITIVE DI CONSISTENZA

profondità relativa (cm)	lettura al penetrometro tascabile (kPa)	lettura allo scissometro tascabile (kPa)	note
10	400	450	TG_1
20	360	650	TG_2
30	430	450	
40	380	650	TG_3
50	360	350	

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

FOTOGRAFIA DEL CAMPIONE



ALTO

BASSO

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 6,10-6,60

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 24/06/2022

massa terreno setacciato (g): 746,23

Ø / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	746,23	100,00
75	0,00	746,23	100,00
38,1	0,00	746,23	100,00
25,4	0,00	746,23	100,00
19,05	0,00	746,23	100,00
12,7	0,00	746,23	100,00
9,5	4,04	742,19	99,46
4,75	13,08	733,15	98,25
2	17,95	728,28	97,59
1	20,76	725,47	97,22
0,425	23,05	723,18	96,91
0,25	24,20	722,03	96,76
0,125	25,18	721,05	96,63
0,075	26,44	719,79	96,46

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 24/06/2022
 temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
 massa terreno alla sedimentazione (g): 43,28

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,066	24	96,41
60	0,047	21,5	83,98
120	0,034	19	71,55
300	0,022	17,5	64,10
600	0,015	16	56,64
1200	0,011	14,5	49,18
2400	0,008	13	41,72
4800	0,006	11,5	34,26
14400	0,003	10,5	29,29
86400	0,001	10	26,81

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	1,8
% sabbia	1,8
% limo	63,2
% argilla	33,2

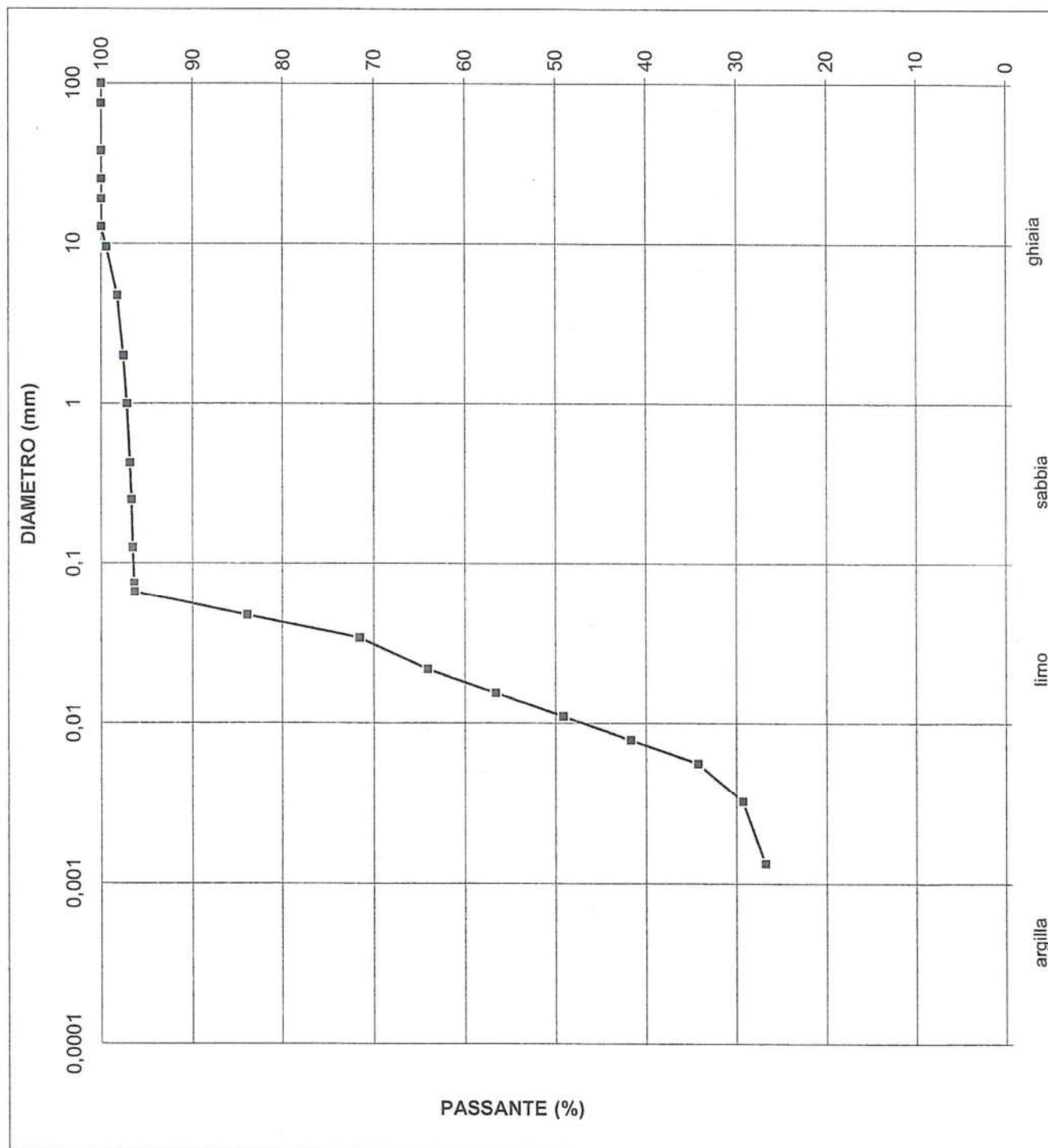
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 6,10-6,60

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

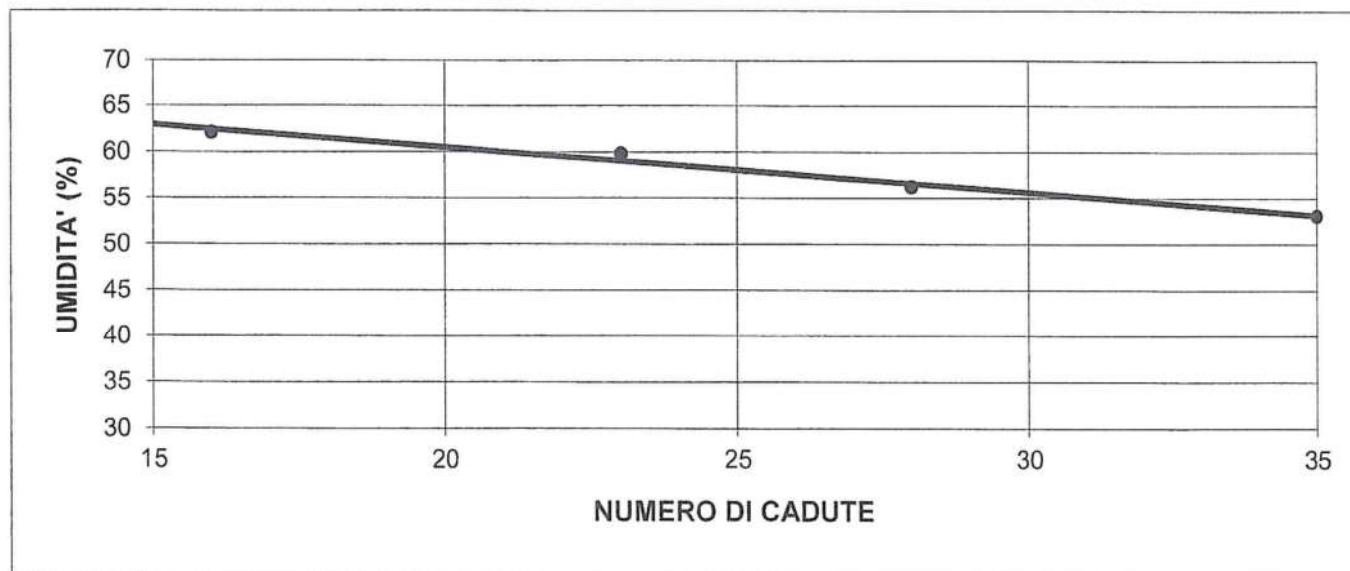
DATI DI PROVA

data di esecuzione: 26/06/2022

limite di liquidità				limite di plasticità		
n° di cadute	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
16	16,03	9,89	62,08	2,60	2,14	21,50
23	18,01	11,27	59,80	4,04	3,33	21,32
28	15,42	9,87	56,23			
35	13,49	8,81	53,12			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)

LIMITE DI LIQUIDITA'	Wl	58 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	21 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	37



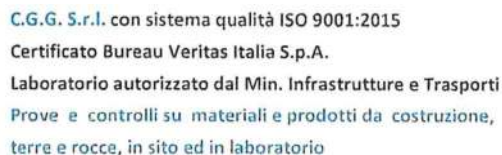
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti con D.M. n° 00186 per l'esecuzione di prove geotecniche sui terreni
via G.Cherchi n.15/17 _ 29122 Piacenza _ tel.: +39.0523.648231 _ fax: +39.0523.574091 _ www.cgg.it _ info@cgg.it



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

Data esecuzione prove: 20/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 6,10-6,60

Tipo Campione: Indisturbato tipo Shelby

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO (ASTM D3080-04)

CARATTERISTICHE DEI PROVINI

	sezione (cm ²)	altezza iniziale (cm)	massa iniziale (g)	umidità iniziale (%)	altezza finale (cm)	umidità finale (%)
provino 1	36,00	2,00	167,79	11,24	1,96	15,17
provino 2	36,00	2,00	162,65	9,79	1,96	14,68
provino 3	36,00	2,00	162,76	14,76	1,93	15,38

DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

provino 1

carico verticale applicato: 100 kPa
velocità di deformazione: 1,37E-01 µm/s

nota: gli sforzi di taglio sono calcolati tenendo conto della riduzione di area dei provini.

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	0,000			2,380	-0,210	211	61,0
0,033	-0,020	31	8,6	2,467	-0,210	216	62,7
0,073	-0,020	33	8,6	2,553	-0,220	224	64,9
0,093	-0,030	36	9,1	2,627	-0,230	231	67,1
0,133	-0,030	41	10,1	2,707	-0,230	235	68,2
0,187	-0,030	46	11,4	2,787	-0,240	238	69,4
0,247	-0,030	49	12,9	2,867	-0,240	244	71,1
0,300	-0,030	55	13,7	2,940	-0,240	246	72,0
0,387	-0,020	62	15,2	3,020	-0,250	248	72,6
1,180	-0,030	67	17,3	3,100	-0,250	251	73,5
1,280	-0,030	70	19,1	3,180	-0,250	251	73,6
1,373	-0,030	77	19,9	3,253	-0,250	254	74,5
1,473	-0,030	81	22,0	3,340	-0,250	252	74,1
1,567	-0,040	110	23,0	3,407	-0,250	255	75,0
1,660	-0,060	135	31,4	3,487	-0,250	250	73,7
1,747	-0,090	149	38,4	3,560	-0,250	254	74,9
1,840	-0,110	162	42,7	3,627	-0,250	254	75,0
1,940	-0,140	172	46,4	3,713	-0,250	254	75,1
2,027	-0,150	181	49,3	3,793	-0,260	253	74,9
2,120	-0,170	188	52,0	3,880	-0,260	251	74,5
2,207	-0,180	197	54,2	3,960	-0,260	250	74,4
2,293	-0,190	204	56,9	4,047	-0,260	251	74,7
2,380	-0,210	211	58,8	4,120	-0,260	247	73,8

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
4,200	-0,250	249	74,4	5,600	-0,220	232	71,0
4,273	-0,250	248	74,2	5,667	-0,220	230	70,6
4,367	-0,250	248	74,4	5,727	-0,210	230	70,6
4,460	-0,250	247	74,2	5,787	-0,210	229	70,4
4,553	-0,250	246	74,1	5,853	-0,210	225	69,1
4,640	-0,250	244	73,3	5,913	-0,210	224	68,9
4,727	-0,250	244	73,5	5,960	-0,210	226	69,8
4,813	-0,240	244	73,6	6,007	-0,210	223	68,8
4,900	-0,240	243	73,4	6,060	-0,210	223	68,8
4,987	-0,240	239	72,4	6,113	-0,210	223	68,9
5,067	-0,240	240	72,8	5,787	-0,210	229	70,4
5,147	-0,230	240	72,9	5,853	-0,210	225	69,1
5,233	-0,230	238	72,5	5,913	-0,210	224	68,9
5,313	-0,230	236	72,0	5,960	-0,210	226	69,8
5,400	-0,230	235	71,9	6,007	-0,210	223	68,8
5,467	-0,220	234	71,4	6,060	-0,210	223	68,8
5,540	-0,220	232	70,9	6,113	-0,210	223	68,9

provino 2

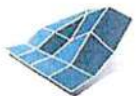
carico verticale applicato: 200 kPa
velocità di deformazione: 9,65E-02 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	0,000			1,126	-0,088	286	81,0
0,127	-0,010	10	2,7	1,186	-0,095	293	83,2
0,129	-0,024	16	4,4	1,247	-0,099	301	85,4
0,121	-0,032	16	4,4	1,310	-0,102	308	87,6
0,170	-0,036	15	4,2	1,378	-0,103	315	89,6
0,280	-0,038	15	4,2	1,442	-0,104	320	91,2
0,387	-0,039	16	4,4	1,509	-0,104	326	92,8
0,495	-0,043	21	5,8	1,580	-0,105	329	93,9
0,590	-0,010	29	8,1	1,654	-0,104	333	95,1
0,387	-0,024	45	12,5	1,733	-0,104	334	95,7
0,645	-0,032	55	15,5	1,812	-0,103	337	96,4
0,661	-0,036	66	18,4	1,897	-0,103	336	96,4
0,664	-0,038	78	22,0	1,980	-0,101	337	96,9
0,669	-0,039	100	28,0	2,072	-0,099	338	97,3
0,680	-0,043	121	34,1	2,162	-0,097	339	97,7
0,698	-0,044	142	39,8	2,253	-0,093	340	98,2
0,733	-0,045	160	45,0	2,346	-0,092	342	98,8
0,776	-0,051	179	50,3	2,441	-0,091	342	99,0
0,816	-0,057	197	55,6	2,535	-0,090	340	98,7
0,863	-0,063	218	61,3	2,631	-0,088	340	98,7
0,916	-0,066	235	66,4	2,731	-0,086	340	98,9
0,968	-0,071	249	70,2	2,834	-0,086	337	98,4
1,020	-0,076	264	74,5	2,936	-0,084	337	98,3
1,072	-0,084	275	77,7	3,040	-0,083	333	97,4

commessa: 141/22
settore: 04
id. campione: S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G.

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
3,143	-0,081	331	97,2	4,855	-0,067	300,2	90,7
3,247	-0,081	328	96,5	4,962	-0,068	298,7	90,5
3,354	-0,079	325	95,6	5,070	-0,068	296,5	90,0
3,461	-0,079	325	95,7	5,180	-0,069	292,0	88,8
3,570	-0,077	322	95,0	5,292	-0,068	290,5	88,5
3,676	-0,076	321	95,0	5,403	-0,068	289,0	88,2
3,784	-0,075	319	94,5	5,512	-0,068	287,5	87,9
3,891	-0,074	317	94,0	5,622	-0,067	286,8	87,9
3,999	-0,074	314	93,3	5,731	-0,068	286,0	87,8
4,105	-0,073	313	93,3	5,838	-0,068	271,1	83,4
4,212	-0,072	311	92,8	5,946	-0,068	268,2	82,7
4,319	-0,072	308	92,3	5,999	-0,067	265,9	82,1
4,426	-0,072	308	92,3	5,999	-0,067	265,2	81,8
4,534	-0,069	306	92,0	6,000	-0,067	263,7	81,4
4,641	-0,069	302	91,0	6,000	-0,061	263,7	81,4
4,748	-0,068	302	91,0	6,000	-0,059	263,7	81,4

provino 3

carico verticale applicato: 300 kPa
velocità di deformazione: 1,17E-01 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
				1,610	-0,190	385	109,9
0,090	-0,010	132	36,7	1,680	-0,190	386	110,3
0,150	-0,020	152	42,3	1,720	-0,200	387	110,7
0,180	-0,040	180	50,2	1,800	-0,210	388	111,1
0,250	-0,050	213	59,4	1,880	-0,210	388	111,3
0,330	-0,060	240	67,0	1,940	-0,220	388	111,4
0,380	-0,070	255	71,3	1,990	-0,220	388	111,5
0,420	-0,080	269	75,2	2,070	-0,230	388	111,6
0,500	-0,090	288	80,7	2,140	-0,230	389	112,1
0,570	-0,090	303	85,0	2,180	-0,240	389	112,1
0,620	-0,100	315	88,4	2,250	-0,240	387	111,7
0,670	-0,110	321	90,2	2,330	-0,250	387	111,8
0,750	-0,110	332	93,4	2,410	-0,250	387	112,0
0,820	-0,120	342	96,3	2,430	-0,260	388	112,3
0,870	-0,130	346	97,5	2,510	-0,260	385	111,6
0,920	-0,130	352	99,3	2,590	-0,260	384	111,5
1,000	-0,140	360	101,7	2,630	-0,270	387	112,4
1,080	-0,140	365	103,2	2,690	-0,270	386	112,3
1,120	-0,150	370	104,7	2,770	-0,280	380	110,7
1,180	-0,160	371	105,1	2,840	-0,280	386	112,5
1,260	-0,160	375	106,4	2,870	-0,280	377	110,0
1,340	-0,170	377	107,1	2,950	-0,290	377	110,1
1,420	-0,170	379	107,8	3,020	-0,290	375	109,7
1,450	-0,180	379	107,9	3,080	-0,300	377	110,4
1,530	-0,180	383	109,2	3,130	-0,300	373	109,3

commessa: 141/22
settore: 04
id. campione: S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

**C.G.G.**

C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

certificato di prova n° 1028/22 del 29/06/2022
pag. 4 di 5

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
3,210	-0,310	373	109,5	4,200	-0,370	347	103,6
3,290	-0,310	371	109,0	4,280	-0,380	344	102,9
3,340	-0,310	371	109,1	4,360	-0,380	343	102,7
3,390	-0,320	368	108,3	4,390	-0,380	342	102,5
3,480	-0,320	369	108,8	4,460	-0,390	340	102,0
3,560	-0,330	369	109,0	4,540	-0,390	340	102,2
3,590	-0,330	372	109,9	4,620	-0,400	338	101,7
3,660	-0,330	370	109,5	4,690	-0,400	342	103,1
3,740	-0,340	358	106,1	4,730	-0,400	335	101,0
3,820	-0,340	357	105,9	4,810	-0,410	334	100,9
3,850	-0,350	358	106,3	4,880	-0,410	334	101,0
3,930	-0,350	354	105,2	4,950	-0,420	332	100,5
4,010	-0,360	354	105,4	4,990	-0,420	332	100,6
4,090	-0,360	351	104,6	5,070	-0,430	331	100,4
4,130	-0,360	349	104,1				

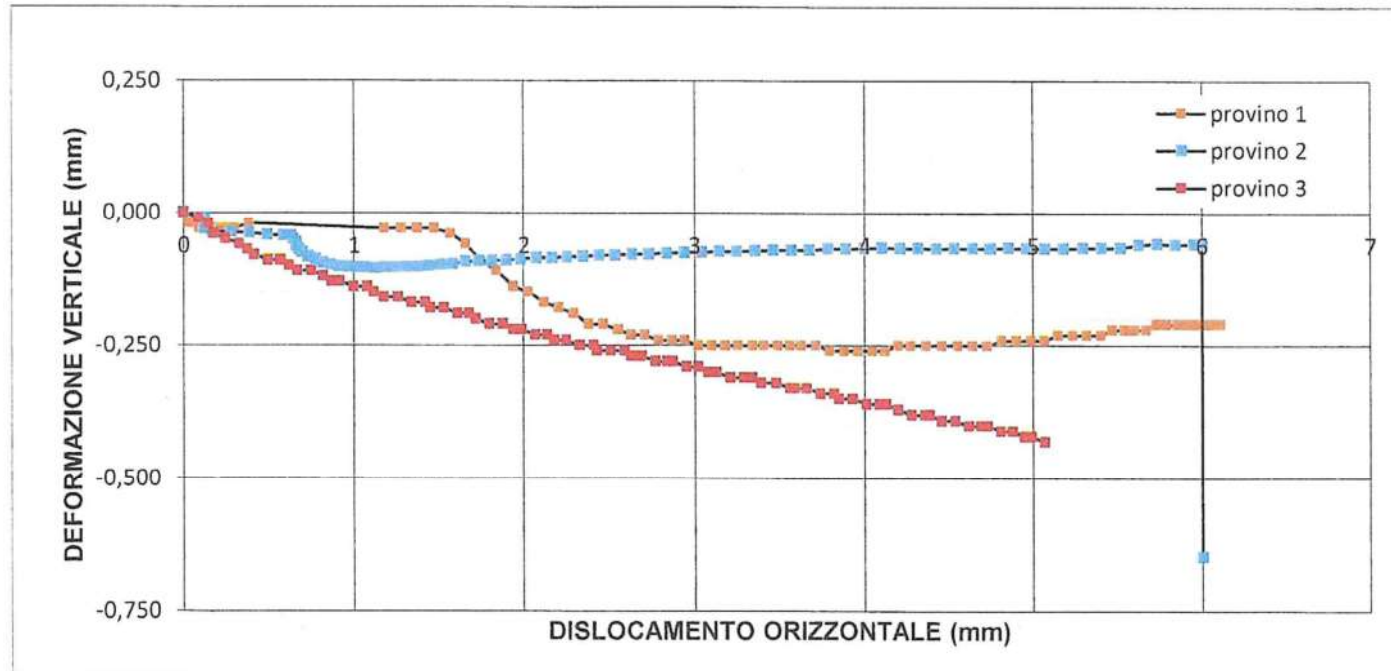
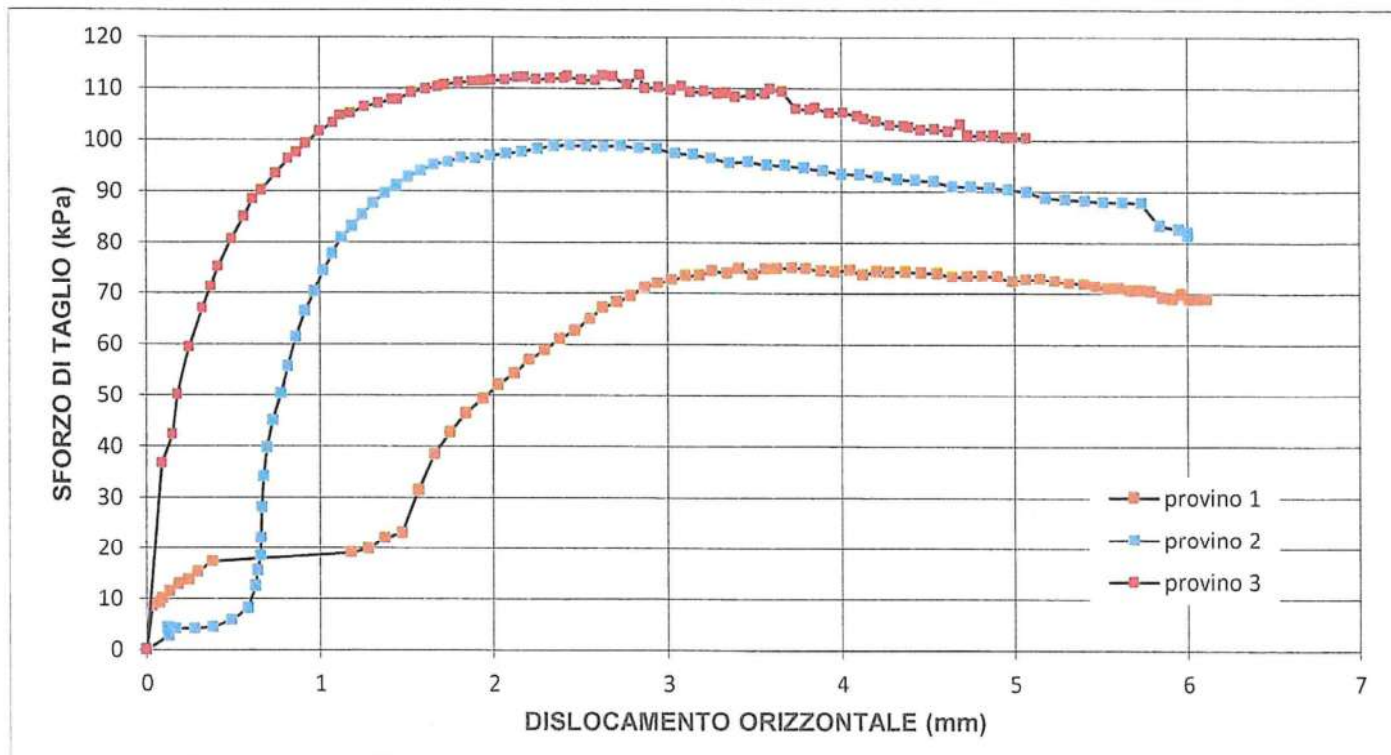
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



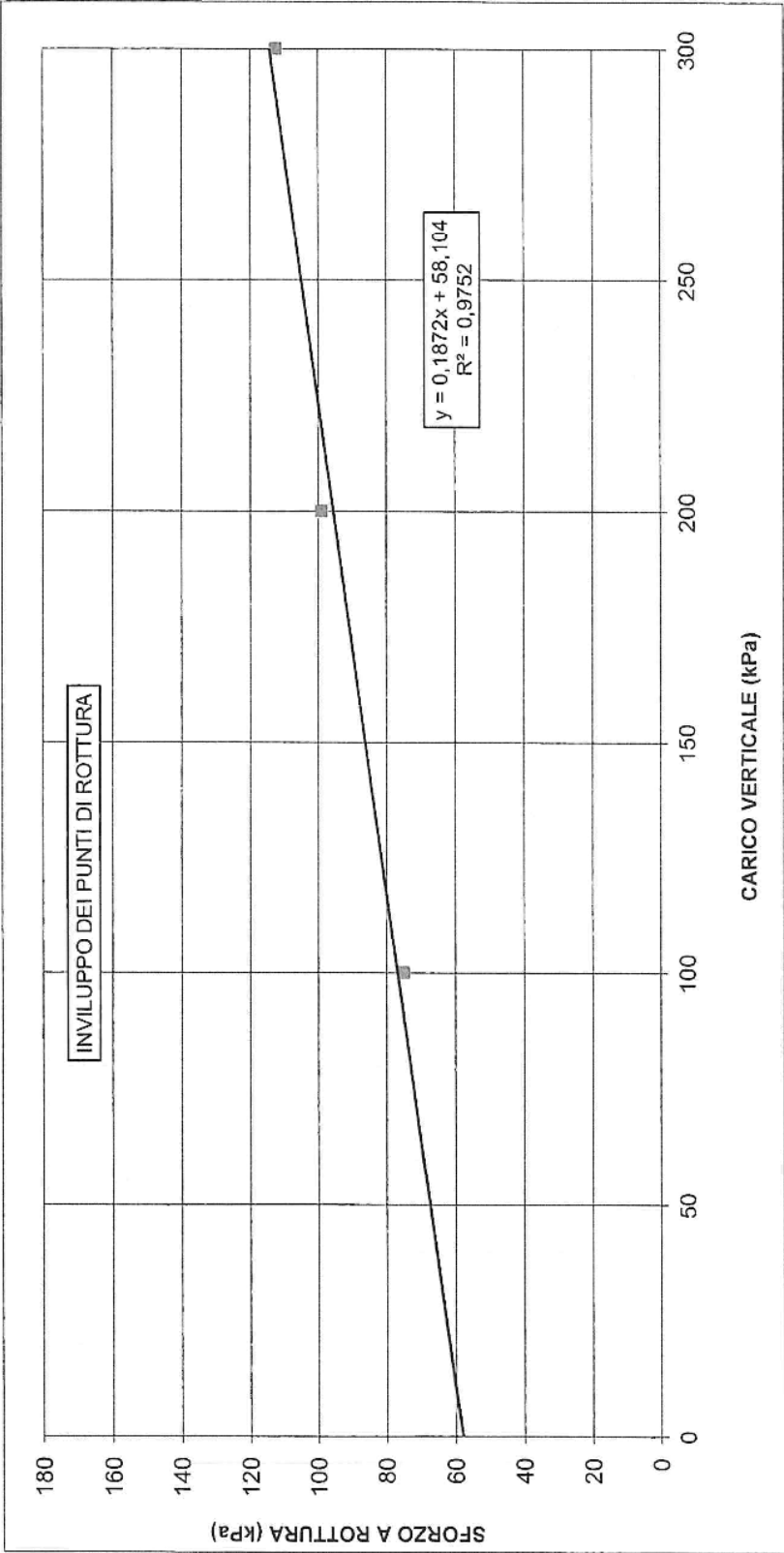
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



CANTIERE: Alessandria - San Michele

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

provino	1	2	3
carico verticale (kPa)	100	200	300
sforzo di taglio (kPa)	75,1	99,0	112,5

$c' \text{ (kPa)} = 58,1$
 $\phi' \text{ (}^\circ \text{ sessadecimale)} = 10,6$



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.
LOCALITÀ: Alessandria - San Michele
CANTIERE: Alessandria - San Michele
ACCETTAZIONE: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2
CAMPIONE: CI
PROFONDITÀ (m): 12,20-12,80
DATA DI PRELIEVO: 07/06/2022

APERTURA E DESCRIZIONE VISIVA-MANUALE DI UN CAMPIONE (ASTM D2488)

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 22/06/2022

tipologia: Indisturbato
contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
colore secondo Munsell: 10YR 5/4 Yellowish Brown

diametro nominale (mm): 85
lunghezza effettiva (cm): 57
classe di qualità: Q4

ANALISI LABORATORIO ESEGUITE

contenuto naturale acqua	<input type="text"/>	Triassiale U.U.	<input type="text"/>	Edometria	<input type="text"/>
massa volumica naturale	<input type="text"/>	Triassiale C.I.U.	<input type="text"/>	cont. sost. organiche	<input type="text"/>
massa volumica dei grani	<input type="text"/>	Triassiale C.D.	<input type="text"/>	Cloruri	<input type="text"/>
limiti Atterberg	<input type="text" value="X"/>	Compressione E.L.L.	<input type="text"/>	Solfati	<input type="text"/>
Granulometria	<input type="text" value="X"/>	Taglio Diretto	<input type="text" value="X"/>	PH	<input type="text"/>
Sedimentazione	<input type="text" value="X"/>	Taglio Residuo	<input type="text"/>	Colonna Risonante	<input type="text"/>

Descrizione del campione:

Campione omogeneo di materiale coesivo, limo argilloso. Il campione si presenta molto consistente media plasticità e umido al tatto

PROVE SPEDITIVE DI CONSISTENZA

profondità relativa (cm)	lettura al penetrometro tascabile (kPa)	lettura allo scissometro tascabile (kPa)	note
10	210	560	TG_1
20	190	550	TG_2
30	150	550	
40	150	330	TG_3
50	150	400	

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

FOTOGRAFIA DEL CAMPIONE



ALTO

BASSO

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 12,20-12,80

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 24/06/2022

massa terreno setacciato (g): 331,50

Ø / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	331,50	100,00
75	0,00	331,50	100,00
38,1	0,00	331,50	100,00
25,4	0,00	331,50	100,00
19,05	0,00	331,50	100,00
12,7	0,00	331,50	100,00
9,5	1,00	330,50	99,70
4,75	5,37	326,13	98,38
2	9,87	321,63	97,02
1	12,23	319,27	96,31
0,425	16,84	314,66	94,92
0,25	19,23	312,27	94,20
0,125	22,81	308,69	93,12
0,075	27,07	304,43	91,83

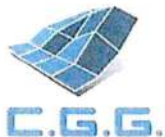
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 24/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 43,28

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,066	24	91,50
60	0,047	21,5	79,71
120	0,034	19	67,91
300	0,022	17,5	60,83
600	0,015	16	53,75
1200	0,011	14,5	46,67
2400	0,008	13	39,60
4800	0,006	11,5	32,52
14400	0,003	10,5	27,80
86400	0,001	10	25,44

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	1,6
% sabbia	6,5
% limo	60,3
% argilla	31,5

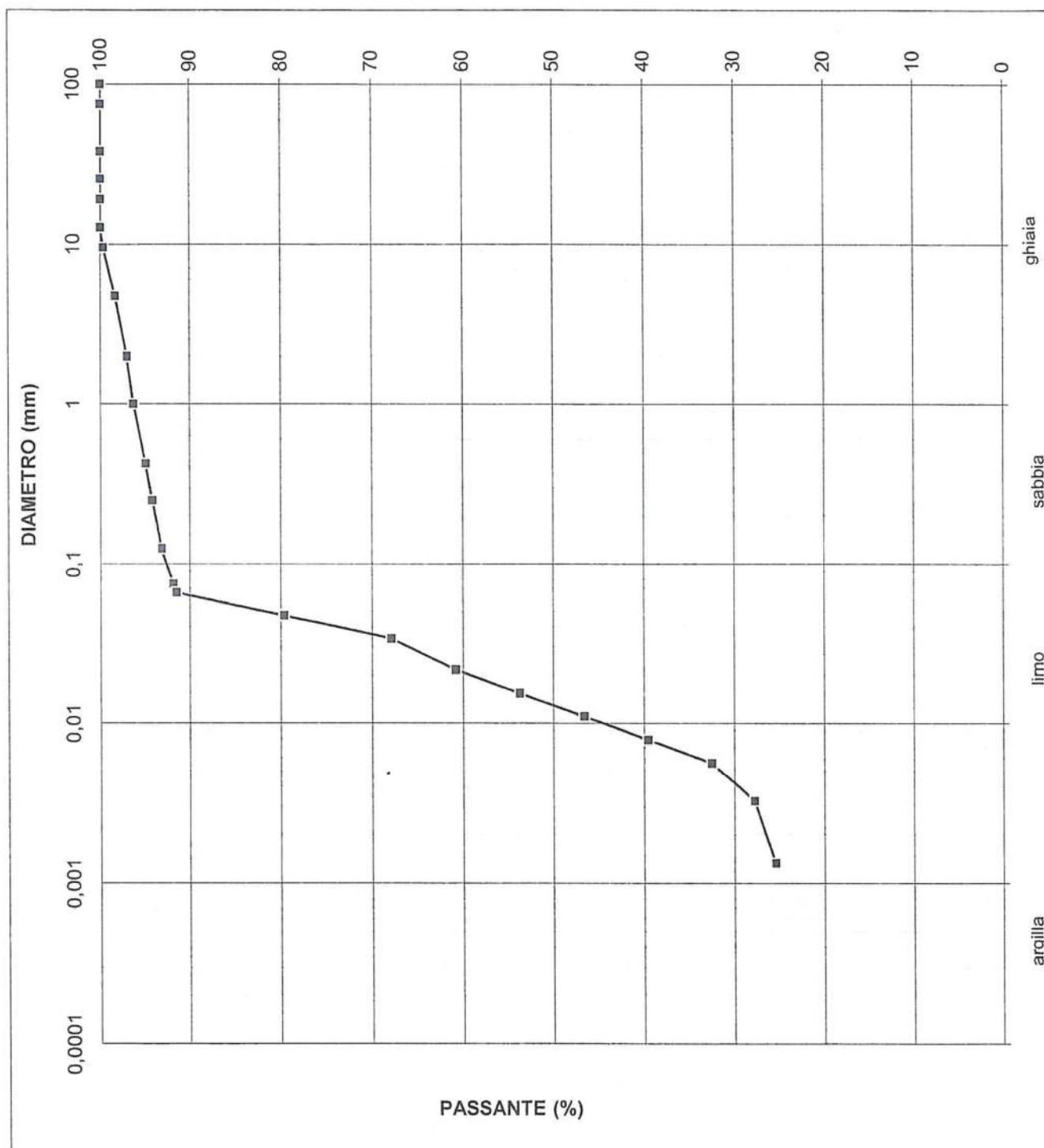
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 Cl

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 12,20-12,80

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

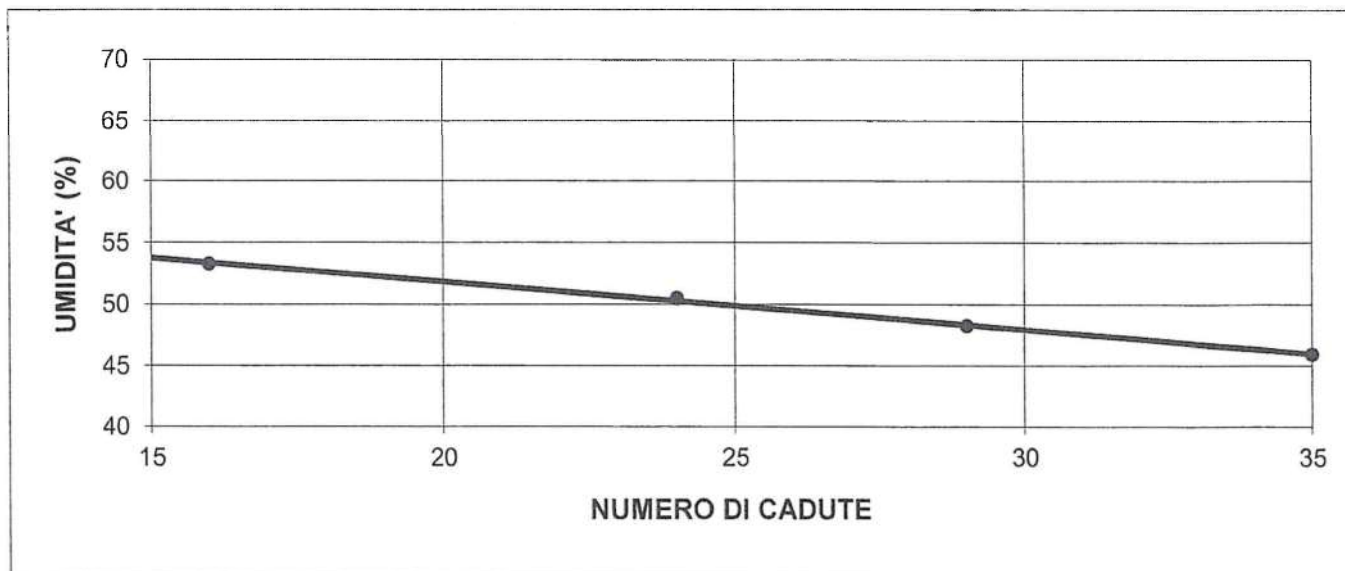
DATI DI PROVA

data di esecuzione: 24/06/2022

limite di liquidità				limite di plasticità		
n° di cadute	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
16	14,84	9,68	53,31	3,98	3,23	23,22
24	13,44	8,93	50,50	3,98	3,22	23,60
29	14,29	9,64	48,24			
35	11,56	7,92	45,96			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)

LIMITE DI LIQUIDITA'	Wl	50 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	23 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	27



commessa:
141/22

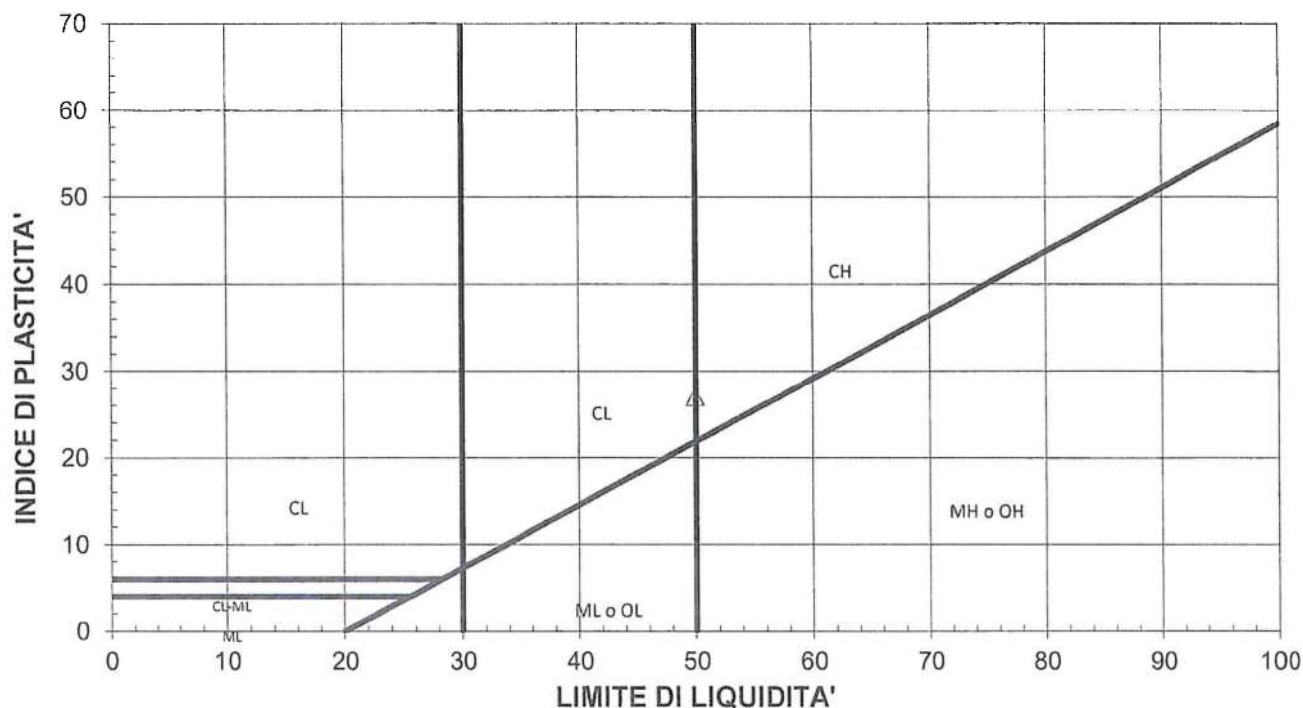
settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

CARTA DI PLASTICITA'



M = limi inorganici
 C = argille inorganiche
 O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
 H = alto limite di liquidità

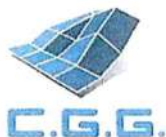
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

Data esecuzione prove: 25/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 12,20-12,80

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

TIPO CAMPIONE: Indisturbato

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO (ASTM D3080-04)

CARATTERISTICHE DEI PROVINI

	sezione (cm ²)	altezza iniziale (cm)	massa iniziale (g)	umidità iniziale (%)	altezza finale (cm)	umidità finale (%)
provino 1	36,00	2,00	134,18	41,16	1,95	41,38
provino 2	36,00	2,00	137,45	42,07	1,92	43,02
provino 3	36,00	2,00	134,80	40,34	1,83	39,04

DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

provino 1

carico verticale applicato: 100 kPa
velocità di deformazione: 1,33E-01 µm/s

nota: gli sforzi di taglio sono calcolati tenendo conto della riduzione di area dei provini.

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
				1,710	-0,100	173	49,6
0,090	-0,080	3	0,9	1,810	-0,110	180	51,6
0,160	-0,080	13	0,9	1,860	-0,100	184	52,8
0,220	-0,090	20	3,7	1,940	-0,100	188	53,8
0,320	-0,090	26	5,6	2,050	-0,100	193	55,6
0,390	-0,090	32	7,2	2,120	-0,110	196	56,4
0,480	-0,090	38	8,9	2,160	-0,100	200	57,6
0,550	-0,100	43	10,5	2,280	-0,110	203	58,5
0,630	-0,100	49	12,1	2,360	-0,110	206	59,5
0,720	-0,100	55	13,8	2,420	-0,110	203	58,9
0,760	-0,100	66	15,5	2,490	-0,110	209	60,6
0,850	-0,100	80	18,5	2,550	-0,110	208	60,4
0,930	-0,100	93	22,5	2,630	-0,100	210	61,0
1,000	-0,100	104	26,1	2,750	-0,110	213	62,1
1,100	-0,100	113	29,4	2,800	-0,110	213	61,9
1,170	-0,100	123	31,8	2,870	-0,120	216	63,0
1,270	-0,100	131	34,9	2,970	-0,130	218	63,6
1,340	-0,100	138	37,1	3,020	-0,140	218	63,9
1,410	-0,110	147	39,3	3,110	-0,150	219	64,2
1,480	-0,100	154	41,7	3,200	-0,160	220	64,6
1,580	-0,100	164	43,9	3,310	-0,160	224	65,9
1,630	-0,110	168	46,8	3,380	-0,170	223	65,5
1,710	-0,100	173	48,1	3,440	-0,170	223	65,8

commessa: 141/22 settore: 04 id. campione: S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Mangeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
3,540	-0,180	224	66,2	4,870	-0,210	230	69,5
3,620	-0,180	224	66,3	4,940	-0,210	229	69,4
3,700	-0,190	225	66,6	5,030	-0,210	229	69,5
3,750	-0,190	228	67,4	5,100	-0,210	228	69,3
3,840	-0,200	228	67,5	5,180	-0,210	228	69,2
3,930	-0,200	228	67,9	5,260	-0,210	227	69,0
4,010	-0,200	230	68,5	5,350	-0,210	226	68,9
4,070	-0,200	231	68,8	5,430	-0,210	225	68,7
4,180	-0,200	230	68,7	5,510	-0,210	224	68,6
4,240	-0,200	230	68,7	5,560	-0,210	224	68,6
4,330	-0,200	233	69,6	5,650	-0,210	223	68,5
4,390	-0,200	232	69,4	5,750	-0,210	223	68,4
4,460	-0,200	233	69,8	5,810	-0,210	222	68,2
4,540	-0,210	232	69,6	5,900	-0,210	221	68,0
4,630	-0,210	231	69,5	5,980	-0,210	219	67,6
4,690	-0,210	231	69,6	6,060	-0,210	218	67,2
4,790	-0,210	230	69,4	6,090	-0,210	216	66,7

provino 2

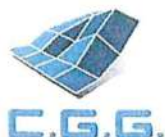
carico verticale applicato: 200 kPa
 velocità di deformazione: 1,28E-01 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	0,000			1,880	-0,121	339	97,2
0,080	-0,016	5	1,3	1,930	-0,126	343	98,4
0,160	-0,056	7	2,0	2,020	-0,132	346	99,6
0,230	-0,071	15	4,3	2,080	-0,139	349	100,5
0,290	-0,079	51	14,2	2,170	-0,147	354	101,9
0,360	-0,085	85	23,9	2,260	-0,157	355	102,3
0,470	-0,089	110	30,8	2,330	-0,169	356	103,0
0,560	-0,092	140	39,3	2,390	-0,179	357	103,4
0,610	-0,094	162	45,4	2,490	-0,188	358	103,8
0,710	-0,098	183	51,4	2,560	-0,201	360	104,5
0,770	-0,100	203	57,0	2,660	-0,209	360	104,6
0,840	-0,102	218	61,5	2,750	-0,215	361	105,1
0,940	-0,105	232	65,4	2,800	-0,226	363	105,7
0,980	-0,106	245	69,3	2,890	-0,234	362	105,6
1,080	-0,109	257	72,8	2,950	-0,240	362	105,7
1,170	-0,110	267	75,7	3,040	-0,245	361	105,6
1,240	-0,112	278	78,9	3,120	-0,250	360	105,5
1,340	-0,114	287	81,6	3,200	-0,259	361	105,9
1,390	-0,114	298	84,8	3,300	-0,265	360	105,8
1,490	-0,116	306	87,3	3,350	-0,270	358	105,4
1,560	-0,118	313	89,2	3,460	-0,274	357	105,3
1,640	-0,120	321	91,6	3,520	-0,279	355	104,9
1,730	-0,121	327	93,6	3,590	-0,283	354	104,5
1,780	-0,121	334	95,5	3,700	-0,286	353	104,4

commessa: 141/22 settore: 04 id. campione: S2 CI

lo sperimentatore:
 Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
 Dott. Massimiliano Galli



dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
3,770	-0,295	354	104,8	5,000	-0,340	337,3	102,2
3,860	-0,299	354	105,0	5,080	-0,342	336,4	102,1
3,910	-0,303	353	104,8	5,180	-0,343	336,4	102,3
4,000	-0,304	351	104,4	5,280	-0,345	335,5	102,2
4,080	-0,308	350	104,3	5,340	-0,351	335,5	102,3
4,180	-0,310	349	104,2	5,400	-0,353	334,5	102,1
4,210	-0,313	347	103,7	5,510	-0,355	333,6	102,0
4,300	-0,315	347	103,9	5,590	-0,356	332,7	101,9
4,390	-0,322	346	103,8	5,650	-0,357	331,8	101,8
4,450	-0,326	343	102,8	5,750	-0,358	330,0	101,4
4,530	-0,328	342	102,7	5,810	-0,358	329,1	101,2
4,650	-0,331	341	102,7	5,920	-0,360	328,2	101,1
4,710	-0,333	340	102,5	5,980	-0,362	327,3	101,0
4,790	-0,334	339	102,4	6,040	-0,363	326,4	100,8
4,860	-0,336	339	102,5	6,120	-0,364	325,5	100,7
4,930	-0,338	337	102,1	6,180	-0,365	322,7	99,9

provino 3

carico verticale applicato: 300 kPa
 velocità di deformazione: 1,27E-01 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,060	-0,030	10	2,7	1,960	-0,310	260	74,8
0,150	-0,070	21	5,8	2,050	-0,320	262	75,3
0,220	-0,090	32	8,9	2,110	-0,330	268	77,1
0,300	-0,120	49	13,5	2,170	-0,350	270	77,9
0,370	-0,130	74	20,6	2,260	-0,370	273	78,8
0,450	-0,140	103	28,8	2,330	-0,390	281	81,1
0,520	-0,150	127	35,5	2,390	-0,400	285	82,5
0,640	-0,150	143	40,2	2,490	-0,420	289	83,7
0,690	-0,160	157	44,2	2,580	-0,430	295	85,6
0,760	-0,170	169	47,5	2,640	-0,450	301	87,4
0,840	-0,190	177	49,8	2,740	-0,470	306	89,1
0,930	-0,190	185	52,2	2,820	-0,480	311	90,7
1,010	-0,200	192	54,2	2,890	-0,490	319	93,2
1,110	-0,200	198	56,0	2,970	-0,510	324	94,7
1,190	-0,200	204	57,7	3,050	-0,520	330	96,5
1,270	-0,210	211	59,9	3,110	-0,530	335	98,2
1,340	-0,210	215	61,1	3,210	-0,550	342	100,3
1,400	-0,220	223	63,5	3,290	-0,560	349	102,4
1,500	-0,230	231	65,9	3,380	-0,570	351	103,2
1,570	-0,240	243	69,2	3,450	-0,590	357	105,1
1,630	-0,250	252	72,0	3,540	-0,600	361	106,6
1,720	-0,260	255	73,0	3,600	-0,610	367	108,5
1,810	-0,290	256	73,3	3,680	-0,630	371	109,8
1,880	-0,300	259	74,3	3,770	-0,640	374	110,8
				3,860	-0,660	376	111,7

commessa: 141/22
 settore: 04
 id. campione: S2 CI

lo sperimentatore:
 Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
 Dott. Massimiliano Galli

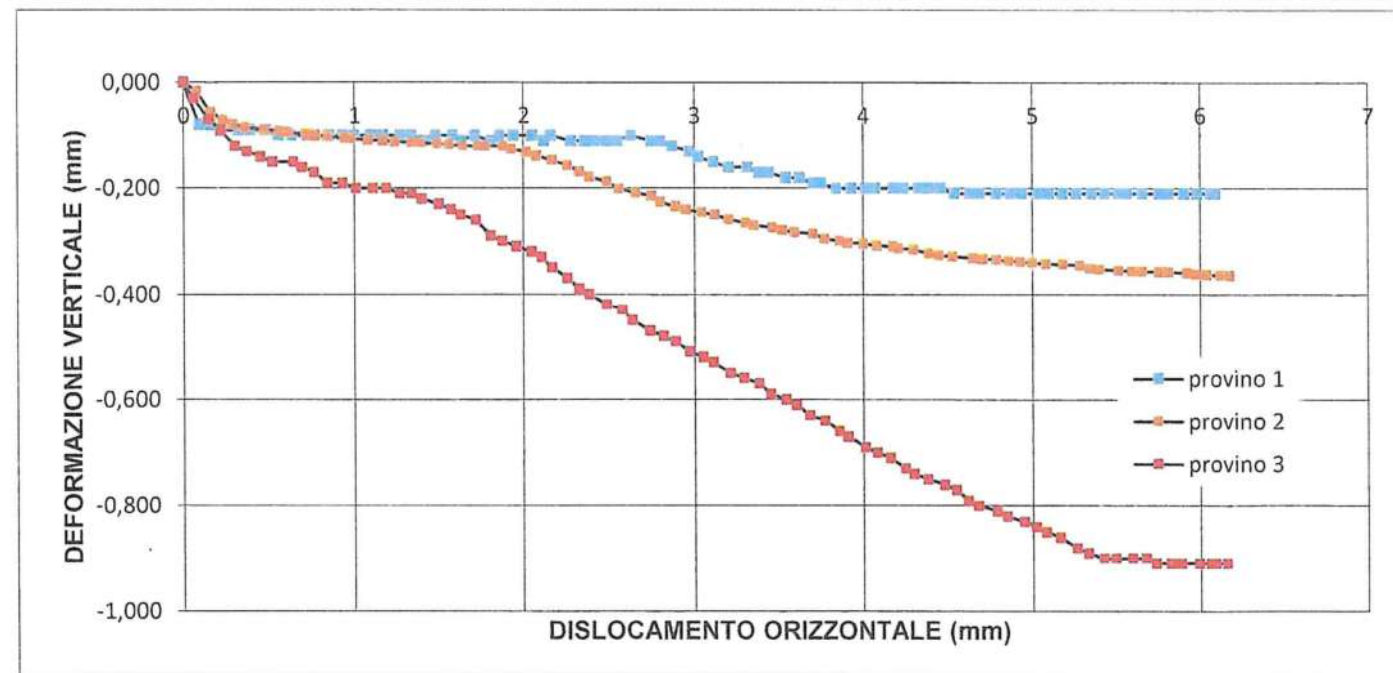
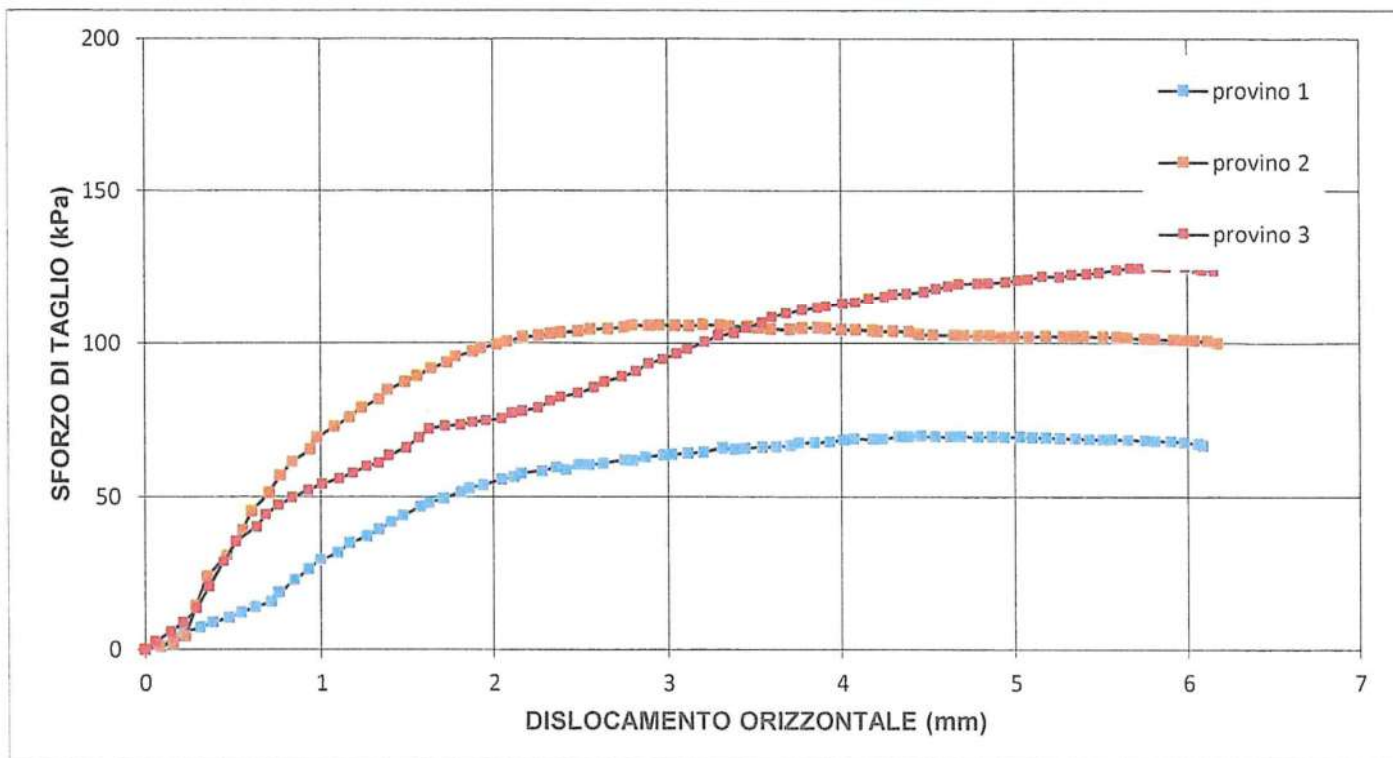


dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
3,910	-0,670	378	112,2	5,080	-0,850	399	120,9
4,010	-0,690	380	113,1	5,160	-0,860	401	122,0
4,080	-0,700	381	113,4	5,260	-0,880	400	121,8
4,160	-0,710	384	114,7	5,330	-0,710	402	122,6
4,250	-0,730	386	115,3	5,420	-0,900	402	122,8
4,300	-0,740	388	116,1	5,490	-0,900	403	123,2
4,380	-0,750	388	116,3	5,590	-0,900	405	124,1
4,480	-0,760	390	116,9	5,670	-0,900	407	124,8
4,550	-0,770	393	118,0	5,730	-0,910	406	124,7
4,620	-0,790	395	118,8	5,820	-0,910	407	125,1
4,680	-0,800	397	119,6	5,880	-0,910	406	125,0
4,790	-0,810	396	119,6	5,990	-0,910	405	125,0
4,850	-0,820	396	119,8	6,060	-0,910	403	124,5
4,950	-0,830	397	120,2	6,090	-0,910	401	124,1
5,020	-0,840	399	120,8	6,160	-0,910	400	123,8

commessa: 141/22
settore: 04
id. campione: S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



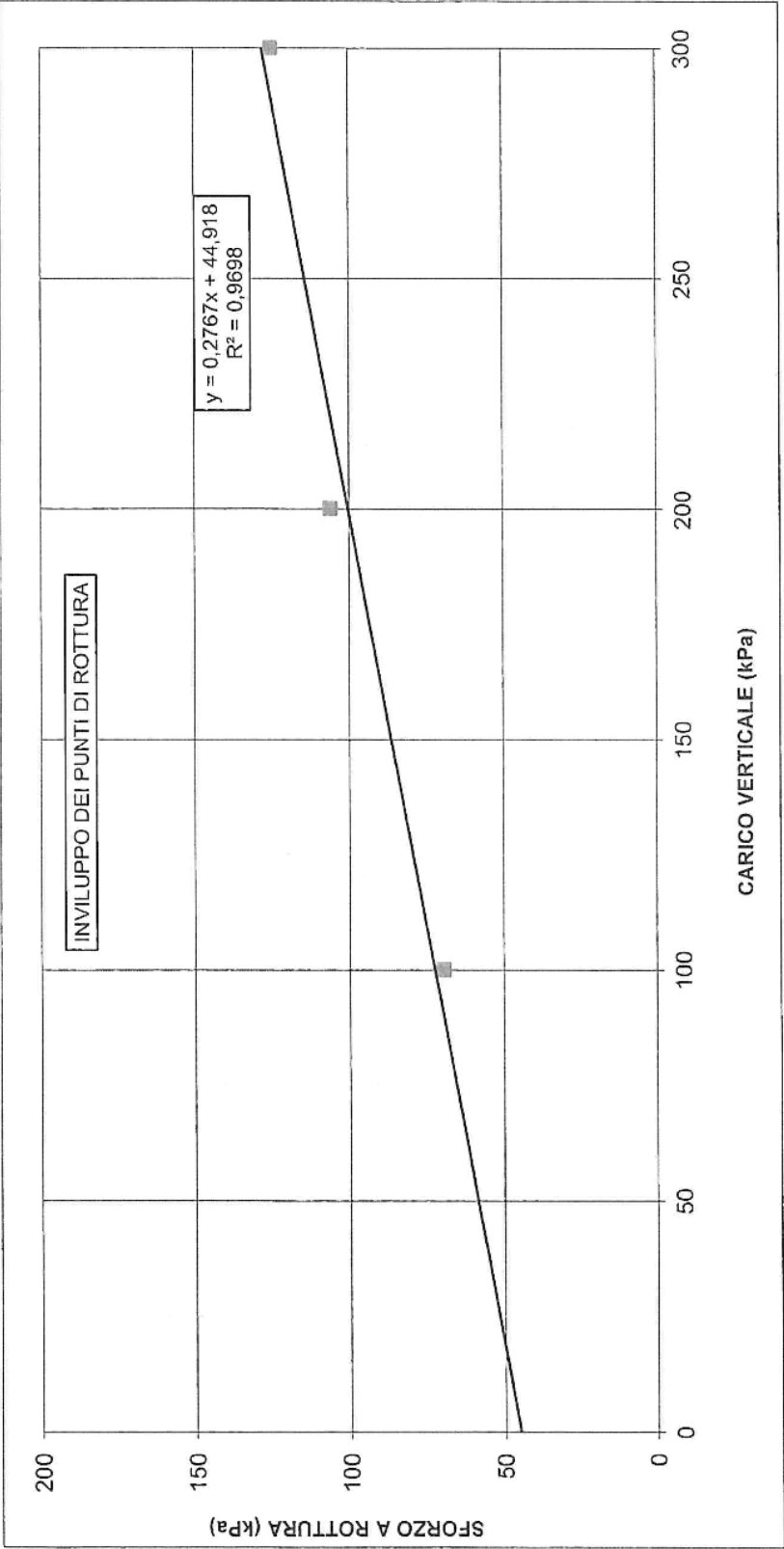
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



CANTIERE: Alessandria - San Michele

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

provino	1	2	3
carico verticale (kPa)	100	200	300
sforzo di taglio (kPa)	69,8	105,9	125,1

$c' \text{ (kPa)} = 44,9$
 $\phi' \text{ (}^\circ \text{ sessadecimali)} = 15,5$



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.
LOCALITÀ: Alessandria - San Michele
CANTIERE: Alessandria - San Michele
Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2
CAMPIONE: CR
PROFONDITÀ (m): 4,00-4,50
DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 24/06/2022

massa terreno setacciato (g): 462,88

ϕ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	462,88	100,00
75	0,00	462,88	100,00
38,1	0,00	462,88	100,00
25,4	0,00	462,88	100,00
19,05	0,00	462,88	100,00
12,7	0,00	462,88	100,00
9,5	0,00	462,88	100,00
4,75	1,17	461,71	99,75
2	5,57	457,31	98,80
1	12,27	450,61	97,35
0,425	16,89	445,99	96,35
0,25	18,41	444,47	96,02
0,125	20,27	442,61	95,62
0,075	23,44	439,44	94,94

commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 24/06/2022
 temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
 massa terreno alla sedimentazione (g): 38,92

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,066	23,5	94,76
60	0,047	22,5	89,75
120	0,034	20,5	79,71
300	0,021	19	72,19
600	0,015	17,5	64,67
1200	0,011	15,5	54,63
2400	0,008	14	47,11
4800	0,006	13	42,09
14400	0,003	11,5	34,57
86400	0,001	8,5	19,52

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	0,3
% sabbia	4,8
% limo	54,3
% argilla	40,6

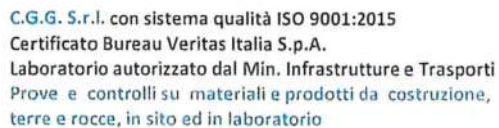
commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CR

PROFONDITÀ (m): 4,00-4,50

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

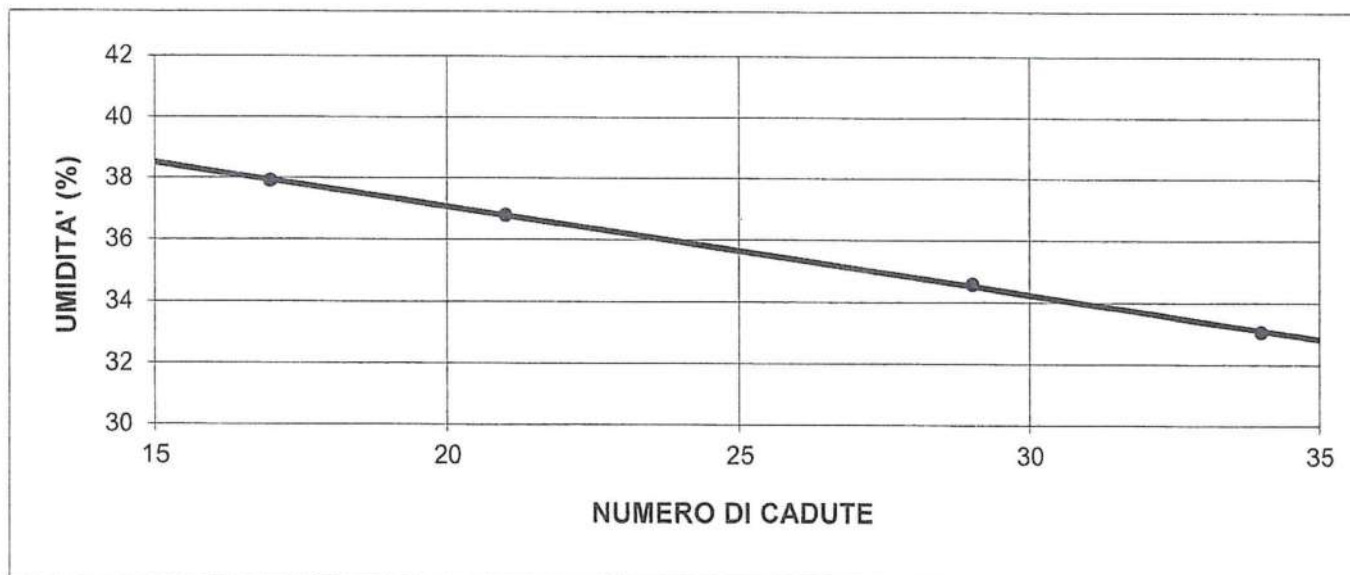
DATI DI PROVA

data di esecuzione: 23/06/2022

limite di liquidità				limite di plasticità		
n° di cadute	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
17	12,15	8,81	37,91	2,74	2,17	26,27
21	6,95	5,08	36,81	3,37	2,71	24,35
29	8,21	6,10	34,59			
34	6,52	4,90	33,06			

limite di ritiro			
volume umido (cm³)	peso umido (g)	volume secco (cm³)	peso secco (g)

LIMITE DI LIQUIDITA'	Wl	36 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	25 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	11



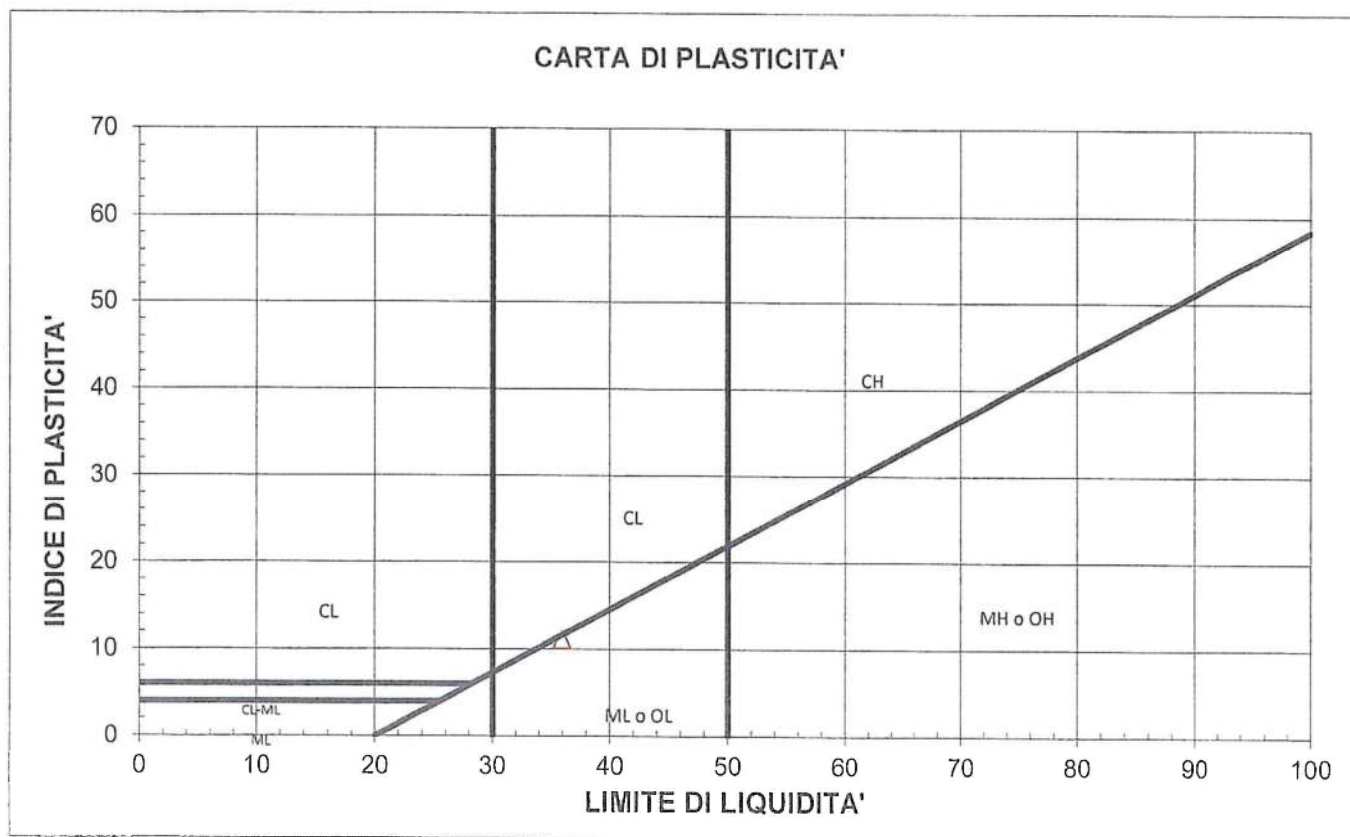
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



M = limi inorganici
 C = argille inorganiche
 O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
 H = alto limite di liquidità

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CR

PROFONDITÀ (m): 8,00-8,50

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 24/06/2022

massa terreno setacciato (g): 349,64

Ø / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	349,64	100,00
75	0,00	349,64	100,00
38,1	0,00	349,64	100,00
25,4	0,00	349,64	100,00
19,05	0,00	349,64	100,00
12,7	12,40	337,24	96,45
9,5	20,38	329,26	94,17
4,75	42,14	307,50	87,95
2	51,81	297,83	85,18
1	59,89	289,75	82,87
0,425	68,13	281,51	80,51
0,25	71,58	278,06	79,53
0,125	76,63	273,01	78,08
0,075	84,93	264,71	75,71

commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 24/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 29,93

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,066	23	75,13
60	0,047	22	71,04
120	0,033	21,5	69,00
300	0,021	19,5	60,83
600	0,015	17,5	52,66
1200	0,011	16	46,53
2400	0,008	14,5	40,41
4800	0,006	13,5	36,32
14400	0,003	11,5	28,15
86400	0,001	8	13,85

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	12,1
% sabbia	12,2
% limo	41,0
% argilla	34,7

commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

COMMITTENTE: 3BA s.r.l.
 LOCALITÀ: Alessandria - San Michele
 CANTIERE: Alessandria - San Michele
 Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2
 CAMPIONE: CR
 PROFONDITÀ (m): 8,00-8,50
 DATA PRELIEVO: 07/06/2022

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

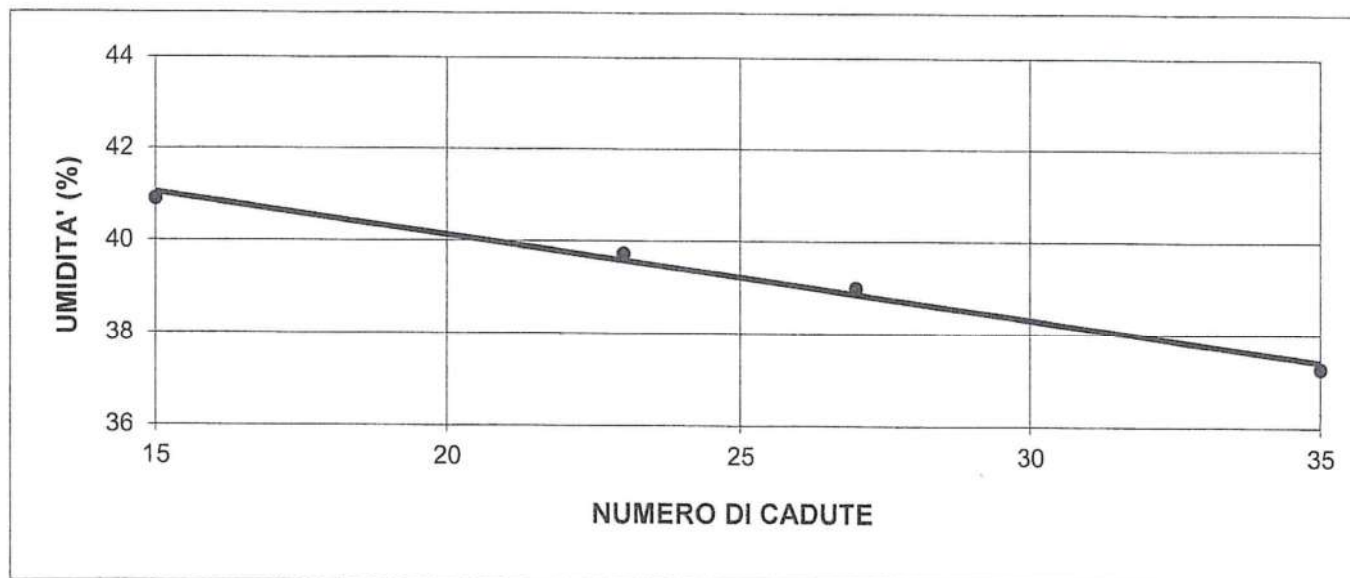
DATI DI PROVA

data di esecuzione: 23/06/2022

limite di liquidità				limite di plasticità		
n° di cadute	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
15	9,37	6,65	40,90	3,98	3,17	25,55
23	16,81	12,03	39,73	4,68	3,73	25,47
27	13,26	9,54	38,99			
35	11,16	8,13	37,27			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)

LIMITE DI LIQUIDITA'	Wl	39 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	26 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	13



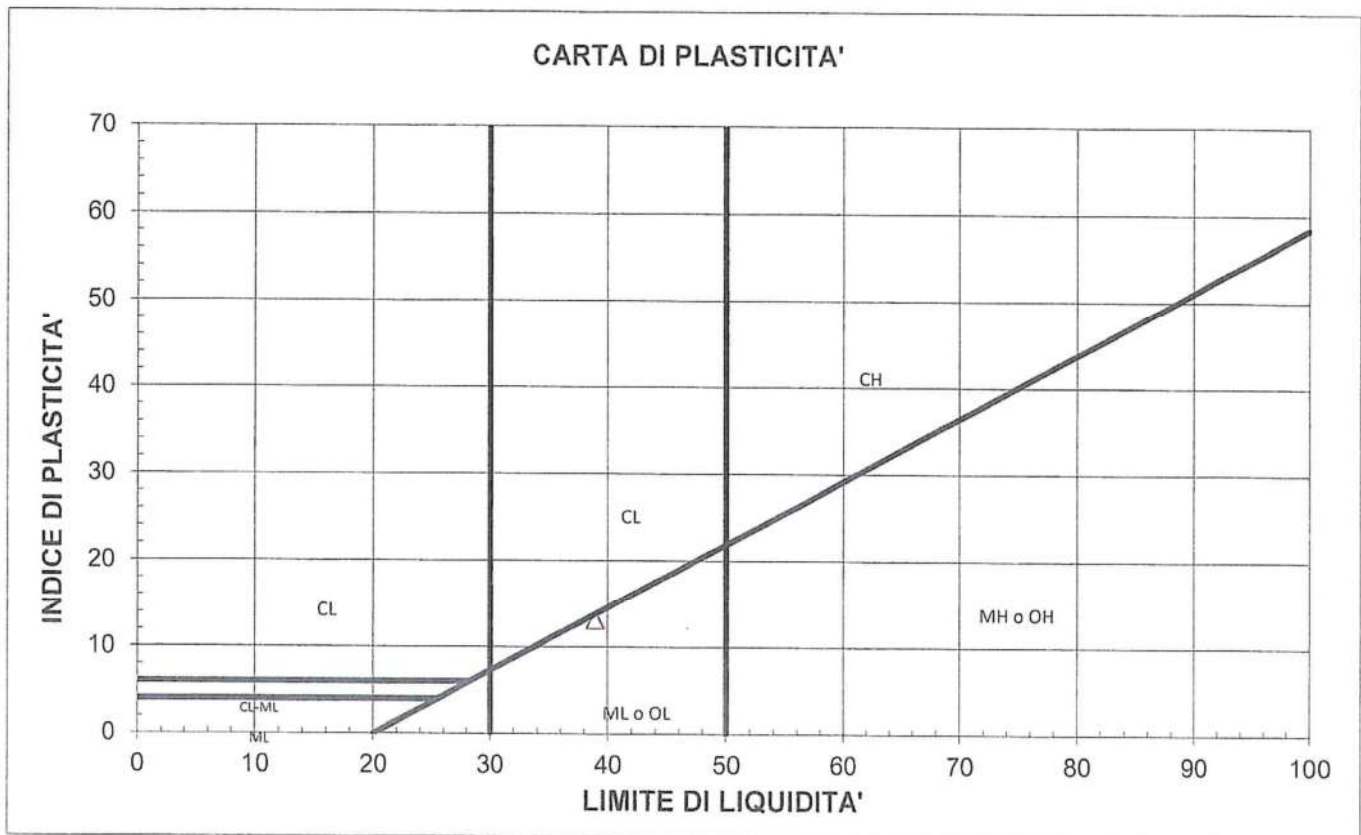
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



M = limi inorganici
 C = argille inorganiche
 O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
 H = alto limite di liquidità

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CR

PROFONDITÀ (m): 15,00-15,50

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 24/06/2022

massa terreno setacciato (g): 746,23

ϕ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	746,23	100,00
75	0,00	746,23	100,00
38,1	0,00	746,23	100,00
25,4	0,00	746,23	100,00
19,05	0,00	746,23	100,00
12,7	10,41	735,82	98,60
9,5	20,16	726,07	97,30
4,75	27,06	719,17	96,37
2	40,38	705,85	94,59
1	53,06	693,17	92,89
0,425	63,43	682,80	91,50
0,25	67,13	679,10	91,00
0,125	71,03	675,20	90,48
0,075	74,90	671,33	89,96

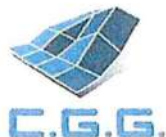
commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 24/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 43,28

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,066	24	89,83
60	0,047	21,5	78,25
120	0,034	19	66,67
300	0,022	17,5	59,72
600	0,015	16	52,77
1200	0,011	14,5	45,82
2400	0,008	13	38,87
4800	0,006	11,5	31,92
14400	0,003	10,5	27,29
86400	0,001	10	24,98

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	3,6
% sabbia	6,4
% limo	59,0
% argilla	30,9

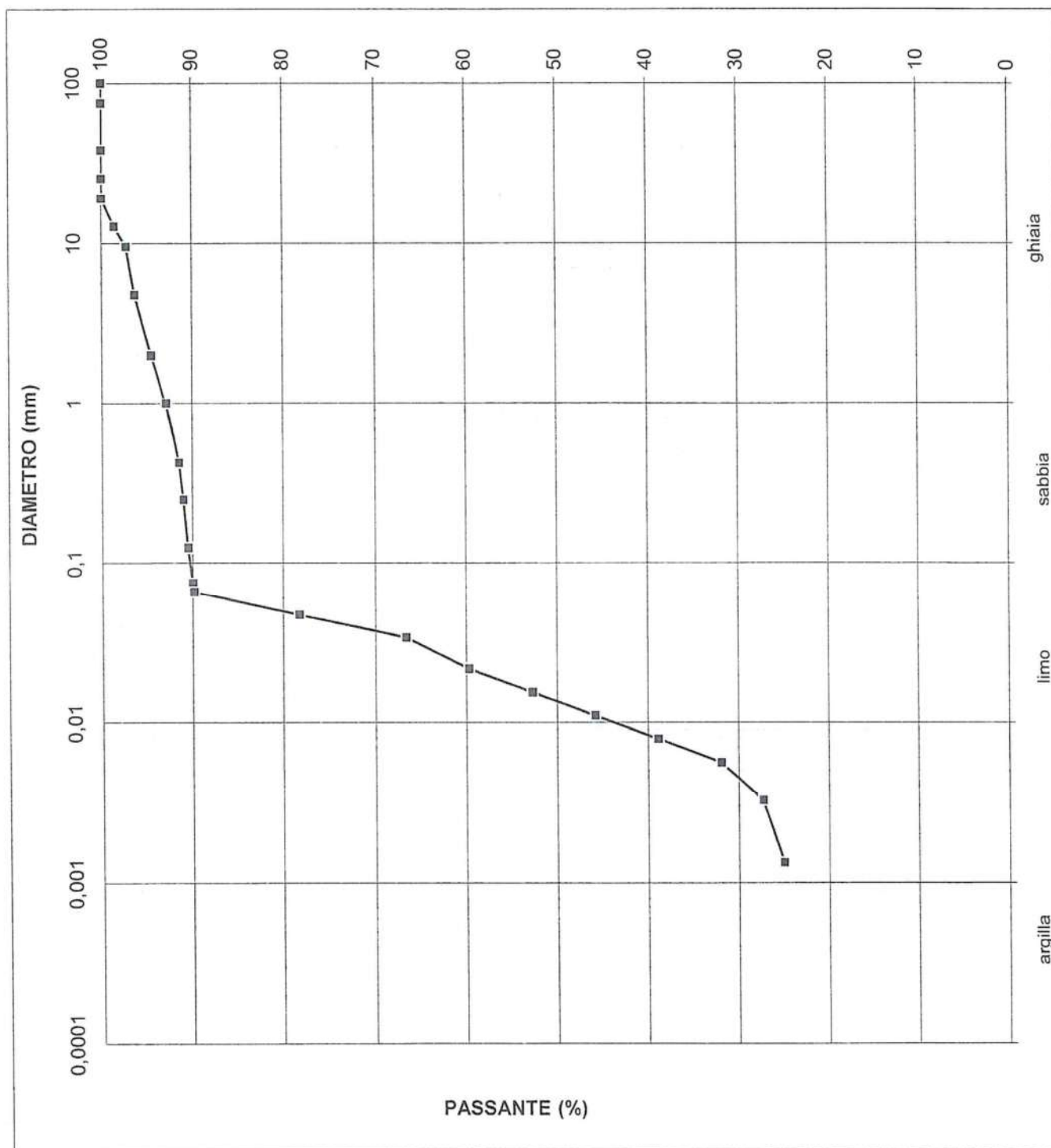
commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CR

PROFONDITÀ (m): 15,00-15,50

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

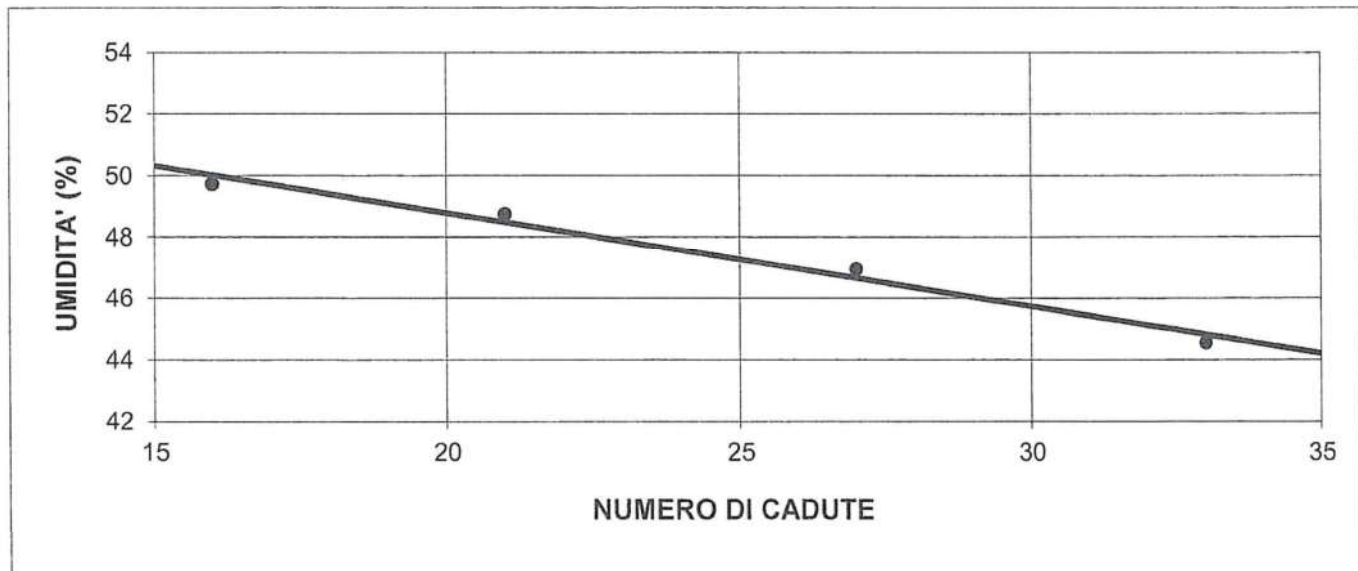
DATI DI PROVA

data di esecuzione: 24/06/2022

limite di liquidità				limite di plasticità		
n° di cadute	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
16	8,37	5,59	49,73	4,41	3,51	25,64
21	10,19	6,85	48,76	4,50	3,59	25,35
27	11,05	7,52	46,94			
33	10,87	7,52	44,55			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	47 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	25 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	22



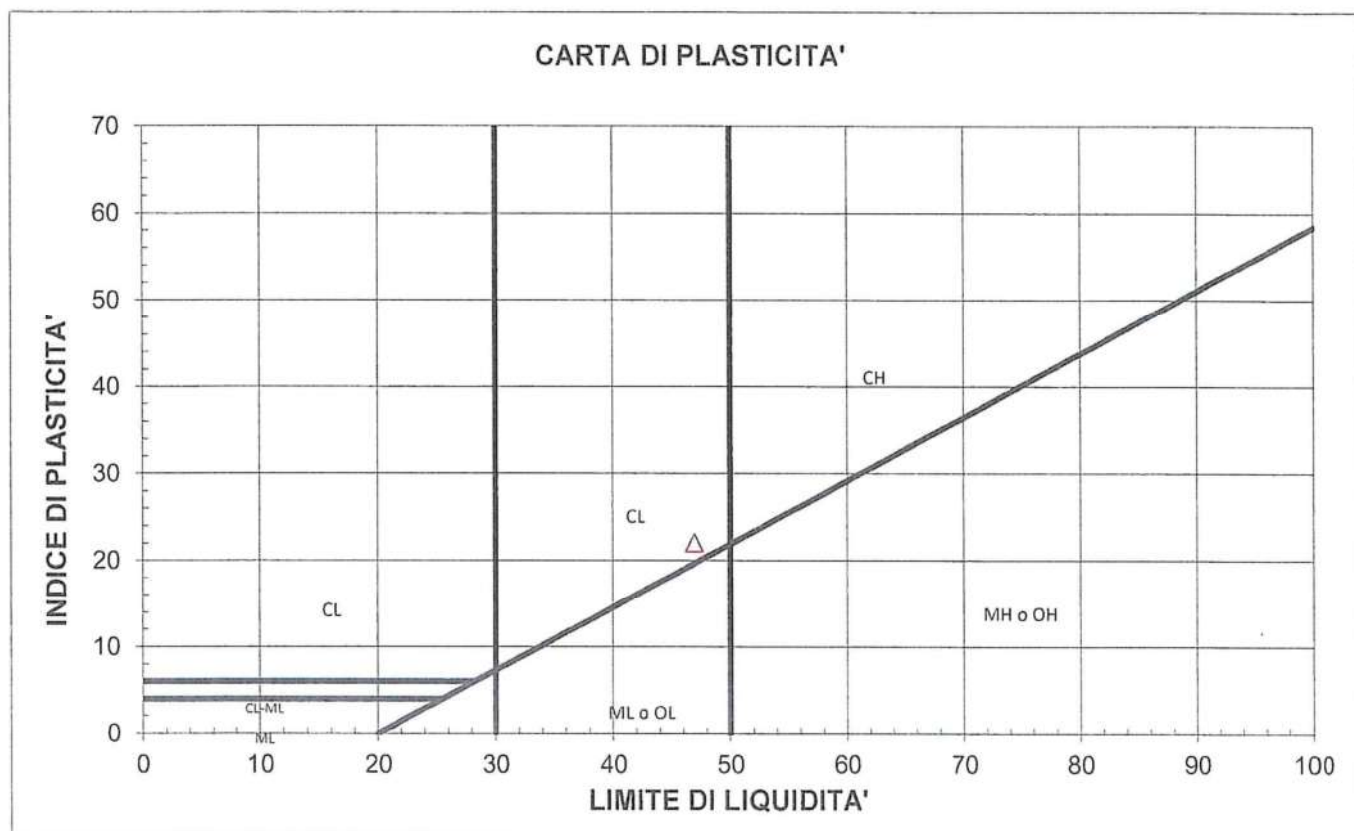
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



M = limi inorganici
 C = argille inorganiche
 O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
 H = alto limite di liquidità

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

COMUNE DI ALESSANDRIA (AL)

NUOVO INSEDIAMENTO PRODUTTIVO
FABBRICATO B

RELAZIONE GEOLOGICA


Dott. Geol. Gabriele Anselmi

00	31/05/2022	Emissione	M.Bont	M. Saleri	G. Anselmi
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato



SOMMARIO

1	PREMESSA.....	1
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3	MASTERPLAN DELL'AREA.....	3
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
5	INQUADRAMENTO COROGRAFICO.....	5
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	6
7	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO.....	13
7.1	PAI.....	14
7.2	PGRA.....	16
8	CAMPAGNA DI INDAGINE 2022	18
9	STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO	20
10	SISMICITA'	21
10.1	ZONA SISMICA	21
10.2	CPTI15-DBMI15 V 2.0	33
10.3	INDAGINI GEOFISICHE	38
10.4	RISULTATI DELLA PROVA GEOFISICA MASW	38
10.5	RISULTATI DELLA PROVA GEOFISICA HVSR	42
10.6	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	47
10.7	CATEGORIA TOPOGRAFICA	49
11	LIQUEFAZIONE	50
12	PARAMETRI GEOTECNICI MEDI.....	52
13	CONCLUSIONI.....	53
	ALLEGATO 1 - CAMPAGNA DI INDAGINE 2022	55
	ALLEGATO 2 – CERTIFICATI DI LABORATORIO	56

1 PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta per la realizzazione fabbricato "B" del nuovo polo logistico nel Comune di Alessandria (AL). Il fine del presente documento è di produrre un inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico del sito d'interesse.

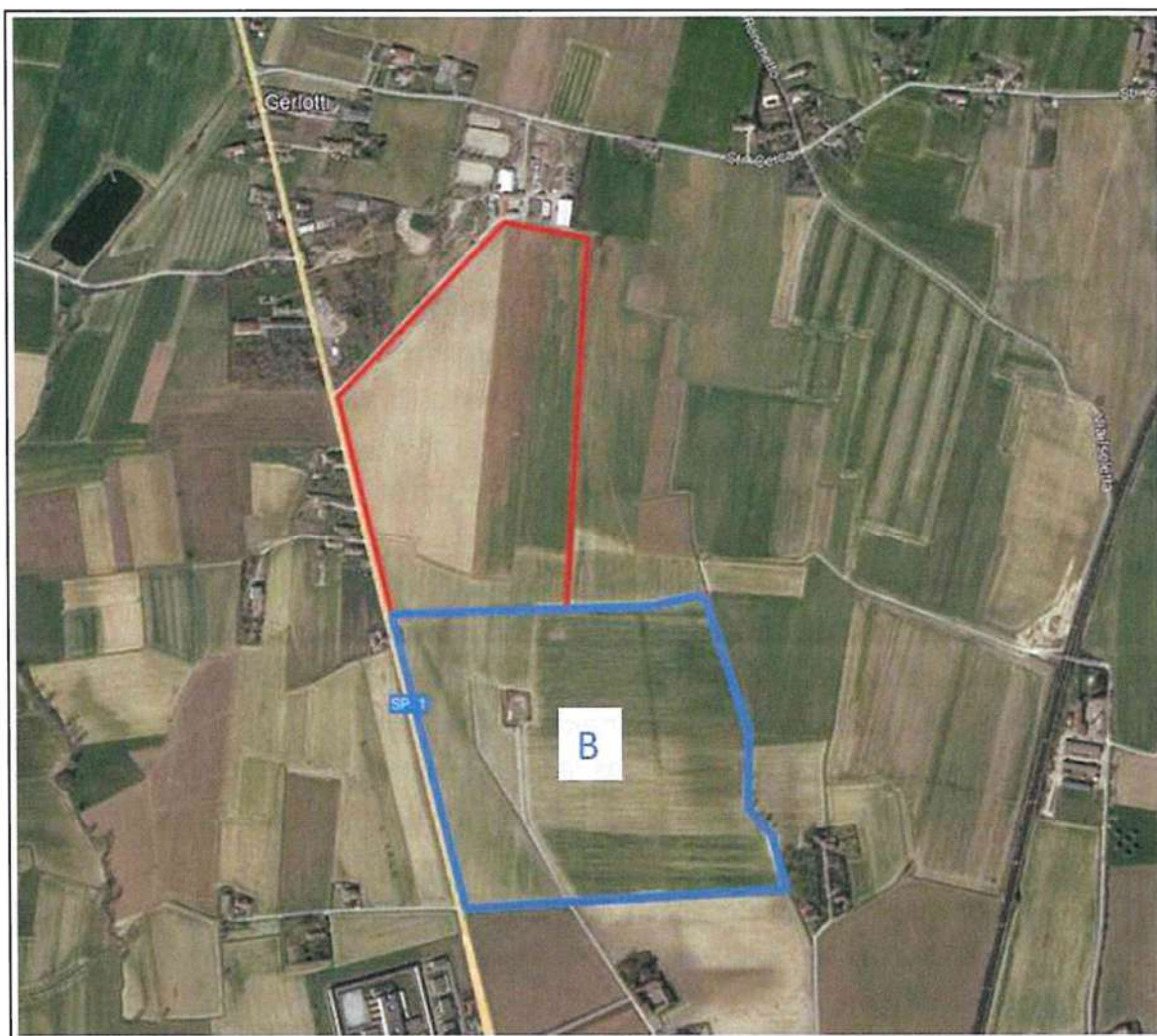


Figura 1: area evidenziata in blu.

Tale relazione ottempera a quanto richiesto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **D.G.R. 3 febbraio 2012, n. 7-3340:** Modifiche e integrazioni alle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011.
- **D.G.R. 12 dicembre 2011, n. 4-3084: D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010.** Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese.
- **D.G.R. 18 febbraio 2011, n. 8-1517:** Modifica del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio piemontese come approvata con D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 e ulteriori disposizioni.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione del territorio nazionale.
- **O.P.C.M. 3519 del 28/04/2006** (G.U. 11.5.2006 n.108) -Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- **O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003** (Supplemento ordinario alla G.U. 8.5.2003 n.105). Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- **OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- **Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 4-3084 del 12.12.2011** ed in seguito modificate con la D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014 e con la D.G.R. n.6-887 del 30 dicembre 2019.
- **D.M.17/01/2018** Contenente le Nuove Norme Tecniche per le costruzioni (NTC 2018)
- **D.M.L.P. 11/3/88**

3 MASTERPLAN DELL'AREA

Si riporta di seguito il master plan dell'area oggetto di studio.

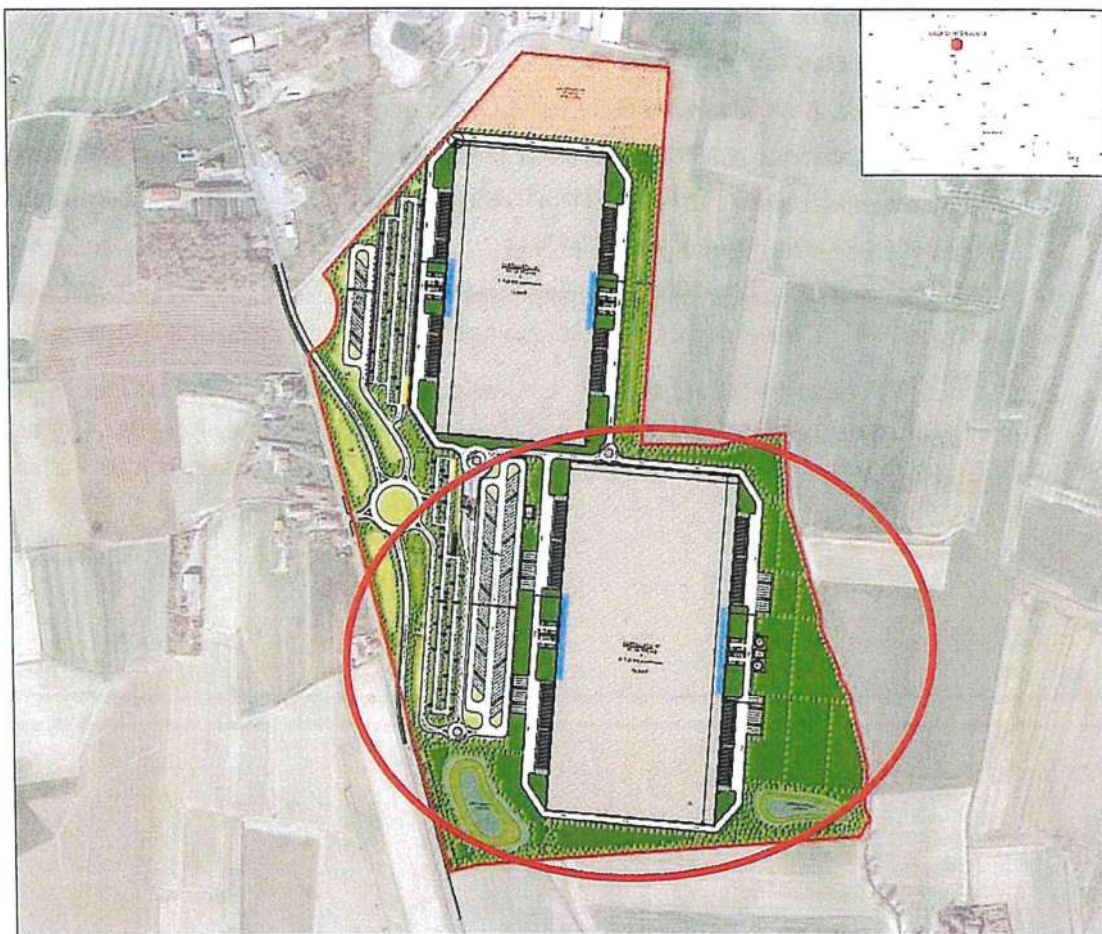


Figura 2: Masterplan dell'area di studio nel comune di Alessandria – in rosso il fabbricato oggetto di studio

La planimetria va intesa quale preliminare di studio risalente alla data di esecuzione del documento

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- Foglio 70 "Alessandria" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.
- P.R.G.C. Comune di Alessandria
- PAI e PGRA Fiume Tanaro
- GeoPiemonte Map - ARPA Piemonte.
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2019. Italian Parametric Earthquake Catalogue (CPTI15), version 2.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.2>;
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2020). The Italian earthquake catalogue CPTI15. Bulletin of Earthquake Engineering. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y>;
- A. Irace, P. Clemente, M. Natalicchio, L. Osella, S. Trenkwalder, D.A. De Luca, P. Mosca, F. Piana, R. Polino, D. Violanti "Geologia e idrostratigrafia profonda della Pianura Padana Occidentale")

5 INQUADRAMENTO COROGRAFICO

Il sito oggetto d'interesse si trova in un settore a nord nel Comune di Alessandria (AL) nei pressi della zona industriale sulla SP31. Di seguito viene riportata l'inquadratura dell'area su base BDTRE Regione Piemonte.

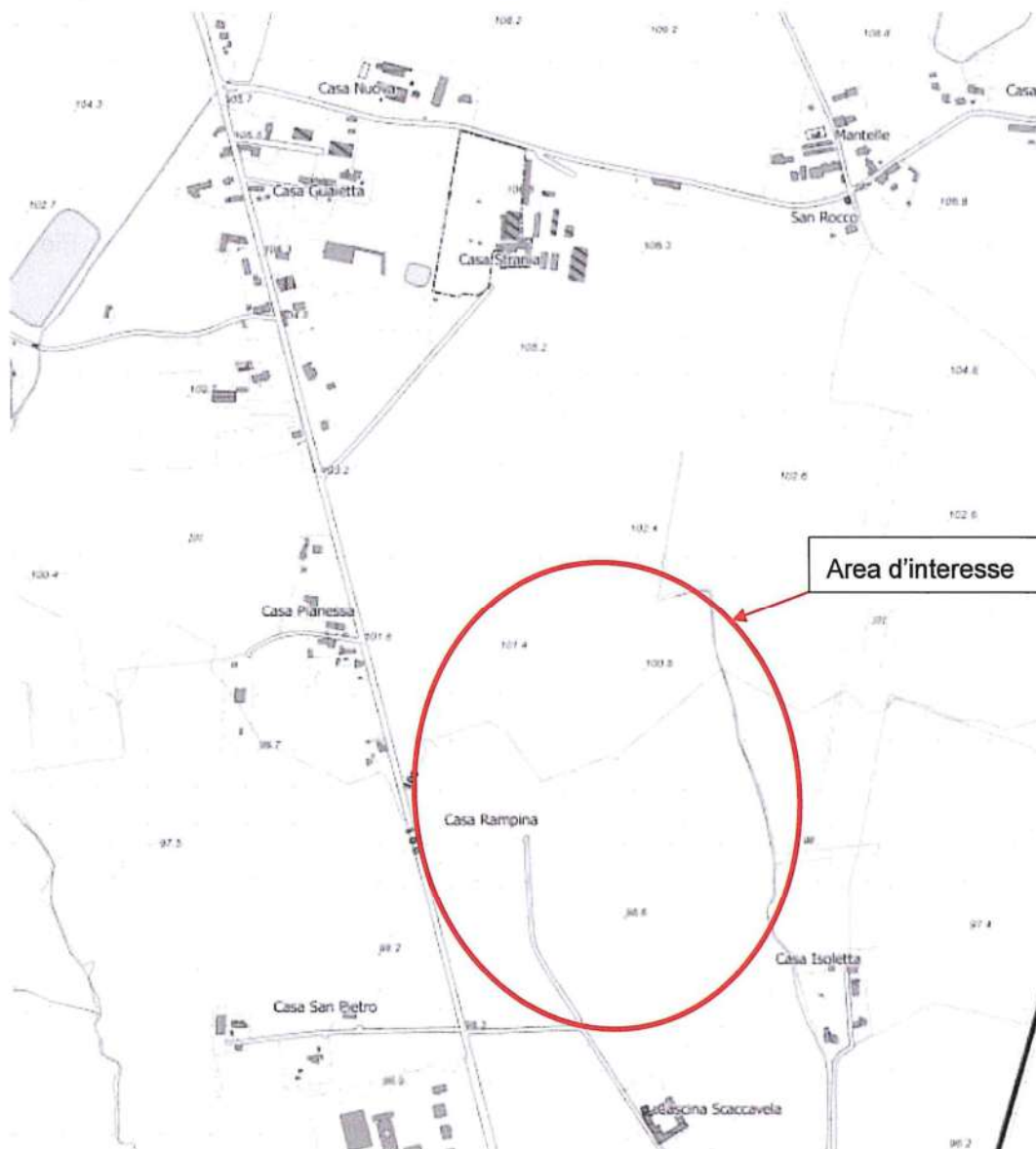


Figura 3: Area d'intervento su CTR della Regione Piemonte in scala 1:10.000 (BDTRE Regione Piemonte). In rosso l'area d'interesse

L'area d'interesse si trova a una quota compresa tra i 97 e i 101 m s.l.m.



6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geo-litologico locale, anche sulla base delle indicazioni riportate sul Foglio 70 "Alessandria" della Carta geologica d'Italia in scala 1: 100.000, il lotto in esame si colloca nel settore settentrionale del Bacino Terziario Ligure Piemontese, che rappresenta un bacino di tipo sedimentario-detritico, dove si deposita dal Paleocene al Miocene superiore una successione sedimentaria costituita da formazioni arenacee, marnose ed evaporitiche testimoniando una fase regressiva che dal cretaceo prosegue per buona parte del Terziario. Successivamente, nel Plio-Pleistocene, questi depositi vengono coperti dai sedimenti della piana di Asti-Alessandria, costituiti da sedimenti di ambiente marino (Argille di Lugagnano e Sabbie di Asti – Pliocene) e da sedimenti di ambiente subaereo (Villafranchiano). Infine, la successione stratigrafica, dal Pleistocene all'Olocene, viene ricoperta dai depositi alluvionali, terrazzati e non dei corsi d'acqua.

Nell'area in esame il Bacino Terziario Ligure Piemontese è caratterizzato da una struttura sinclinale il cui asse con direzione E-W, è ubicato, in questo settore, in corrispondenza della Valle Tanaro. Pertanto, il sito si colloca sul fianco settentrionale della suddetta struttura.

Il Bacino terziario Ligure Piemontese strutturalmente si può considerare composto da tre grandi Unità:

- l'Unità del Basso Monferrato posta a Nord, costituita da terreni e rocce prevalentemente sedimentari, che formano i rilievi collinari che si estendono da Torino a Casale-Voghera (Collina Torino-Casale);
- l'Unità della Sinclinale (o Bacino) di Asti, posta al centro, costituita da una successione di terreni sedimentari marnosi e arenacei nelle formazioni più profonde; argillosi e sabbiosi nelle formazioni più superficiali (Argille Azzurre del Lugagnano e Sabbie di Asti e Villafranchiano);
- l'Unità delle Langhe, posta a Sud quindi al margine del Bacino Terziario stesso, costituita da successioni di alternanze di formazioni di materiali sedimentari marnosi e arenaceo-sabbiosi.

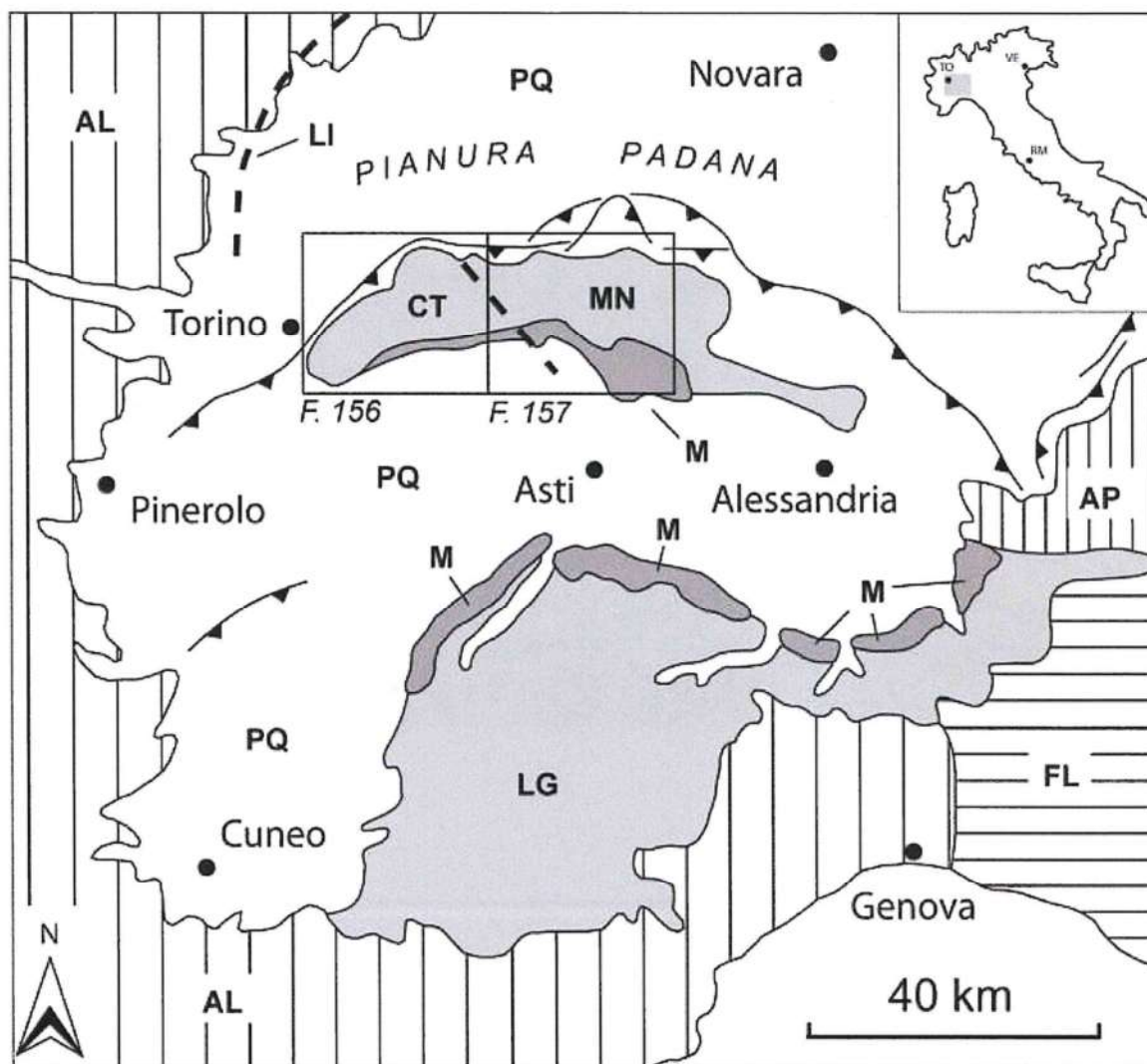
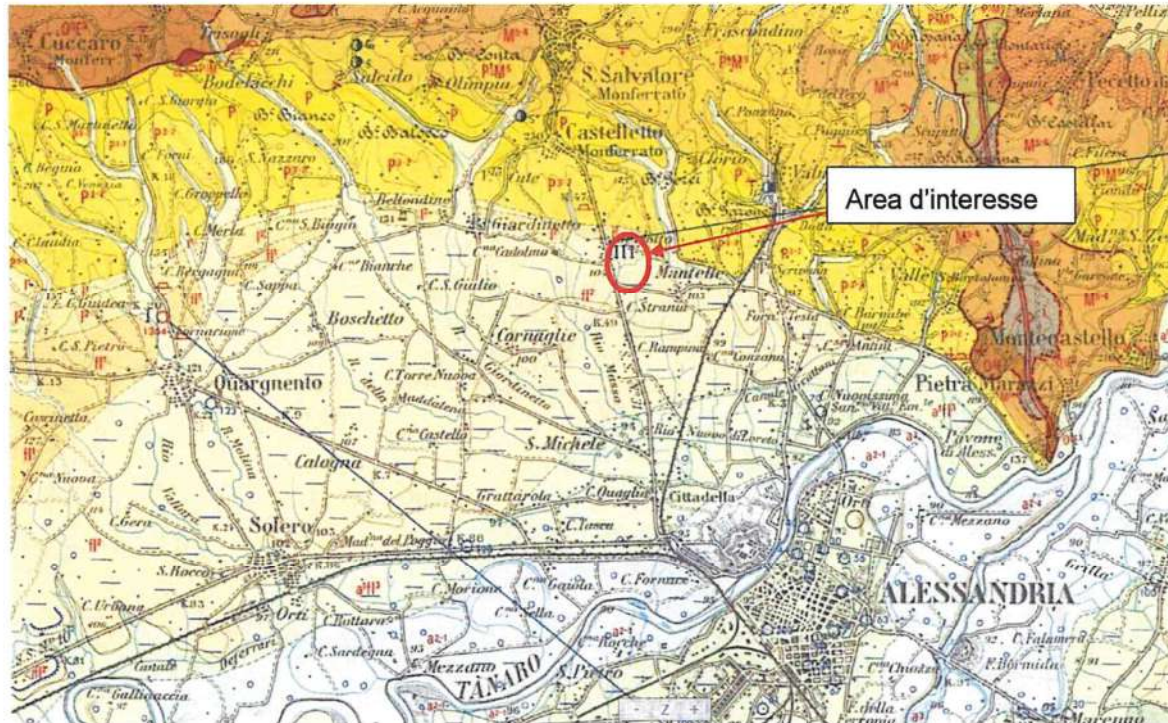


Figura 4: Schema geologico del Bacino Terziario Piemontese. AL: Catena Alpina. AP: Catena Appenninica. FL: Falde liguri. Bacini sedimentari paleogenico-neogenici su substrato alpino: CT = Collina di Torino; LG = Langhe. Bacini sedimentari paleogenico-neogenici su substrato appenninico: MN = Monferrato. M: successione messiniana. PQ: successione pliocenico-quadernaria. LI: Linea Insubrica. Da Forno et al. 2008 "La rappresentazione cartografica della successione continentale pliocenico-quadernaria delle aree collinari piemontesi nel progetto CARG"



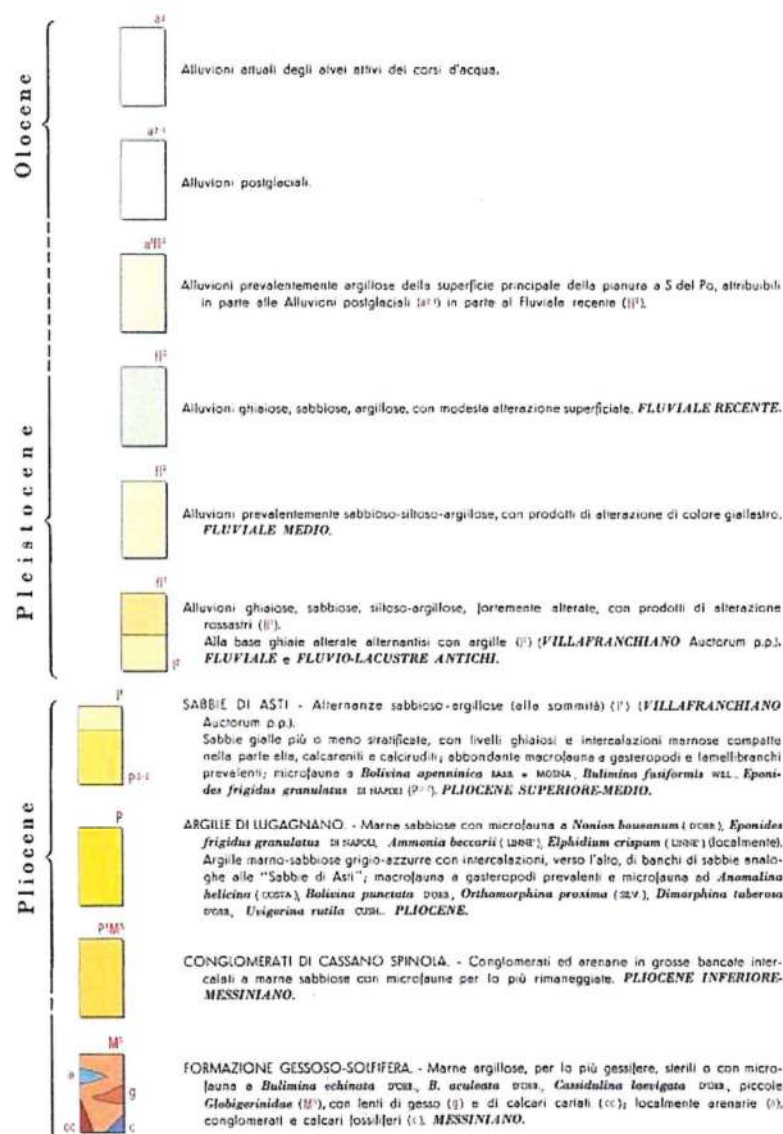


Figura 5: Stralcio del Foglio 70 "Alessandria" della carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e relativa legenda.

L'area in esame ricade all'interno della successione pliocenica-quadernaria che compone i depositi più recenti della sinclinale e in particolare all'interno dei depositi fl2. Trattasi di alluvioni prevalentemente sabbioso-siltoso-argillose, con prodotti di alterazione di colore giallastro. Nella figura seguente viene inquadrata l'area interessata dal fabbricato "B" all'interno della GeoPiemonte Map presente sul sito dell'Arpa Piemonte e dalla quale si nota la presenza dei depositi fluviali del dominio del bacino di Alessandria.

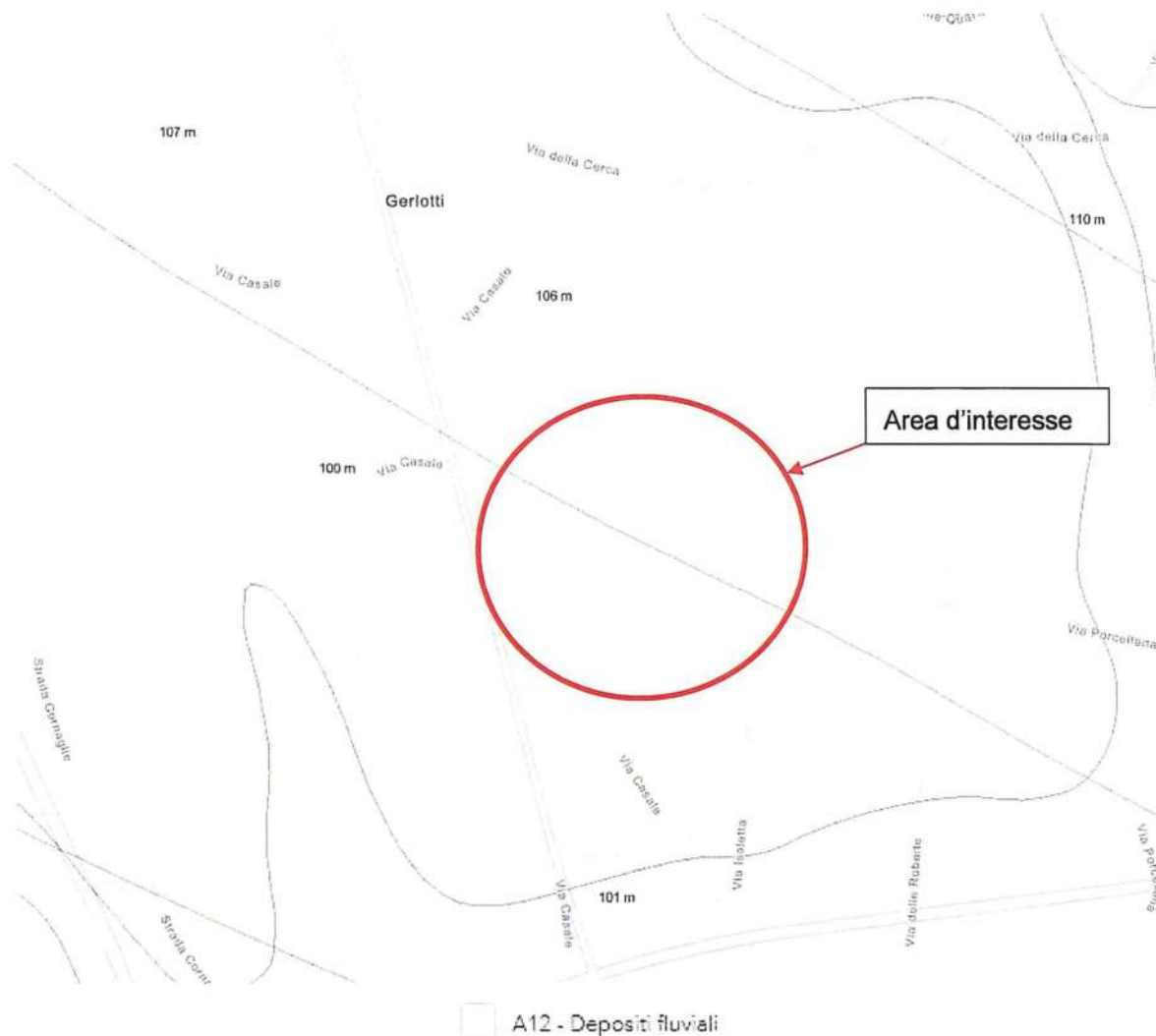


Figura 6: Stralcio della GeoPiemonte Map presente sul sito dell'Arpa Piemonte. In rosso l'area d'interesse.

La pianura alessandrina, compresa tra i rilievi collinari delle Langhe a sud e del Monferrato a nord, è caratterizzata da elevazioni comprese fra 200 m s.l.m. a sud e 100m s.l.m. a nord, ed è drenata dal bacino del Fiume Tanaro con i suoi tributari. L'area d'interesse si trova tra le quote 97 e 101 m s.l.m., degradante verso sud. Dal punto di vista geomorfologico locale l'area si trova in un settore quindi pianeggiante nel quale si escludono fenomeni di esondazione (il fiume Tanaro si trova a circa 4 km) e fenomeni franosi in atto o potenziali.

Nella figura seguente viene inquadrata l'area d'intervento all'interno della Tavola di sintesi delle classi di pericolosità geomorfologica - scala 1:10.000.

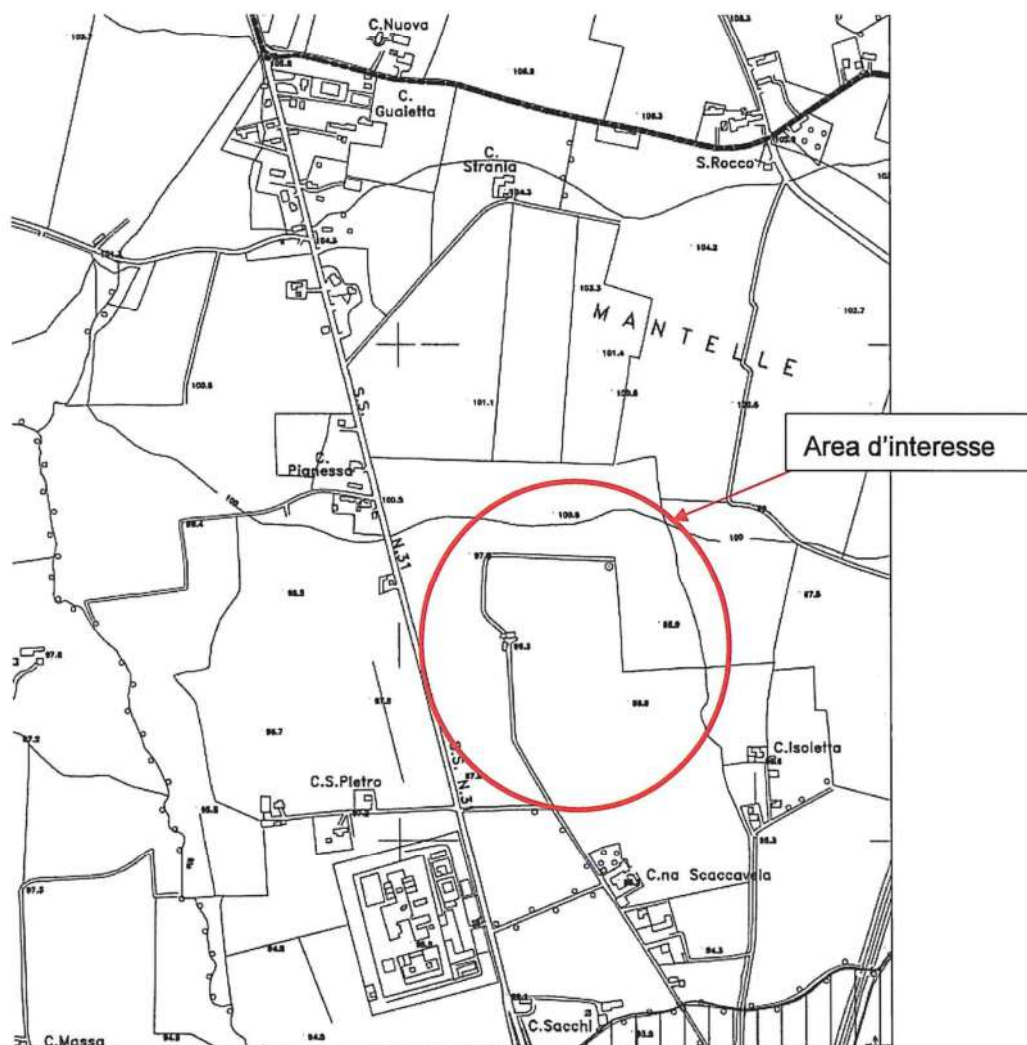


Figura 7: Stralcio della Tav.1 di sintesi delle classi di pericolosità geomorfologica - scala 1:10.000 del P.R.G.C. Comune di Alessandria. In rosso l'area d'interesse.

LEGENDA		
ZONIZZAZIONE IN CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (circ. Presidente G.R. Piemonte 8.05.1996 n°7/LAP)	SIMBOLOGIA i limiti sono individuati dal limite esterno del segno grafico	DESCRIZIONE DELLE AREE E IDONEITA' ALLA UTILIZZAZIONE URBANISTICA
<p align="center">PIANURA</p> <p>CLASSE I: PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA O NULLA</p> <p>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.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-right: 10px;"></div> <div style="text-align: center;">I</div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>Aree dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.</p> </div> </div>		
<p>CLASSE II: PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MEDIA</p> <p>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.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); margin-right: 10px;"></div> <div style="text-align: center;">II</div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>(Aree edificabili previo accertamento geotecnico per la quota d'impasto delle fondazioni e/o valutazione della quota limite di abitabilità).</p> <p>Aree interessate prevalentemente da problemi legati alla presenza della falda a debole profondità dal piano di campagna e dalla presenza del reticolo idrografico minore</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); margin-right: 10px;"></div> <div style="text-align: center;">IIα</div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>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.</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background: radial-gradient(circle, black 1px, transparent 1px); background-size: 4px 4px; margin-right: 10px;"></div> <div style="text-align: center;">IIβ</div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>Aree soggette ad esondazione per insufficienza del sistema di canalizzazione.</p> </div> </div>		

Figura 8: Stralcio legenda della Tav.1 di sintesi delle classi di pericolosità geomorfologica - scala 1:10.000 del P.R.G.C. Comune di Alessandria

L'area d'interesse ricade in classe di pericolosità geomorfologica 1 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. 11/3/88". In particolare, si trova all'interno di aree dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.

7 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

In generale il Bacino Terziario Piemontese è contraddistinto da una serie di complessi idrogeologici con differenti caratteristiche. Dal basso verso l'alto si possono distinguere:

- **Complesso limoso argilloso:** corrispondente alle ARGILLE DI LUGAGNANO, in generale impermeabili con locali livelli sabbiosi semipermeabili, che rappresentano la base del sovrastante Complesso sabbioso.
- **Complesso sabbioso:** corrispondente ai depositi sabbiosi pliocenici (SABBIE DI ASTI), costituiti da alternanze di livelli sabbiosi permeabili, livelli sabbioso limosi e limoso sabbiosi semipermeabili e livelli limoso argillosi impermeabili; si tratta di un sistema acquifero multifalda, in cui i vari livelli acquiferi, con ridotta continuità laterale, possono essere intercomunicanti verticalmente.
- **Complesso delle alternanze (argille, ghiaie, sabbie):** corrispondente alla parte superiore del Villafranchiano inferiore, al VILLAFRANCHIANO SUPERIORE ed ai depositi fluviali del PLEISTOCENE MEDIO SUPERIORE, è costituito da un'alternanza di livelli limoso argillosi impermeabili o semipermeabili e livelli ghiaioso sabbiosi permeabili; si tratta di un sistema acquifero multifalda in cui i vari livelli acquiferi sono tra loro intercomunicanti.
- **Complesso dei depositi alluvionali:** con permeabilità e spessore variabili, sede di una falda libera in equilibrio con il reticolo idrografico.

Nel dettaglio l'area in oggetto interessa il sistema acquifero ospitato nei terreni appartenenti al **Complesso delle alternanze**.

Dal punto di vista idrogeologico questi complessi sono fortemente condizionati dalle caratteristiche di permeabilità dei depositi e dall'entità e provenienza dell'alimentazione. Sulla base della ricostruzione litostratigrafica, l'assetto del sito in esame risulta caratterizzato da un complesso acquifero superficiale, che ha sede nella serie deposizionale di origine alluvionale e che presenta caratteristiche di falda a superficie libera (falda freatica) con limitate capacità produttive. Tale complesso, di spessore complessivo pari a circa 20,00 m, risulta caratterizzato dalla presenza di sabbie da fini a medio grossolane, intercalate da livelli limoso-argillosi.

Nella figura seguente viene mostrato uno schema non in scala del Bacino di Alessandria con la direzione di deflusso all'interno dei complessi acquiferi.

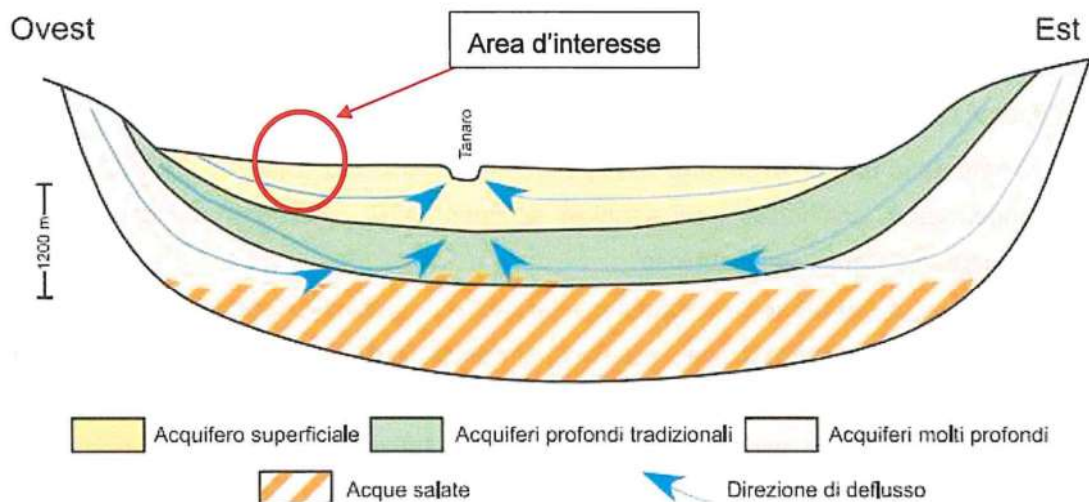


Figura 9: Schema non in scala rappresentante le tre diverse modalità di deflusso profondo nel Bacino di Alessandria (Fonte A. Irace, P. Clemente, M. Natalicchio, L. Osella, S. Trenkwalder, D.A. De Luca, P. Mosca, F. Piana, R. Polino, D. Violanti "Geologia e idrostratigrafia profonda della Pianura Padana Occidentale")

Il deflusso di falda è condizionato dall'andamento del substrato semipermeabile, in questo caso il deflusso ha andamento NW-SE. Durante l'esecuzione del sondaggio S2 eseguito nei pressi dell'area per definirne le caratteristiche stratigrafiche è stato rilevato il livello di falda a -6,80 m da p.c.

7.1 PAI

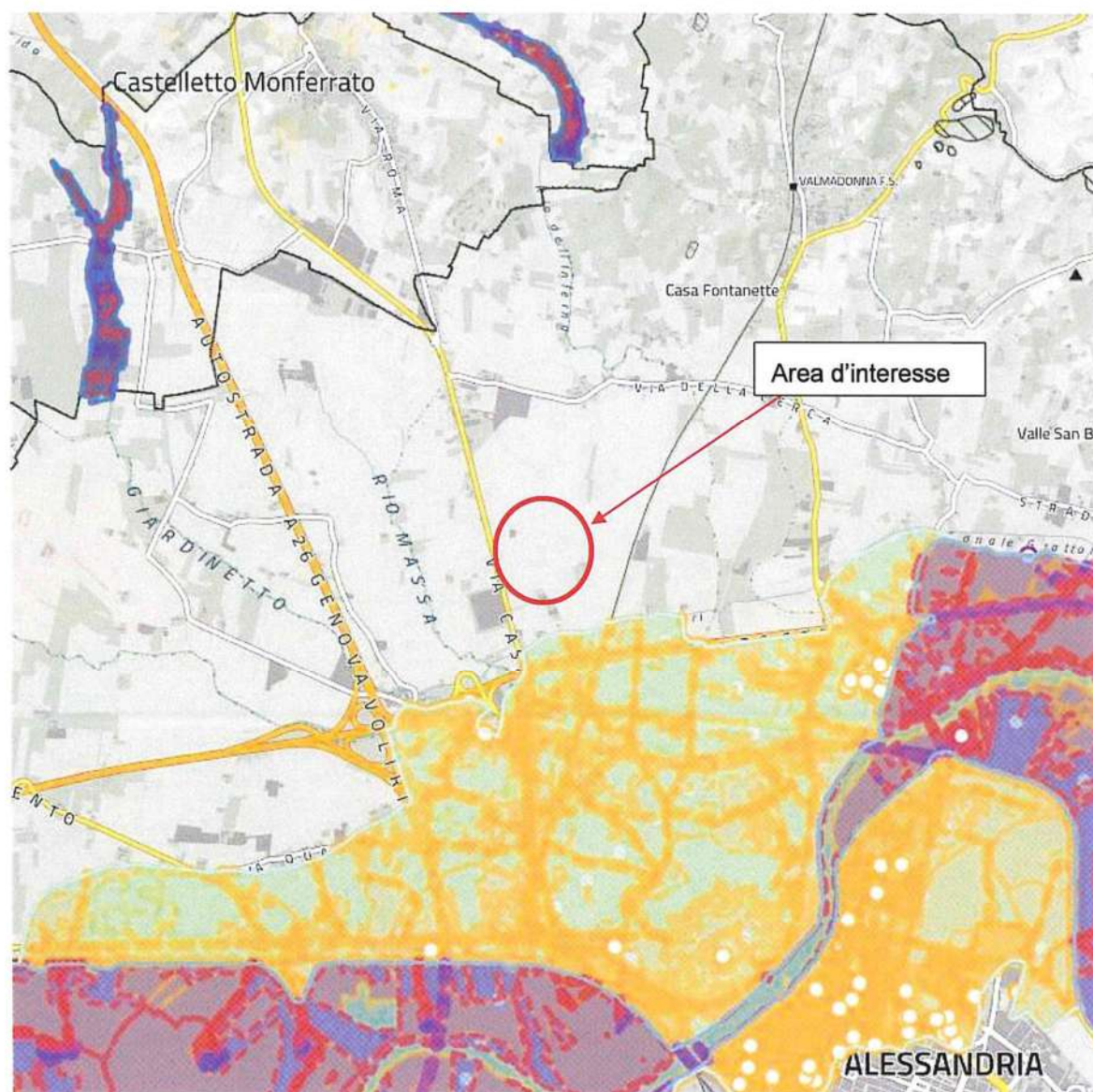
All'interno di questo capitolo viene individuata l'area d'intervento facendo riferimento alle fasce PAI del Fiume Tanaro e si nota che essa non risulta interessata da tali fasce di limitazione.



15




7.2 PGRA

All'interno di questo capitolo viene individuata l'area d'intervento facendo riferimento alle fasce del PGRA del Fiume Tanaro e si nota che essa non risulta interessata da tali fasce di limitazione.









Scenari di alluvioni - Pericolosità - storico

-  Probabilità di alluvioni elevata (tr. 10/20)
-  Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200)
-  Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500)

Scenari di rischio - Elementi puntuali - storico

-  R1
-  R2
-  R3
-  R4

Scenari di rischio - Elementi lineari - storico

-  R1 - Rischio moderato
-  R2 - Rischio medio
-  R3 - Rischio elevato
-  R4 - Rischio molto elevato

Scenari di rischio - Elementi areali - storico





-  R1 - Rischio moderato
-  R2 - Rischio medio
-  R3 - Rischio elevato
-  R4 - Rischio molto elevato

Figura 11: Stralcio cartografia PGRA Fiume Tanaro e relativa legenda- da Geoportale Regione Piemonte.

8 CAMPAGNA DI INDAGINE 2022

Nel 2022 è stata effettuata una campagna di indagine al fine della caratterizzazione geologica e geotecnica, composta dalle seguenti indagini:

- N°1 sondaggio denominato S2 fino alla profondità di 20m
- N°10 prove penetrometriche statiche CPT
- N°1 prova geofisica HVSR in vicinanza dell'area del fabbricato B.
- N°1 prova geofisica MASW in vicinanza dell'area del fabbricato B
- Prove geotecniche di laboratorio

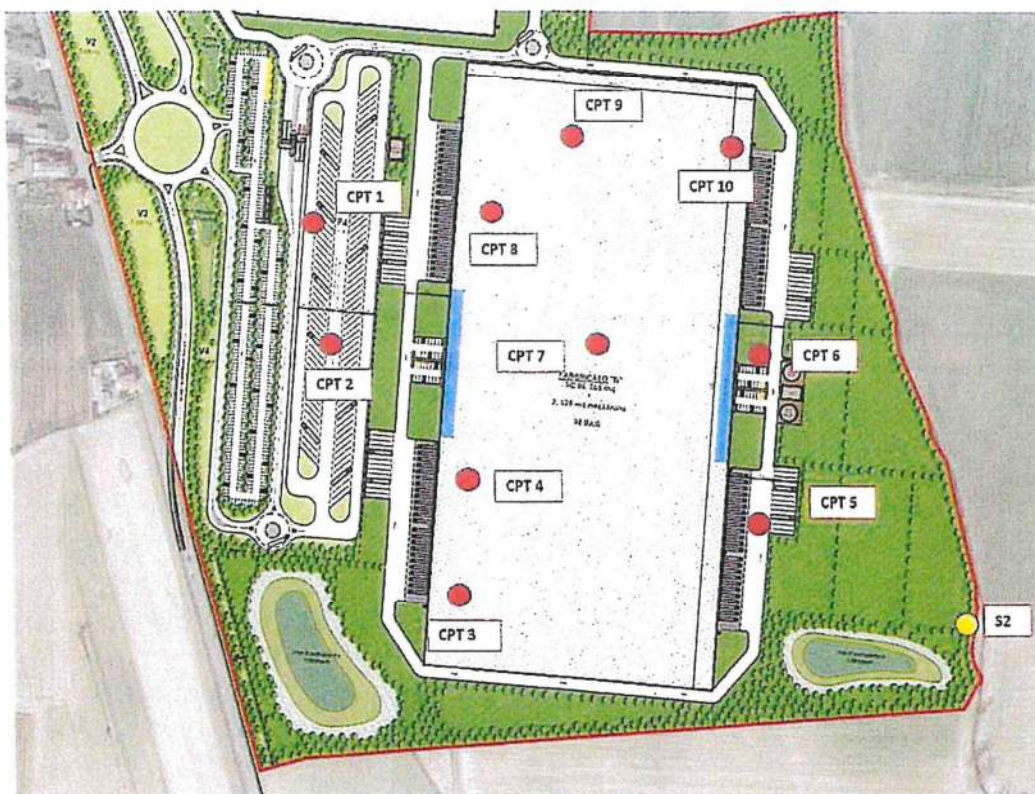


Figura 12: Ubicazione delle prove in situ nell'area di studio

La planimetria va intesa quale preliminare di studio risalente alla data di esecuzione del documento



Figura 13: Ubicazione delle prove geofisiche rispetto all'area di studio

La planimetria va intesa quale preliminare di studio risalente alla data di esecuzione del documento

9 STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

Dalla campagna d'indagine eseguita, si deduce la stratigrafia di riferimento seguente:

Strato	Profondità [m]	Litologia
1	0,0 – 1,5	Limo sabbioso, nocciola
2	1,5 – 4,3	Limo argilloso, da debolmente a sabbioso, nocciola.
3	4,3 – 14,3	Argille, debolmente limose con locali livelletti centimetrici sabbioso limosi e con locali inclusioni di clasti calcarei a granulometria media e fine, colore nocciola
4	>14,3	Argille debolmente limose, localmente debolmente sabbiose, con inclusioni di clasti calcarei a granulometria media e fine, colore grigio.

La falda è stata considerata a -6,8m dal piano campagna

10 SISMICITA'

10.1 ZONA SISMICA

La **classificazione sismica** del territorio nazionale ha introdotto **normative tecniche** specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la **zona sismica** per il territorio di Alessandria, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 4-3084 del 12.12.2011 ed in seguito modificate con la D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014 e con la D.G.R. n.6-887 del 30 dicembre 2019.

Zona sismica 3	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.
---------------------------------	---

Il comune di Alessandria è classificato in **sottozona sismica 3**

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

<i>Zona sismica</i>	<i>Descrizione</i>	<i>accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]</i>	<i>accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]</i>	<i>numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)</i>
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25 \text{ g}$	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g	3.002
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g	1.982

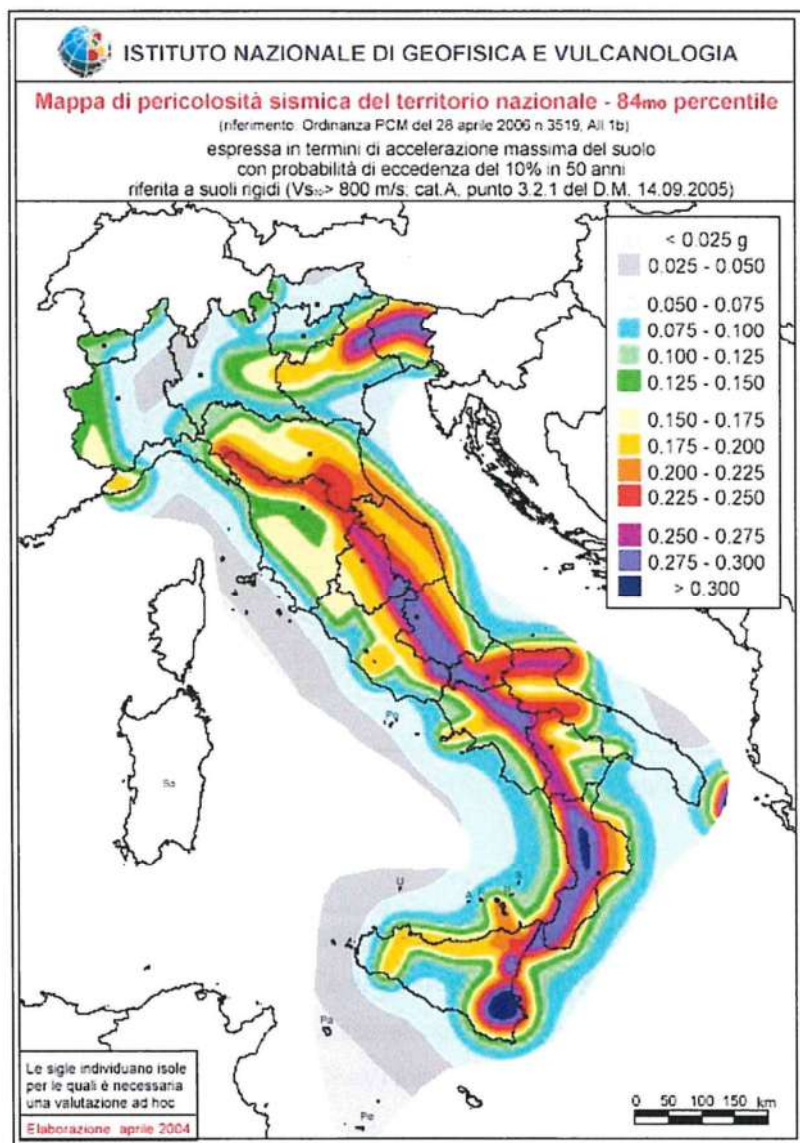


Figura 14: All.1b dell'Ordinanza PCM 3598 del 28/04/2006 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale in cui l'accelerazione massima del suolo viene espressa con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

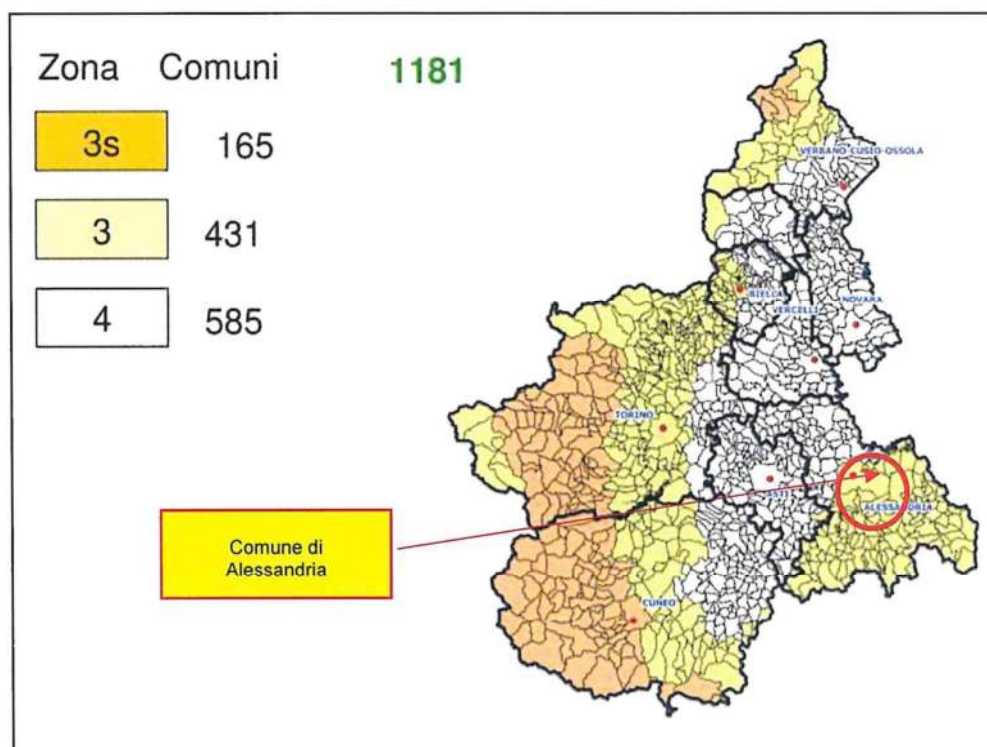


Figura 15: INGV - Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale – Comune di Alessandria

In base all'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, sono state definite sulla base di più approfonditi studi, le zone di pericolosità sismica per il territorio nazionale ed è stata definita la mappa di pericolosità sismica MPSO4, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s e $T_R = 475$ anni).

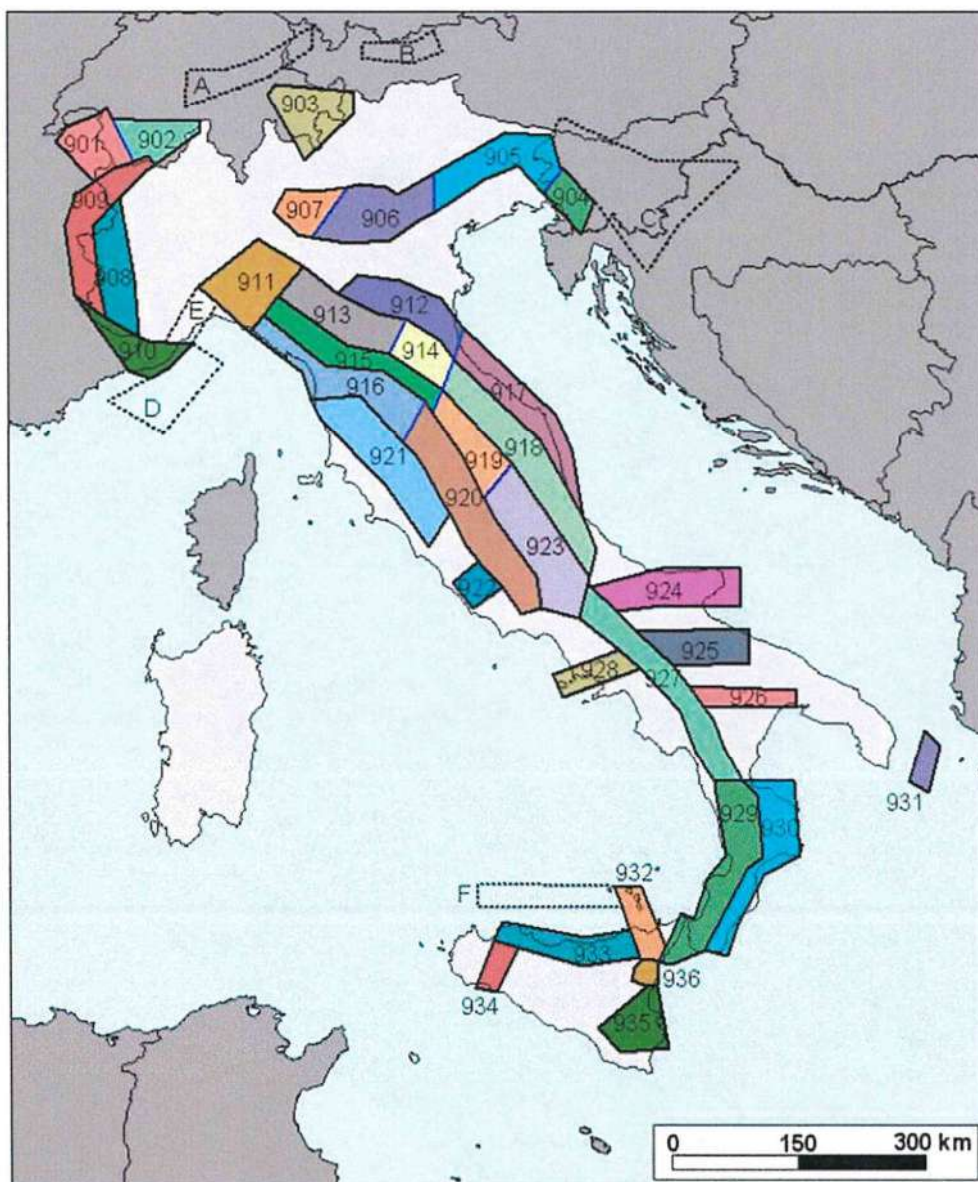


Figura 16: sismogenetica ZS9

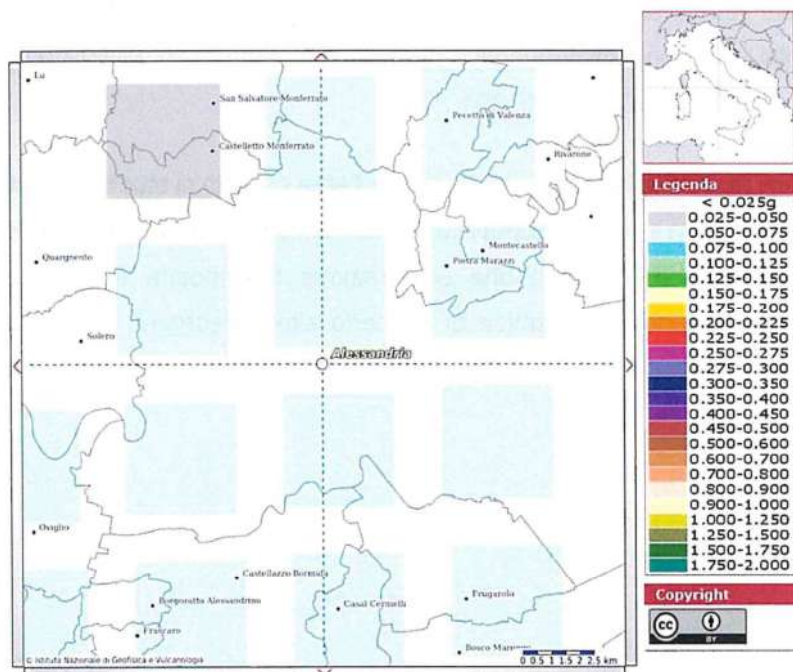


Figura 17: zonazione sismogenetica ZS9, dove l'area d'interesse è evidenziata da un cerchio verde.

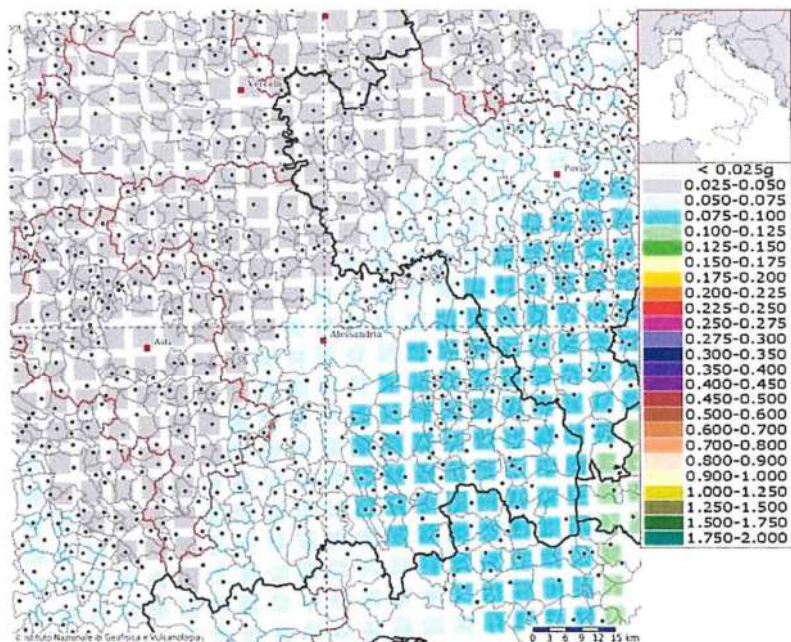


Come è possibile vedere alla figura precedente, l'area oggetto d'interesse non ricade all'interno di alcuna zona della zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti et al. 2008), utilizzata per la compilazione della mappa di pericolosità sismica MPS04.

Le figure seguenti mostrano la disaggregazione per l'area oggetto di studio della stima di PGA (Peak Ground Acceleration) con il 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni, corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni. Il grafico è una elaborazione che mostra il contributo delle sorgenti sismogenetiche alla pericolosità sismica di un certo sito: le sorgenti vengono discretizzate per intervalli di spazio e magnitudo.



Informazioni sul nodo con ID: 14472 - Latitudine: 44.936 - Longitudine: 8.619



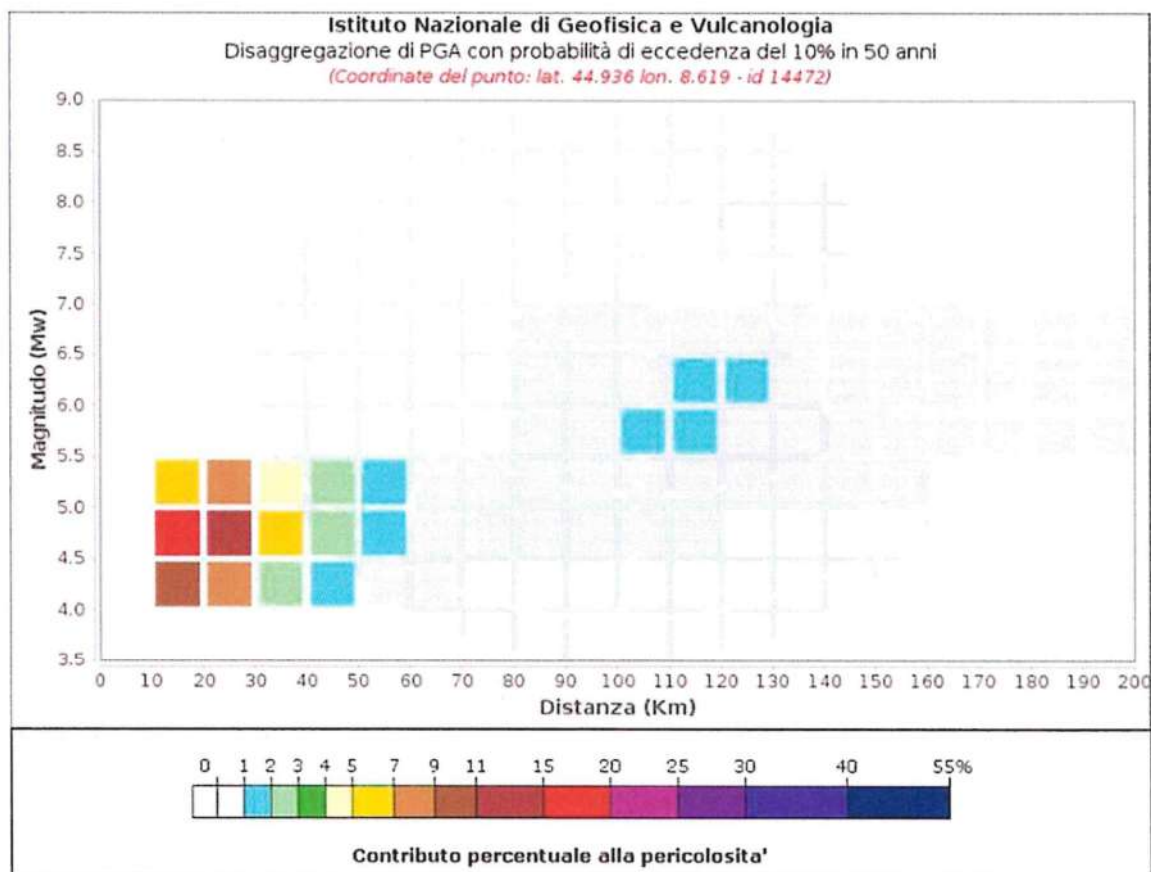
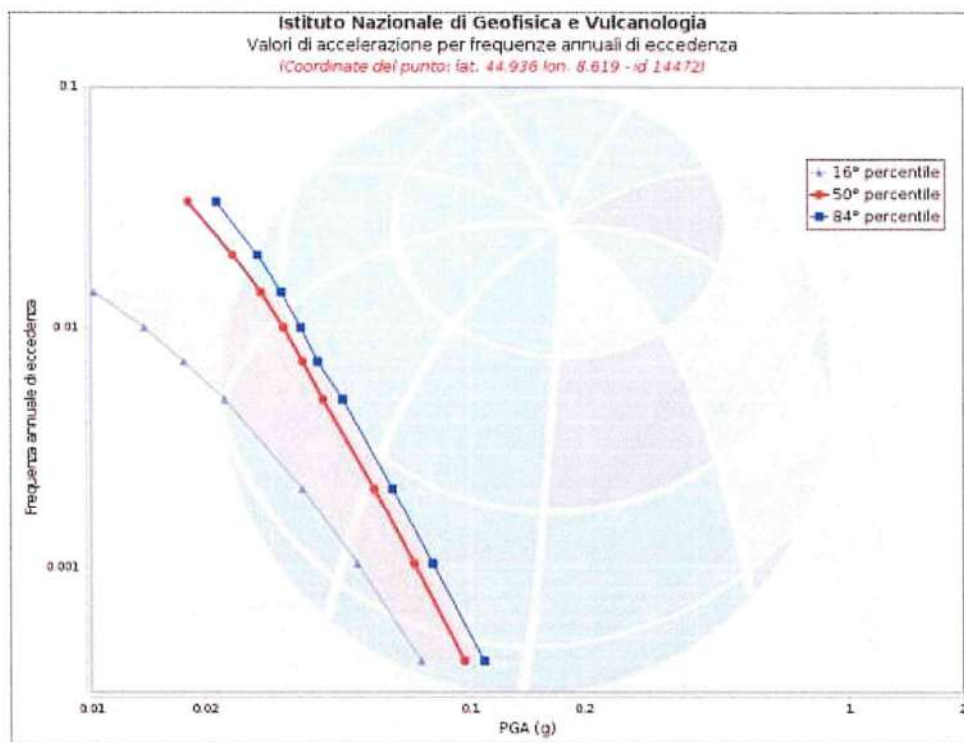


Figura 18: Disaggregazione del valore $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza	Magnitudo										
in Km	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	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.2000	0.1000	0.9800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	7.8300	14.1000	7.3200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	2.9400	6.4000	4.2100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	1.0600	2.8800	2.3600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.2960	1.2700	1.3300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0200	0.5090	0.7700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.1290	0.3890	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0203	0.3010	0.2580	0.2560	0.0459	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0309	0.5360	0.7250	0.6290	0.0679	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0305	0.6420	1.0800	0.9180	0.0501	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0020	0.4500	1.0600	1.0100	0.0378	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.2640	0.9720	1.0700	0.0295	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.1220	0.7860	0.9960	0.0296	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0400	0.5770	0.8010	0.0285	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.1650	0.2140	0.0270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0836	0.1300	0.0246	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0427	0.0973	0.0214	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0211	0.0720	0.0178	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0099	0.0516	0.0142	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

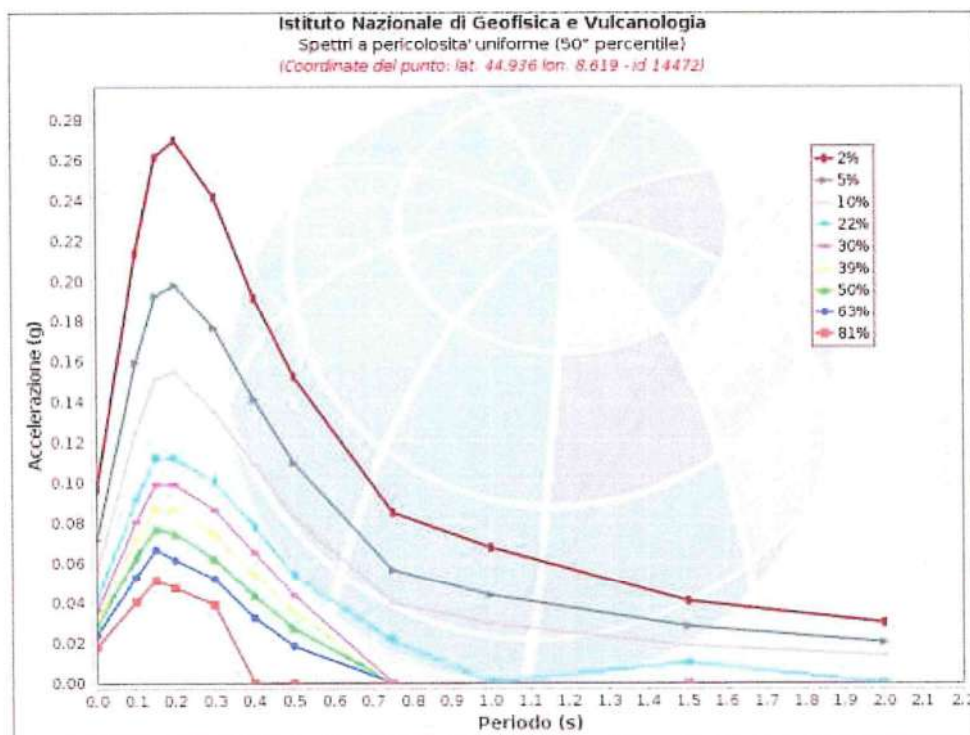
Valori Medi: magnitudo = 4.94 ; distanza = 40.1 ; epsilon = 1.23

Figura 19: Disaggregazione del valore $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.074	0.097	0.109
0.0010	0.051	0.071	0.080
0.0021	0.036	0.056	0.063
0.0050	0.023	0.041	0.046
0.0071	0.018	0.036	0.040
0.0099	0.014	0.032	0.036
0.0139	0.010	0.028	0.032
0.0199	0.008	0.024	0.028
0.0332	0.005	0.018	0.022

Figura 20: Curve di pericolosità



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE	Accelerazione (g)										
in 50	Periodo (s)										
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.097	0.214	0.262	0.270	0.242	0.192	0.153	0.085	0.068	0.041	0.030
5%	0.071	0.159	0.193	0.198	0.177	0.141	0.110	0.056	0.044	0.028	0.020
10%	0.056	0.125	0.151	0.155	0.135	0.109	0.083	0.040	0.030	0.018	0.014
22%	0.041	0.091	0.112	0.112	0.100	0.078	0.054	0.021	0.000	0.010	0.000
30%	0.036	0.081	0.099	0.099	0.086	0.065	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000
39%	0.032	0.072	0.088	0.087	0.074	0.054	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000
50%	0.028	0.063	0.077	0.075	0.062	0.043	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000
63%	0.024	0.053	0.067	0.061	0.052	0.032	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000
81%	0.018	0.041	0.051	0.048	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura 1: Spettri a pericolosità uniforme

10.2 CPTI15-DBMI15 V 2.0

Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2017. I dati macrosismici a supporto di CPTI15 costituiscono il Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15 release 2.0; Locati et al., 2019). CPTI15 è consultabile e all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15> e attraverso il "web service" dell'Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI) all'indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/ASMI/services/>. I parametri derivano dall'analisi, dal trattamento e dall'armonizzazione, secondo le più avanzate procedure, di dati provenienti da 189 studi storico-macrosismici pubblicati fino a tutto il 2019 e da 48 cataloghi strumentali, sia italiani, sia internazionali (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., 2019. *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 2.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)*).

Il Database Macrosismico Italiano (DBMI15) fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2017.

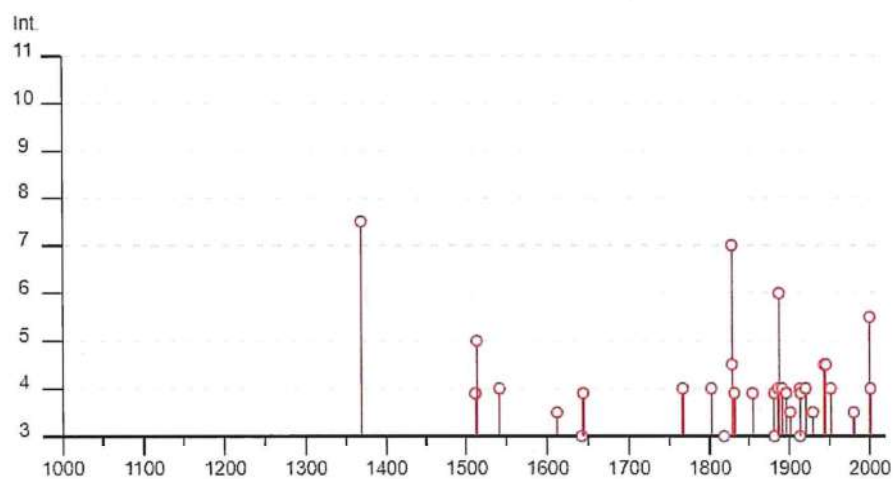
Il DBMI v2.0 fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani aggiornato alla finestra temporale 1000-2017. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

I dati di intensità macrosismica (MDP, Macroseismic Data Point) sono raccolti e organizzati da DBMI per fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima della magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI).






















Dato il loro stretto legame, DBMI e CPTI sono stati pubblicati insieme e usano una stessa numerazione (DBMI04-CPTI04, DBMI11-CPTI11), ma in due diversi siti web. Di seguito viene riportata la mappa del catalogo CPTI15 desunta dal sito https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_eq/.

Alessandria

PlaceID	IT_08062
Coordinate (lat, lon)	44.913, 8.615
Comune (ISTAT 2015)	Alessandria
Provincia	Alessandria
Regione	Piemonte
Numero di eventi riportati	44



► Personalizza il diagramma

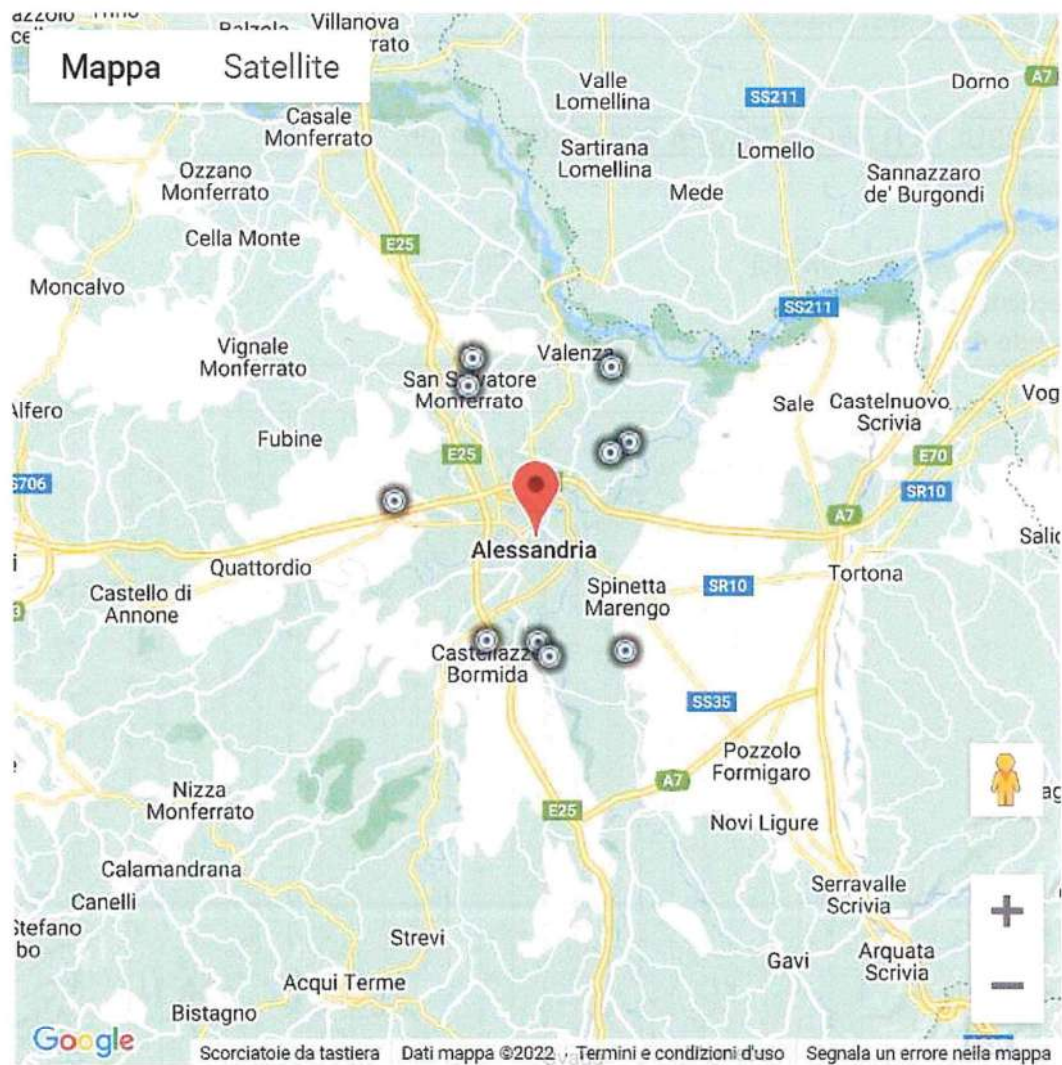
Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8		1369	02	01			Alessandria	2	6-7	4.86
F		1511	03	26	15	30	Friuli-Slovenia	120	9	6.32
5		1513	02	10			Alessandria	1	5	4.16
4		1541	10	22	18		Valle Scrivia	9	7	5.26
3-4		1612	01	31			Liguria occidentale	6	6-7	4.86
3		1642	06	13			Pianura lombarda	8	6	4.92
F		1644	02	15	04	30	Alpes Niçoises	29	8	5.74
4		1767	02	07	03	45	Genovese	10	6	4.98
4		1802	05	12	09	30	Valle dell'Oglio	94	8	5.60
3		1818	02	23	18	10	Liguria occidentale	45	7	5.32
7		1828	10	09	02	20	Oltrepò Pavese	110	8	5.72
4-5		1828	10	10	01	30	Oltrepò Pavese	18		
F		1831	05	26	10	30	Liguria occidentale	33	8	5.56
F		1854	12	29	01	45	Liguria occidentale	86	7-8	5.72
2		1873	03	12	20	04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
F		1881	07	22	02	45	Belledonne-Pelvoux	145	7	5.39
3		1881	08	03	14	42	Alessandrino	3	4	3.70
NF		1884	09	12	07	23	Pianura lombarda	34	6	4.70
4		1886	09	05			Torinese	101	7	5.22
6		1887	02	23	05	21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
4		1891	06	07	01	06 1	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
NF		1892	03	05			Valle d'Aosta	86	7	4.98
NF		1892	08	09	07	58	Valle d'Alpone	160	6-7	4.91



F		1896 10 16	Liguria occidentale	55	6	4.91
2-3		1900 12 30 23 36 2	Alto Monferrato	36	5	4.35
3-4		1901 01 23 00 17 1	Oltrepò Pavese	90	5	4.23
NF		1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
NF		1912 05 31 21 40	Canavese	51	5-6	4.71
3		1913 03 27 02 25 4	Val Trebbia	58	4-5	4.24
4		1913 12 07 01 28	Valle Scrivia	56	5	4.57
F		1914 10 26 03 43 2	Torinese	63	7	5.24
2		1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
4		1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
2		1927 10 28 21 49	Alta Val di Taro	39	6	4.66
3-4		1929 04 19 04 16	Bolognese	82	6-7	5.13
4-5		1943 10 16 19 18	Langhe	4	4-5	3.93
4-5		1945 12 15 05 27	Oltrepò Pavese	12	6	4.72
4		1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5.17
2		1960 03 23 23 10	Vallese	178	7	5.00
3-4		1980 12 23 12 01 0	Piacentino	69	6-7	4.57
2-3		1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
5-6		2000 08 21 17 14	Monferrato	595	6	4.94
4		2001 07 18 22 47 1	Monferrato	253	5	4.23
NF		2005 04 18 10 59 1	Valle del Trebbia	284	4	3.97

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Pietra Marazzi	2	6
Montecastello	2	7
Campagna	1	8
Castellazzo Bormida	10	8
Castelletto Monferrato	3	8
Solero	1	9
Casal Cermelli	2	9
Pecetto di Valenza	1	10
Frugarolo	5	10
San Salvatore Monferrato	6	10



[Visualizza Alessandria in [Google Maps](#), [Bing Maps](#)]

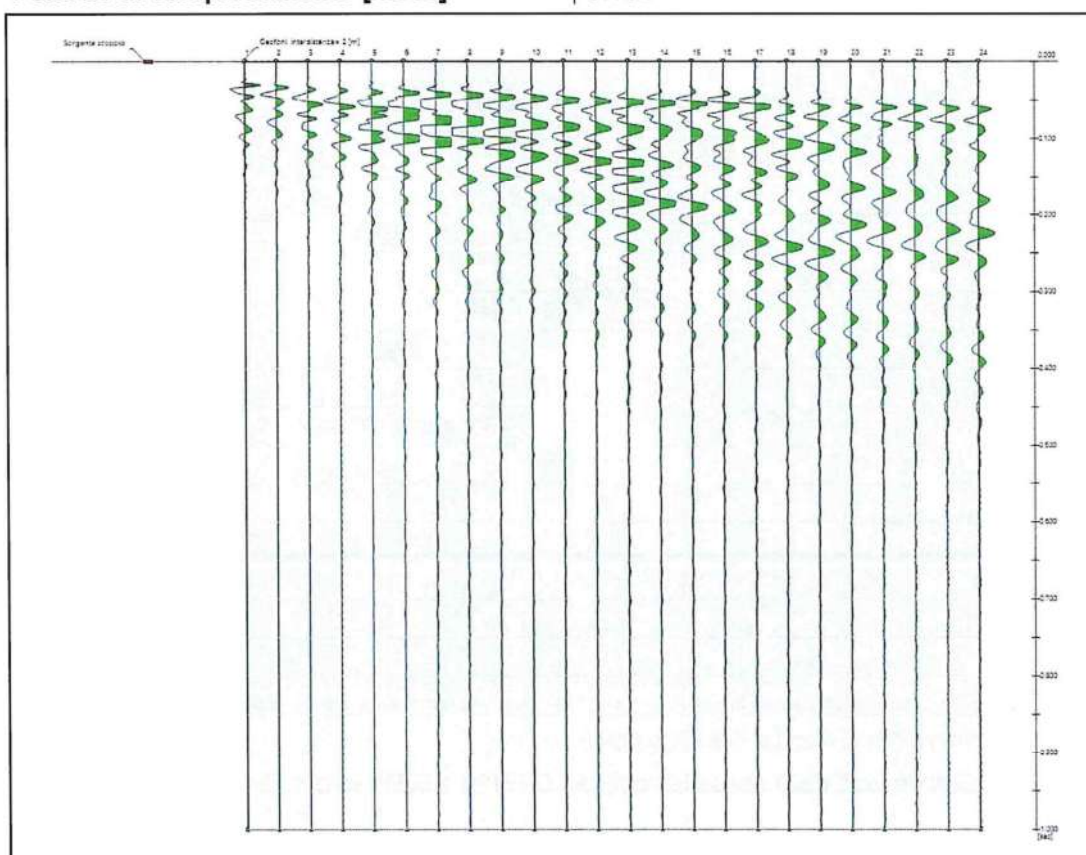
Figura 2 - Dati desunti dalla consultazione del CPTI15 e DBMI15 per l'area di Alessandria

10.3 INDAGINI GEOFISICHE

10.4 RISULTATI DELLA PROVA GEOFISICA MASW

Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	1002.3
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.131

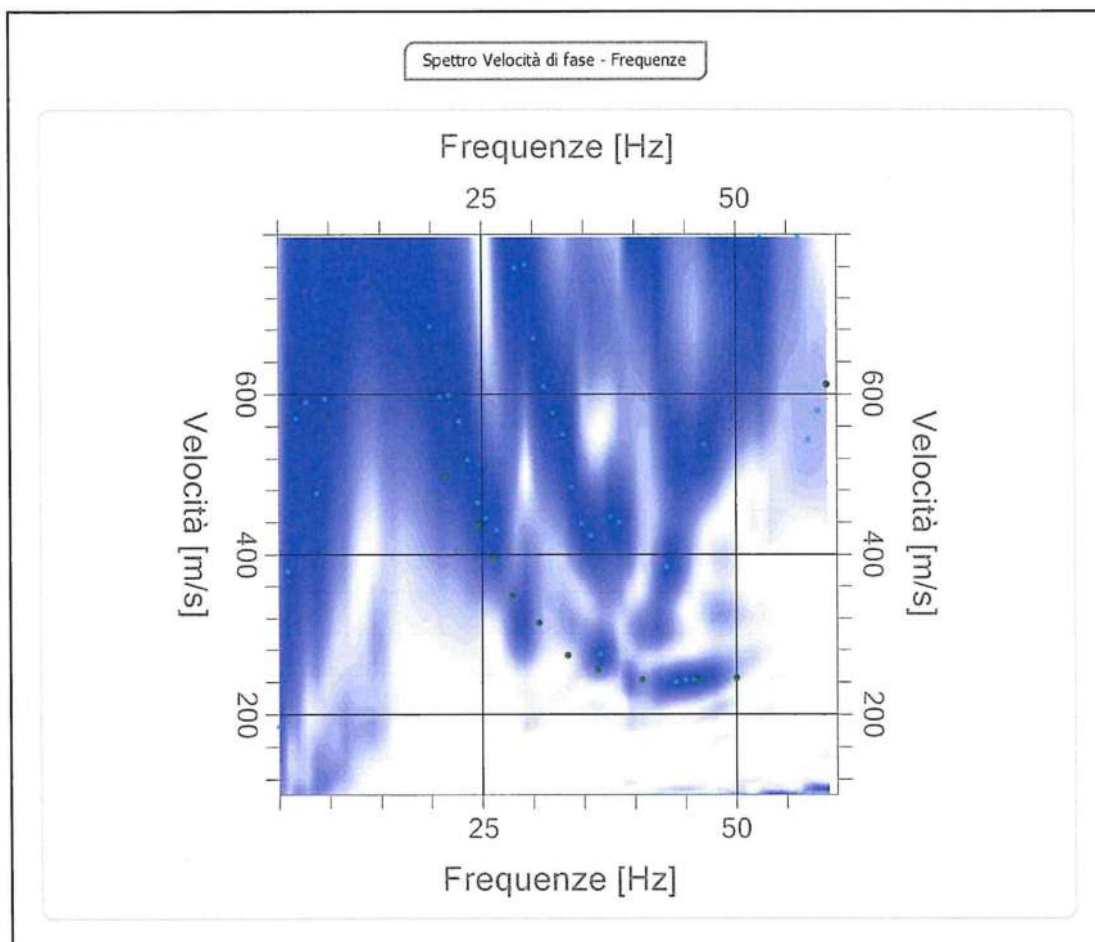


Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	100
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	2.0	100.0
2	4.9	244.8
3	21.5	498.6
4	24.7	436.2
5	26.1	394.7
6	28.0	346.4
7	30.6	313.0
8	33.4	272.5
9	36.4	255.1
10	40.7	242.0
11	46.1	242.0
12	50.1	244.9



Inversione

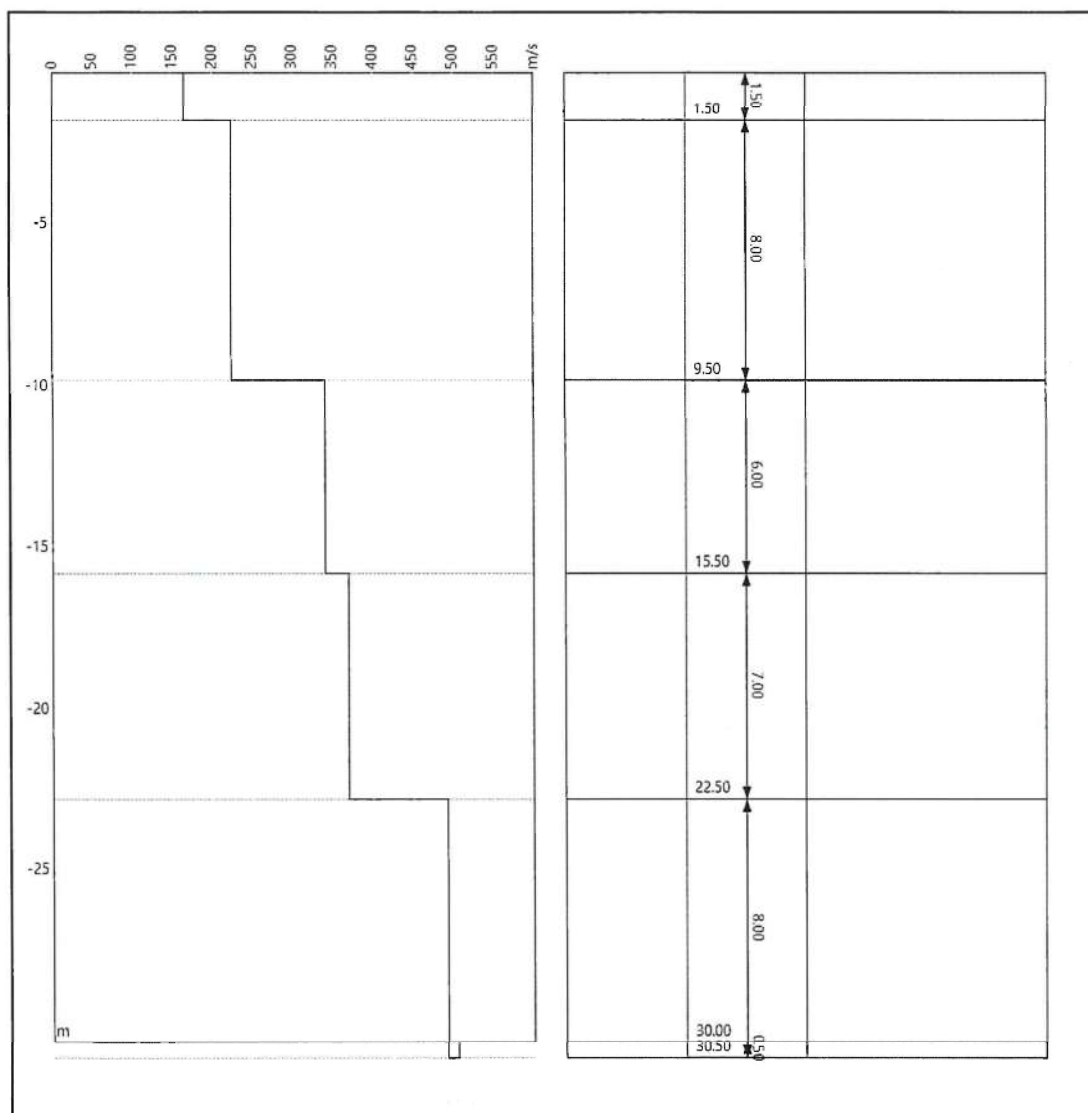
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.50	1.50	269.6	165.1
2	9.50	8.00	366.1	224.2
3	15.50	6.00	557.0	341.1
4	22.50	7.00	603.2	369.4
5	30.50	8.00	804.7	492.8
6	∞	∞	826.3	506.0

Percentuale di errore

2.115 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.190



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	310.79
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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.

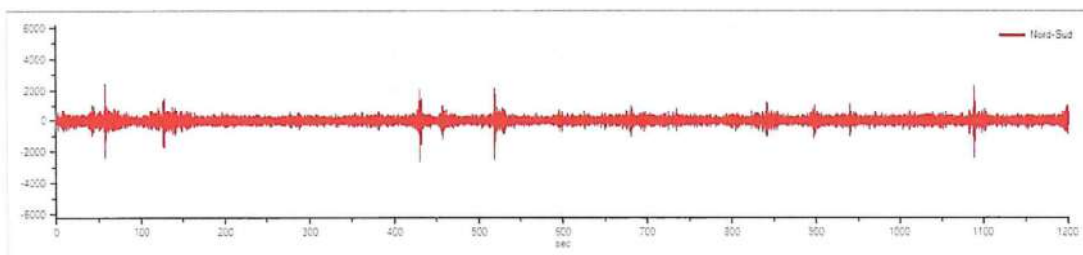
10.5 RISULTATI DELLA PROVA GEOFISICA HVSR

Tracce in input

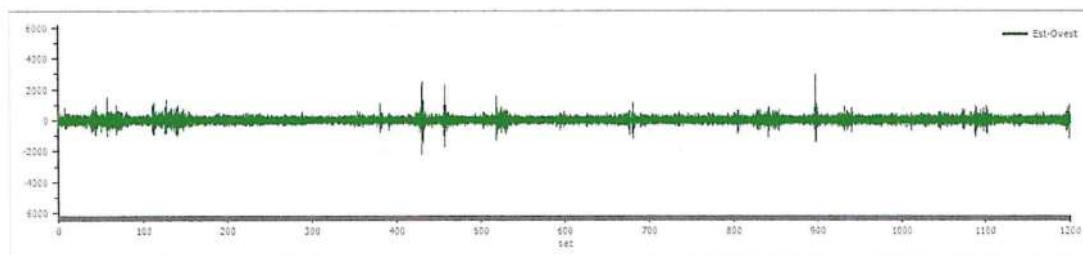
Dati riepilogativi:

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

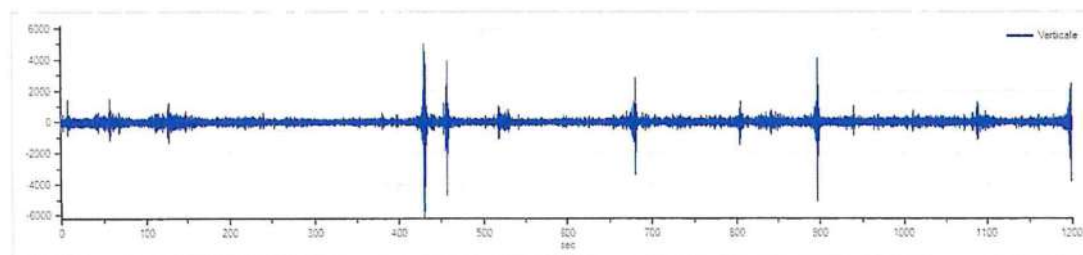
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



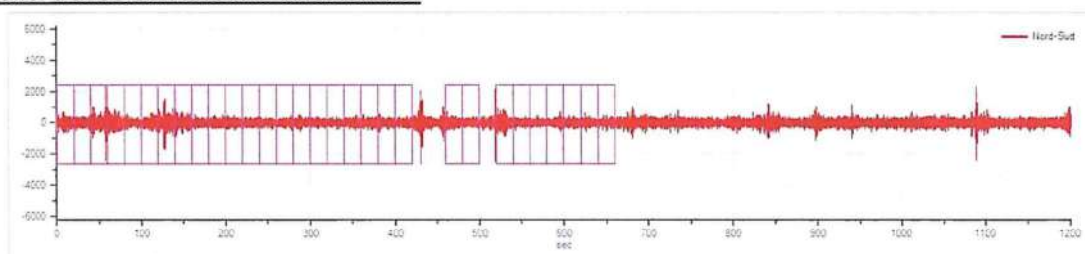
Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

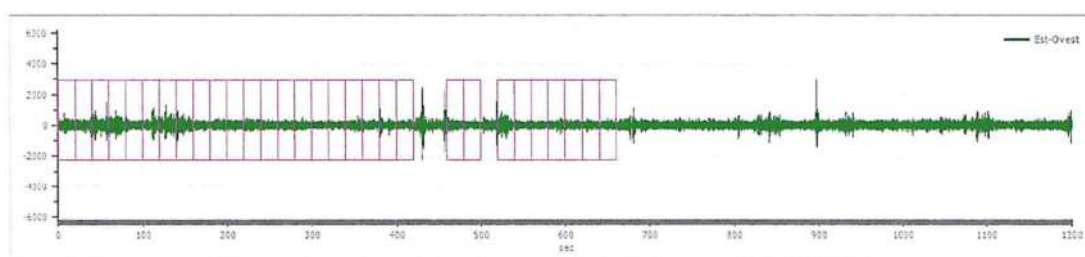
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 30
 Numero finestre incluse nel calcolo: 30
 Dimensione temporale finestre: 20.000 s
 Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Coefficiente di banda: 40.00

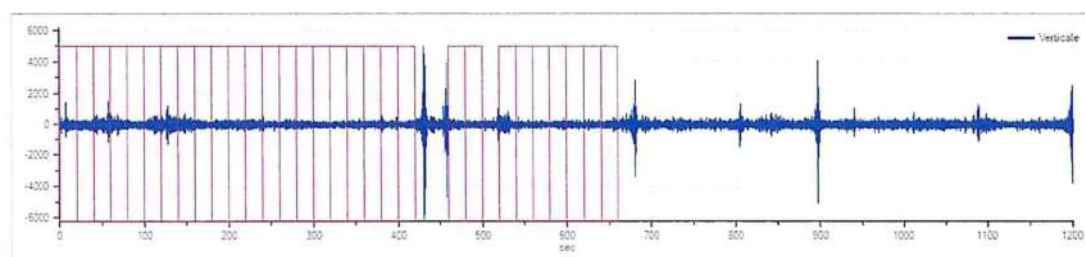
Grafici tracce con finestre selezionate:



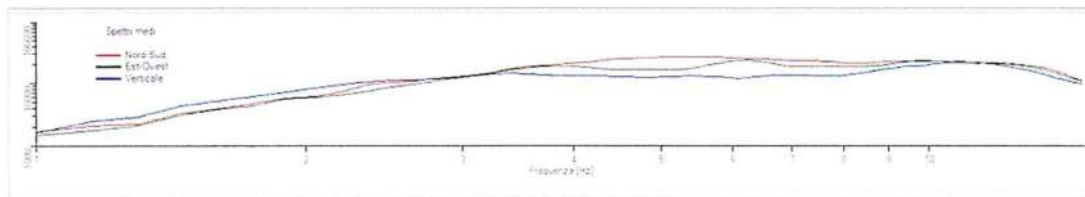
Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

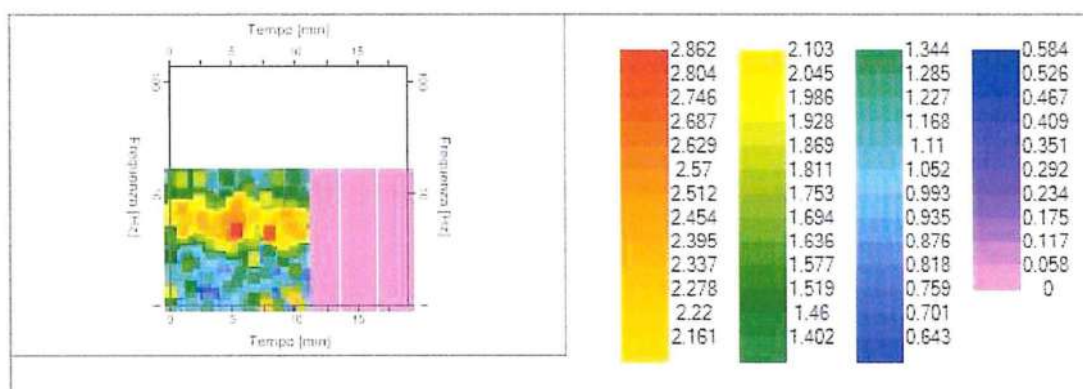


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

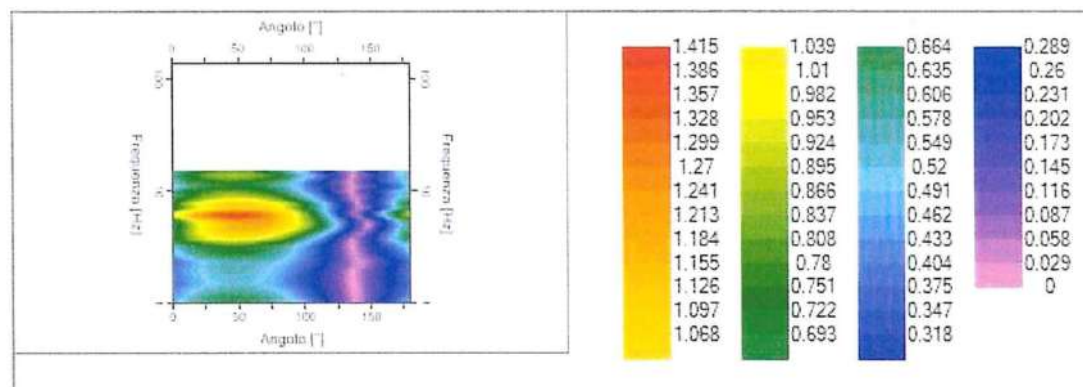


Grafici degli spettri

Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

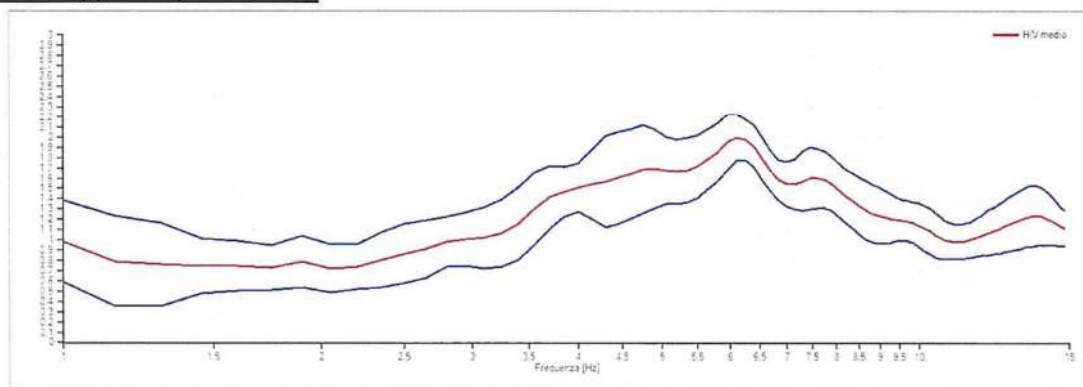
Frequenza massima: 15.00 Hz
Frequenza minima: 1.00 Hz
Passo frequenze: 0.15 Hz
Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **6.10 Hz ± 0.12 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
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

10.6 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per quanto riguarda la determinazione della categoria di sottosuolo il D.M. 17.01.2018 prevede una classificazione in cinque categorie principali riportate nella tabella 3.2.II (fig. definite in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,eq}$ corrispondente alla velocità media di propagazione delle onde sismiche di taglio fino alla profondità del substrato sismico, definito come quella formazione caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità di tale substrato superiore a 30m la velocità equivalente $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, considerando le proprietà degli strati di terreno fino alla profondità di 30m.

L'espressione per la determinazione della velocità equivalente $V_{s,eq}$ è la seguente:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_i^N \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima

N = Numero di strati

H = Profondità del substrato sismico con $V_s > 800 \text{ m/s}$

Per il sito in esame la categoria di sottosuolo è stata determinata tramite i dati ottenuti dagli stendimenti sismica con metodologia M.A.S.W e HVSR eseguite in corrispondenza dell'area di indagine.

Dall'elaborazione di tali dati il terreno presenta per la linea eseguita, valori delle V_{s30} pari a **301,79m/s** per la prova MASW riferita all'attuale piano campagna per quello che riguarda l'area.

Per la classificazione del suolo si è ritenuto più attendibile adottare le risultanze provenienti dalle prove eseguite in sito per cui il terreno è pertanto classificabile in **Suolo di tipo C**: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, 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.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figura 21: Tabella 3.2. Il "Categoria di sottosuolo" – D.M. 17.10.2018

10.7 CATEGORIA TOPOGRAFICA

Secondo la più recente revisione delle Norme Tecniche in vigore, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (categorie topografiche da NTC2018):

- T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
- T2 Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
- T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
- T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

La categoria topografica è T1

11 LIQUEFAZIONE

Secondo le norme NTC 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa nel caso si verifichino una delle seguenti condizioni:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 22 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 23 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

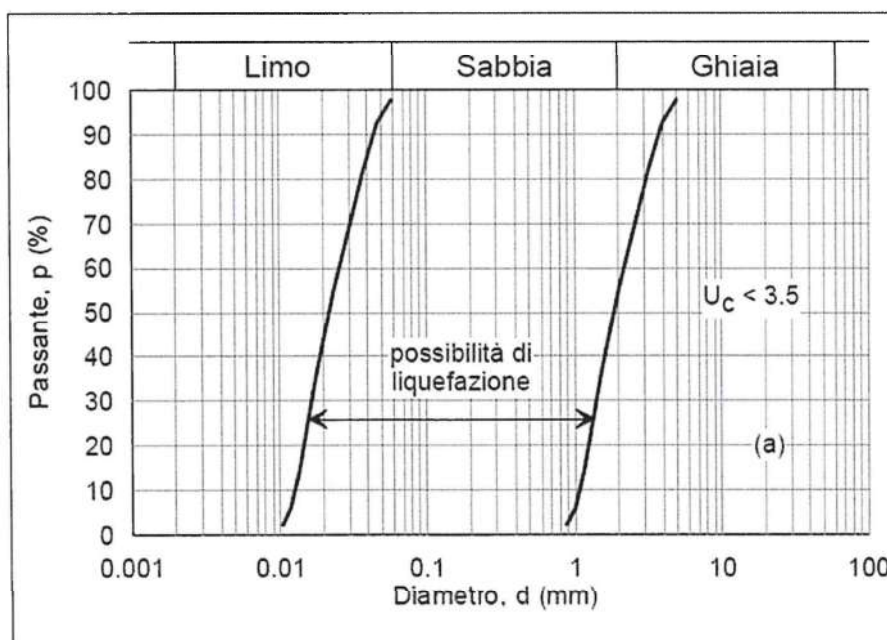


Figura 22: Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.

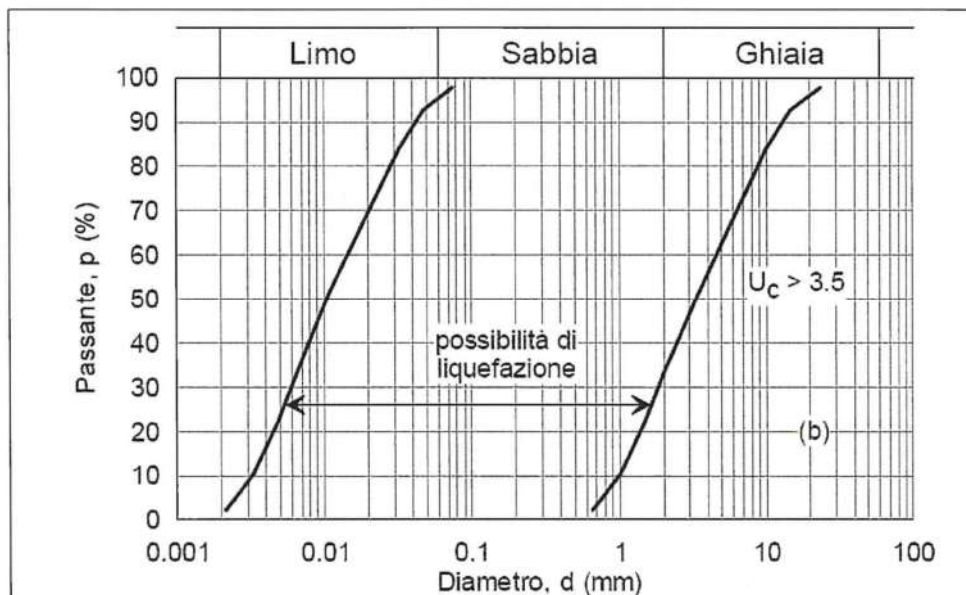


Figura 23: Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.

Le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risultano essere minori di 0,1g, perciò non risulta necessaria la verifica a liquefazione.

NOME COMUNE	Alessandria
REGIONE	Piemonte
PROVINCIA	Alessandria
CODICE ISTAT	006003
ALTITUDINE	95
SUPERFICE TOTALE (KM)	203,5687
Accelerazione massima del suolo (50mo percentile) calcolata su griglia con passo 0.02°: massimo (MAX), minimo (MIN) dei valori dei punti della griglia ricadenti nel territorio comunale	
0,077	
Valore minimo dell'accelerazione massima del suolo dei valori dei punti della griglia ricadenti nel territorio comunale	
0,05	

12 PARAMETRI GEOTECNICI MEDI

Di seguito si riportano i parametri geotecnici medi dei terreni presenti nell'area di studio.

Strato	Profondità [m]	Litologia	γ [kN/m ³]	C_u [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E_u [Mpa]	E' [MPa]
1	0,0 – 1,5	Limo sabbioso, nocciola	/	/	/	/	/	/
2	1,5 – 4,3	Limo argilloso, da debolmente a sabbioso, nocciola.	18	150-200	20-50	15-30	45-60	20-40
3	4,3 – 14,3	Argille, debolmente limose con locali livelletti centimetrici sabbioso limosi e con locali inclusioni di clasti calcarei a granulometria media e fine, colore nocciola	19	250-350	30-60	10-35	75-100	-
4	>14,3	Argille debolmente limose, localmente debolmente sabbiose, con inclusioni di clasti calcarei a granulometria media e fine, colore grigio.	18	100-200	40-50	15-45	30-40	50-60

dove:

γ = peso di volume

c' = coesione efficace

C_u = coesione non drenata

ϕ' = angolo d'attrito

E' = modulo elastico drenato

E_u = modulo elastico non drenato

Il modulo di Poisson è stato assunto pari a 0,3.

La falda è stata considerata a -6,8m dal piano campagna.

13 CONCLUSIONI

Sulla base di quanto esposto si conclude quanto segue:

- L'area d'interesse si trova all'interno dei depositi fl2. Trattasi di alluvioni prevalentemente sabbioso-siltoso-argillose, con prodotti di alterazione di colore giallastro.
- L'area d'interesse si trova tra le quote 97 e 101 m s.l.m., degradante verso sud. Dal punto di vista geomorfologico locale l'area si trova in un settore pianeggiante nel quale si escludono fenomeni di esondazione (il fiume Tanaro si trova a circa 4 km) e fenomeni franosi in atto o potenziali.
- La morfologia del sito è subpianeggiante.
- L'area d'interesse ricade in classe di pericolosità geomorfologica 1 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. 11/3/88"*. In particolare, si trova all'interno di aree dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.
- L'assetto del sito in esame risulta caratterizzato da un complesso acquifero superficiale, che ha sede nella serie deposizionale di origine alluvionale e che presenta caratteristiche di falda a superficie libera (falda freatica) con limitate capacità produttive. Tale complesso, di spessore complessivo pari a circa 20,00 m, risulta caratterizzato dalla presenza di sabbie da fini a medio grossolane, intercalate da livelli limoso-argillosi.
- Il deflusso di falda è condizionato dall'andamento del substrato semipermeabile, in questo caso il deflusso ha andamento NW-SE.
- Durante l'esecuzione del sondaggio S2 eseguito nei pressi dell'area per definirne le caratteristiche stratigrafiche è stato rilevato il livello di falda a -6,80 m da p.c.
- L'area non risulta interessata dalle fasce di limitazione PAI del Fiume Tanaro.
- L'area non risulta interessata dalle fasce di limitazione PGRA del Fiume Tanaro.
- Nel 2022 è stata effettuata una campagna di indagine al fine della caratterizzazione geologica e geotecnica, composta dalle seguenti indagini:
 - N° 10 prove penetrometriche statiche CPT
 - N°1 prova geofisica MASW
 - N°1 prova geofisica HVSr.
 - N°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo S2 (prof 20 m).
 - Prove geotecniche di laboratorio

- Dai risultati delle indagini MASW Il terreno è classificabile in **categoria C**;
- Per quanto riguarda la classificazione sismica regionale, sulla base della Deliberazione Giunta Regionale n. 387 del 22/05/2009 in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, il comune di Alessandria è classificato in **sottozona sismica 3**.
- Per la caratterizzazione geotecnica sono stati considerati come preponderanti ai dati ottenuti con le prove statiche tipo CPT. I valori provenienti da laboratorio sono stati considerati validi per le prove di classificazione (limiti e granulometria) e meno attendibili per quanto concerne le prove di taglio. I bassi valori di angolo d'attrito riscontrati sono ritenuti da parte degli scriventi inficiati da un campionamento difficoltoso.



ALLEGATO 1 - CAMPAGNA DI INDAGINE 2022

Località:

Comune di Alessandria – Loc. San Michele


 Coordinate:
 Lat: 44.947053°
 Long: 8.589565°

 Piano campagna:
 97 mt

SONDAGGIO

N° S2

 DATA
 07/06/2022

Litologia	Profondità (mt.)	Spessore strati (mt.)	PZ	Folde	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.		Campioni
							mt.	
					Limo sabbioso, colore nocciola			● -3,00 mt. ● -3,60 mt. ■ -4,00 mt. ■ -4,50 mt.
					Limo argilloso, da debolmente a sabbioso, colore nocciola			● -6,10 mt. ● -6,80 mt. ■ -8,00 mt. ■ -8,50 mt.
					Argille, debolmente limose, con locali livelletti centimetrici sabbioso-limosi e con locali inclusioni di clasti calcarei a granulometria media e fine, colore nocciola			● -12,20 mt. ● -12,80 mt.
					Argille localmente debolmente limose, con inclusioni di clasti calcarei a granulometria media e fine, colore grigio			■ -15,00 mt. ■ -15,50 mt.

CAMPIONE: ■ Rimaneggiato ● Indisturbato



TERRENO VEGETALE



TORBA



SABBIA



GHIAIA



LIMO



ARGILLA

 CASSETTE
 CATALOGATRICI

n. 4

LIVELLO FALDA

DATA	Prof. foro	Prof. riv.	Livello acqua





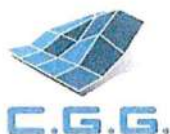








ALLEGATO 2 – CERTIFICATI DI LABORATORIO



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.
LOCALITÀ: Alessandria - San Michele
CANTIERE: Alessandria - San Michele
ACCETTAZIONE: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2
CAMPIONE: CI
PROFONDITÀ (m): 3,00-3,60
DATA DI PRELIEVO: 07/06/2022

APERTURA E DESCRIZIONE VISIVA-MANUALE DI UN CAMPIONE (ASTM D2488)

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 22/06/2022

tipologia: Indisturbato
contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
colore secondo Munsell: 10YR 5/4 Yellowish Brown

diametro nominale (mm): 85
lunghezza effettiva (cm): 50
classe di qualità: Q4

ANALISI LABORATORIO ESEGUITE

contenuto naturale acqua	<input type="text"/>	Triassiale U.U.	<input type="text"/>	Edometria	<input type="text"/>
massa volumica naturale	<input type="text"/>	Triassiale C.I.U.	<input type="text"/>	cont. sost. organiche	<input type="text"/>
massa volumica dei grani	<input type="text"/>	Triassiale C.D.	<input type="text"/>	Cloruri	<input type="text"/>
limiti Atterberg	<input type="text" value="X"/>	Compressione E.L.L.	<input type="text"/>	Solfati	<input type="text"/>
Granulometria	<input type="text" value="X"/>	Taglio Diretto	<input type="text" value="X"/>	PH	<input type="text"/>
Sedimentazione	<input type="text" value="X"/>	Taglio Residuo	<input type="text"/>	Colonna Risonante	<input type="text"/>

Descrizione del campione:

Campione omogeneo di materiale coesivo, limo con argilla. Il campione si presenta molto consistente media plasticità e umido al tatto

PROVE SPEDITIVE DI CONSISTENZA

profondità relativa (cm)	lettura al penetrometro tascabile (kPa)	lettura allo scissometro tascabile (kPa)	note
10	420	700	TG_1
20	130	550	TG_2
30	250	450	
40	150	450	TG_3
50	250	350	

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

FOTOGRAFIA DEL CAMPIONE



ALTO

BASSO

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

certificato di prova n° 1022/22 del 29/06/2022
pag. 1 di 3

COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 3,00-3,60

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 24/06/2022

massa terreno setacciato (g): 746,23

Ø / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	746,23	100,00
75	0,00	746,23	100,00
38,1	0,00	746,23	100,00
25,4	0,00	746,23	100,00
19,05	0,00	746,23	100,00
12,7	10,41	735,82	98,60
9,5	20,16	726,07	97,30
4,75	27,06	719,17	96,37
2	40,38	705,85	94,59
1	53,06	693,17	92,89
0,425	63,43	682,80	91,50
0,25	67,13	679,10	91,00
0,125	71,03	675,20	90,48
0,075	74,90	671,33	89,96

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 24/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 43,28

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,066	24	89,83
60	0,047	21,5	78,25
120	0,034	19	66,67
300	0,022	17,5	59,72
600	0,015	16	52,77
1200	0,011	14,5	45,82
2400	0,008	13	38,87
4800	0,006	11,5	31,92
14400	0,003	10,5	27,29
86400	0,001	10	24,98

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	3,6
% sabbia	6,4
% limo	59,0
% argilla	30,9

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

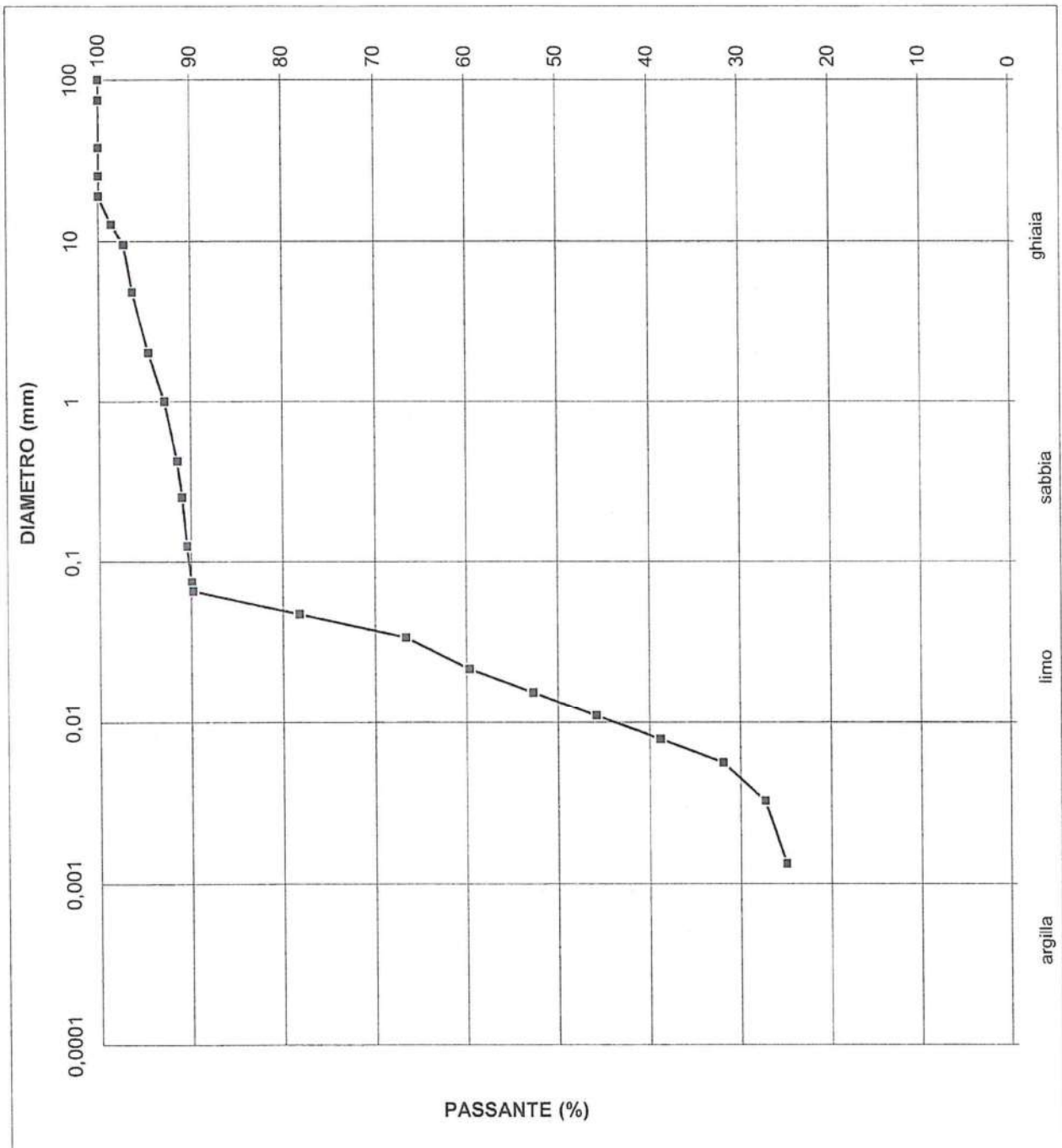
lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

certificato di prova n° 1022/22 del 29/06/2022
pag. 3 di 3



commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 3,00-3,60

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

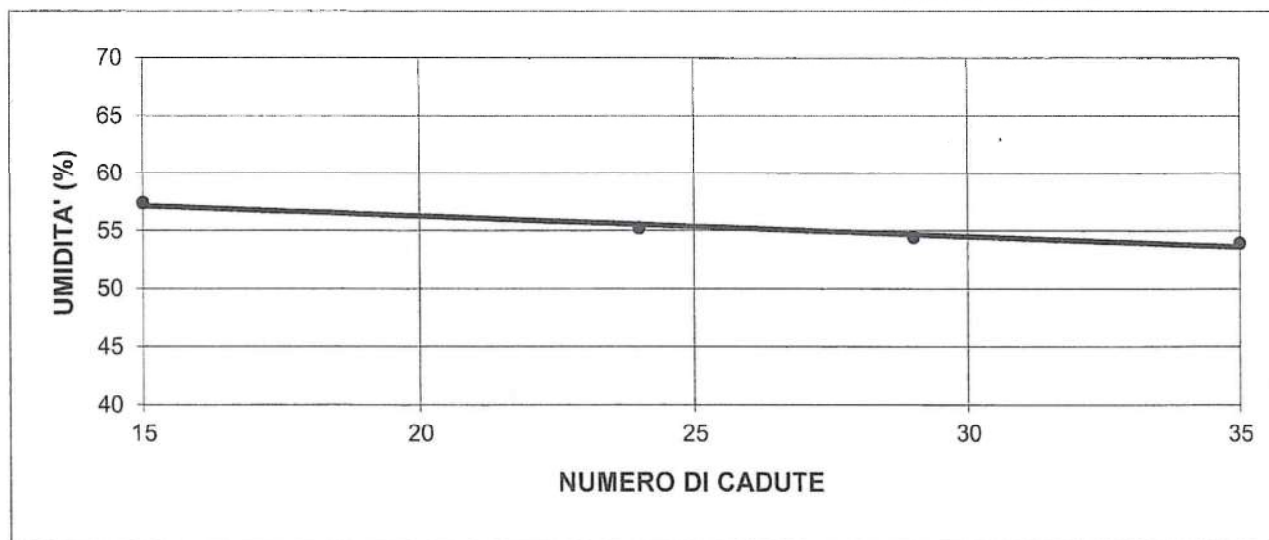
DATI DI PROVA

data di esecuzione: 24/06/2022

limite di liquidità				limite di plasticità		
n° di cadute	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
15	15,74	10,00	57,40	2,59	2,09	23,92
24	16,38	10,55	55,26	2,48	1,97	25,89
29	15,49	10,03	54,44			
35	14,84	9,64	53,94			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	55 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	25 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	30



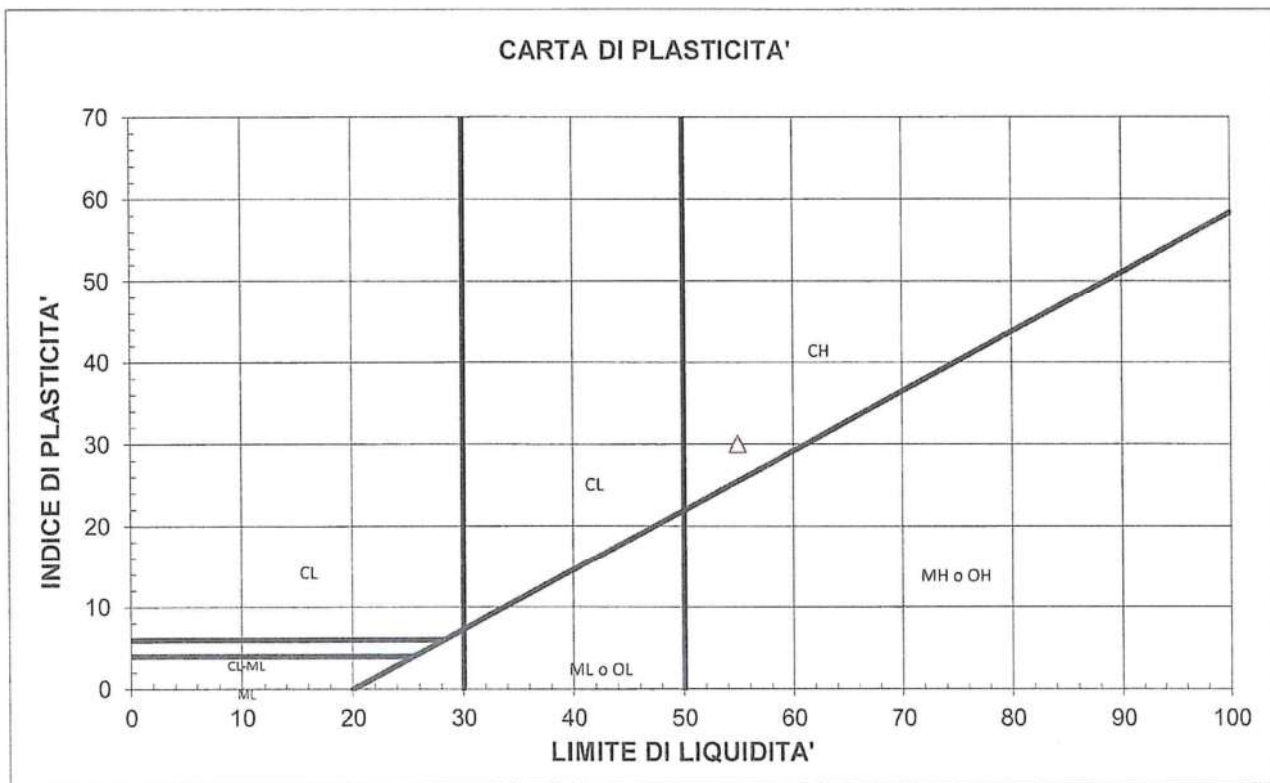
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



M = limi inorganici
C = argille inorganiche
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
H = alto limite di liquidità

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Mangeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

certificato di prova n° 1024/22 del 29/06/2022
pag. 1 di 5

COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

Data esecuzione prove: 24/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 3,00-3,60

Tipo Campione: Indisturbato tipo Shelby

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO (ASTM D3080-04)

CARATTERISTICHE DEI PROVINI

	sezione (cm ²)	altezza iniziale (cm)	massa iniziale (g)	umidità iniziale (%)	altezza finale (cm)	umidità finale (%)
provino 1	36,00	2,00	150,99	28,38	1,95	29,32
provino 2	36,00	2,00	154,27	26,14	1,93	26,37
provino 3	36,00	2,00	162,76	14,76	1,93	15,38

DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

provino 1

carico verticale applicato: 100 kPa
velocità di deformazione: 1,37E-01 µm/s

nota: gli sforzi di taglio sono calcolati tenendo conto della riduzione di area dei provini.

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	0,000			1,391	-0,120	142	40,3
	-0,009	14	4,0	1,495	-0,129	149	42,3
0,013	-0,009	17	4,0	1,560	-0,138	145	41,3
0,013	-0,017	23	4,8	1,625	-0,138	154	43,9
0,026	-0,026	29	6,3	1,729	-0,146	158	45,0
0,026	-0,034	29	7,9	1,833	-0,146	163	46,6
0,091	-0,043	53	8,1	1,885	-0,155	158	45,2
0,130	-0,052	55	14,6	1,976	-0,163	173	49,5
0,208	-0,060	71	15,2	2,067	-0,163	176	50,7
0,312	-0,060	75	19,9	2,184	-0,163	179	51,7
0,416	-0,060	87	20,9	2,210	-0,172	176	50,8
0,507	-0,069	93	24,3	2,314	-0,172	185	53,3
0,546	-0,069	97	26,1	2,418	-0,172	191	55,4
0,650	-0,077	104	27,1	2,509	-0,181	198	57,4
0,741	-0,077	109	29,1	2,548	-0,181	198	57,4
0,845	-0,077	114	30,6	2,652	-0,189	202	58,6
0,884	-0,086	113	32,1	2,743	-0,189	205	59,6
0,975	-0,095	119	31,9	2,847	-0,189	205	59,7
1,066	-0,095	124	33,7	2,886	-0,198	209	61,1
1,157	-0,103	129	35,0	2,990	-0,198	211	61,6
1,222	-0,112	127	36,5	3,081	-0,198	214	62,6
1,287	-0,112	137	35,9	3,172	-0,198	209	61,4
1,391	-0,120	142	38,7	3,224	-0,206	217	63,6

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
3,328	-0,206	221	65,1	4,732	-0,249	251	75,5
3,432	-0,206	225	66,3	4,823	-0,249	253	76,3
3,484	-0,215	218	64,4	4,927	-0,249	255	77,2
3,562	-0,215	230	67,8	4,966	-0,249	251	76,1
3,666	-0,215	233	69,0	5,057	-0,258	258	78,3
3,770	-0,224	233	69,1	5,161	-0,258	259	78,6
3,809	-0,224	233	69,0	5,265	-0,258	260	79,0
3,913	-0,224	237	70,4	5,291	-0,267	261	79,5
4,017	-0,224	238	70,8	5,395	-0,267	260	79,4
4,095	-0,232	233	69,3	5,499	-0,267	260	79,6
4,147	-0,232	242	72,1	5,577	-0,275	252	77,2
4,251	-0,232	243	72,6	5,629	-0,275	260	79,8
4,368	-0,232	245	73,2	5,733	-0,275	259	79,5
4,394	-0,241	243	72,8	5,837	-0,275	260	79,9
4,498	-0,241	248	74,3	5,915	-0,275	253	77,9
4,602	-0,241	249	74,9	5,629	-0,275	260	79,8
4,667	-0,241	242	72,7	5,733	-0,275	259	79,5

provino 2

carico verticale applicato: 200 kPa
 velocità di deformazione: 1,05E-01 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	0,000			1,200	-0,110	200	56,7
	-0,010	19	5,3	1,250	-0,110	205	58,2
0,010	-0,010	23	6,4	1,330	-0,120	210	59,7
0,010	-0,020	30	8,3	1,410	-0,130	217	61,7
0,020	-0,030	38	10,6	1,450	-0,130	220	62,6
0,020	-0,040	39	10,8	1,520	-0,140	230	65,5
0,070	-0,050	70	19,5	1,590	-0,150	235	67,1
0,100	-0,060	73	20,3	1,680	-0,160	239	68,3
0,160	-0,010	95	26,5	1,700	-0,160	239	68,3
0,070	-0,010	100	27,8	1,780	-0,170	246	70,4
0,320	-0,020	116	32,4	1,860	-0,170	255	73,1
0,390	-0,030	124	34,7	1,930	-0,180	264	75,8
0,420	-0,040	129	36,1	1,960	-0,190	264	75,8
0,500	-0,050	138	38,7	2,040	-0,190	269	77,4
0,570	-0,060	145	40,7	2,110	-0,190	273	78,6
0,650	-0,070	152	42,7	2,190	-0,200	273	78,7
0,680	-0,070	155	43,5	2,220	-0,200	279	80,5
0,750	-0,070	159	44,7	2,300	-0,200	281	81,2
0,820	-0,080	165	46,5	2,370	-0,210	285	82,4
0,890	-0,080	172	48,5	2,440	-0,210	285	82,5
0,940	-0,090	175	49,4	2,480	-0,220	289	83,7
0,990	-0,090	182	51,4	2,560	-0,220	295	85,6
1,070	-0,090	189	53,5	2,640	-0,220	300	87,2
1,150	-0,100	198	56,1	2,680	-0,230	302	87,8

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G.

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
2,740	-0,230	306	89,1	3,790	-0,270	340,0	100,8
2,820	-0,230	311	90,6	3,820	-0,280	342,0	101,5
2,900	-0,230	311	90,8	3,890	-0,280	344,0	102,2
2,930	-0,240	310	90,5	3,970	-0,280	345,0	102,6
3,010	-0,240	316	92,4	4,050	-0,280	346,0	103,1
3,090	-0,240	317	92,8	4,070	-0,290	348,0	103,7
3,150	-0,250	320	93,8	4,150	-0,290	347,0	103,6
3,190	-0,250	322	94,5	4,230	-0,290	347,0	103,7
3,270	-0,250	324	95,2	4,290	-0,290	347,0	103,8
3,360	-0,260	326	95,9		-0,300		
3,380	-0,260	326	96,0		-0,300		
3,460	-0,260	330	97,3		-0,300		
3,540	-0,260	332	98,0		-0,310		
3,590	-0,270	333	98,4		-0,310		
3,640	-0,270	334	98,8		-0,310		
3,710	-0,270	337	99,8		-0,320		

provino 3

carico verticale applicato: 300 kPa
velocità di deformazione: 9,62E-02 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	-0,010			1,426	-0,270	317	90,2
0,027	-0,020	3	0,8	1,486	-0,270	323	92,0
0,028	-0,030	7	1,9	1,548	-0,280	331	94,4
0,049	-0,040	17	4,7	1,607	-0,280	338	96,5
0,102	-0,060	41	11,4	1,667	-0,280	346	98,9
0,184	-0,080	68	18,9	1,726	-0,290	353	101,0
0,261	-0,090	85	23,7	1,788	-0,290	361	103,4
0,326	-0,100	100	27,9	1,850	-0,300	366	104,9
0,391	-0,120	116	32,4	1,911	-0,310	372	106,7
0,459	-0,120	132	36,9	1,971	-0,310	381	109,4
0,528	-0,130	147	41,2	2,032	-0,320	387	111,3
0,598	-0,140	162	45,5	2,093	-0,320	392	112,8
0,665	-0,150	173	48,6	2,156	-0,330	399	115,0
0,730	-0,160	188	52,9	2,220	-0,330	403	116,2
0,791	-0,170	204	57,4	2,278	-0,340	406	117,2
0,851	-0,180	217	61,1	2,342	-0,350	412	119,1
0,912	-0,190	229	64,6	2,404	-0,350	417	120,7
0,973	-0,200	240	67,8	2,468	-0,350	422	122,3
1,032	-0,210	250	70,7	2,531	-0,360	427	123,8
1,090	-0,220	261	73,8	2,592	-0,360	433	125,7
1,149	-0,230	270	76,5	2,657	-0,370	438	127,3
1,204	-0,240	279	79,1	2,719	-0,380	440	128,0
1,258	-0,240	290	82,3	2,787	-0,380	443	129,0
1,311	-0,250	301	85,5	2,856	-0,380	445	129,8
1,368	-0,260	310	88,1	2,927	-0,380	448	130,8

commessa: 141/22
settore: 04
id. campione: S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
2,995	-0,380	451	131,9	4,097	-0,390	463	138,0
3,064	-0,380	455	133,2	4,172	-0,400	462	137,9
3,135	-0,380	458	134,2	4,246	-0,400	462	138,1
3,211	-0,380	460	135,0	4,321	-0,400	460	137,7
3,283	-0,380	462	135,8	4,395	-0,400	460	137,9
3,358	-0,390	461	135,6	4,472	-0,400	456	136,9
3,440	-0,390	456	134,4	4,545	-0,400	455	136,7
3,511	-0,390	461	136,0	4,622	-0,400	454	136,6
3,582	-0,390	464	137,1	4,699	-0,410	454	136,8
3,653	-0,390	466	137,8	4,777	-0,410	452	136,4
3,726	-0,390	467	138,3	4,855	-0,410	451	136,3
3,798	-0,390	467	138,5	4,920	-0,410	444	134,4
3,871	-0,390	467	138,7	4,999	-0,410	439	133,0
3,946	-0,390	467	138,9	5,077	-0,410	439	133,2
4,021	-0,390	466	138,7				

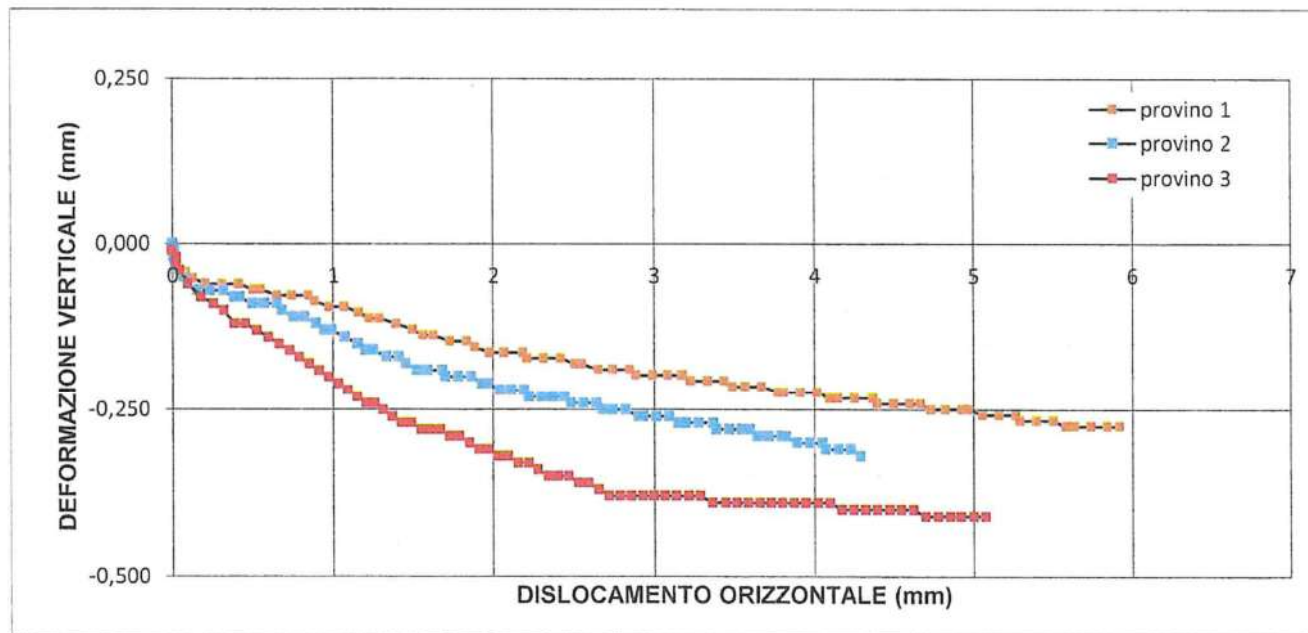
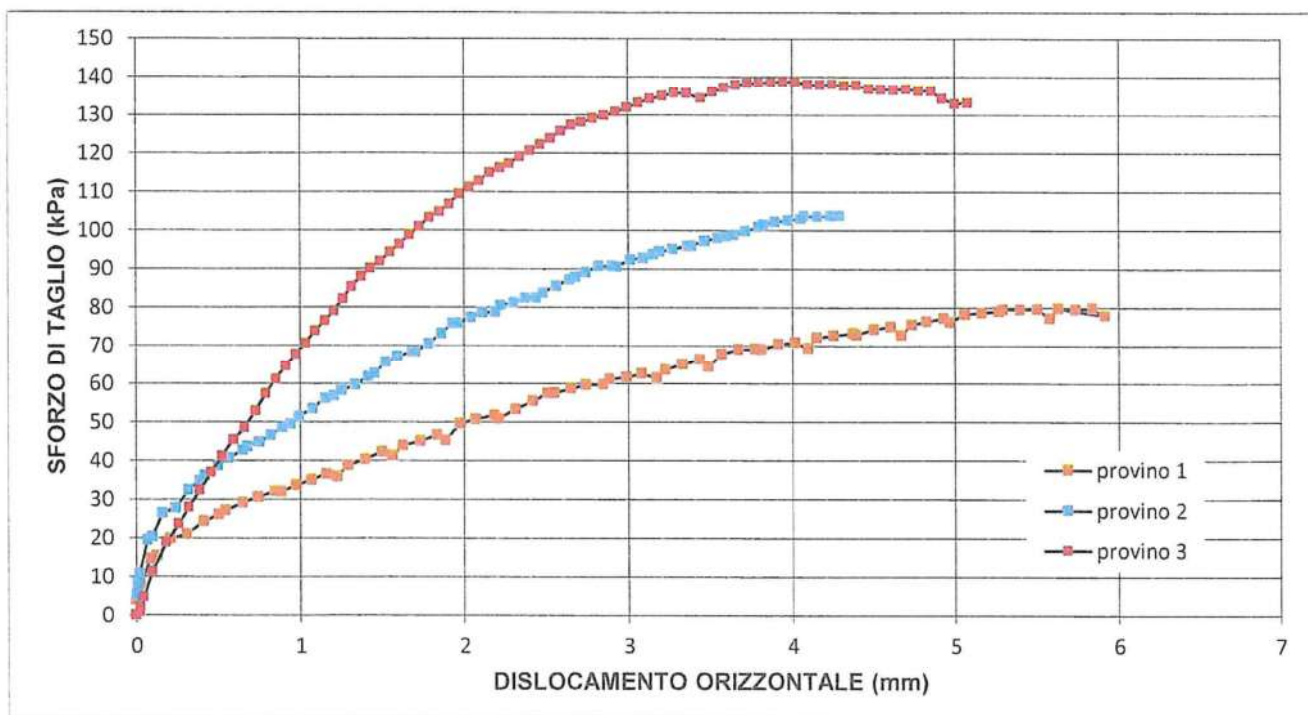
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



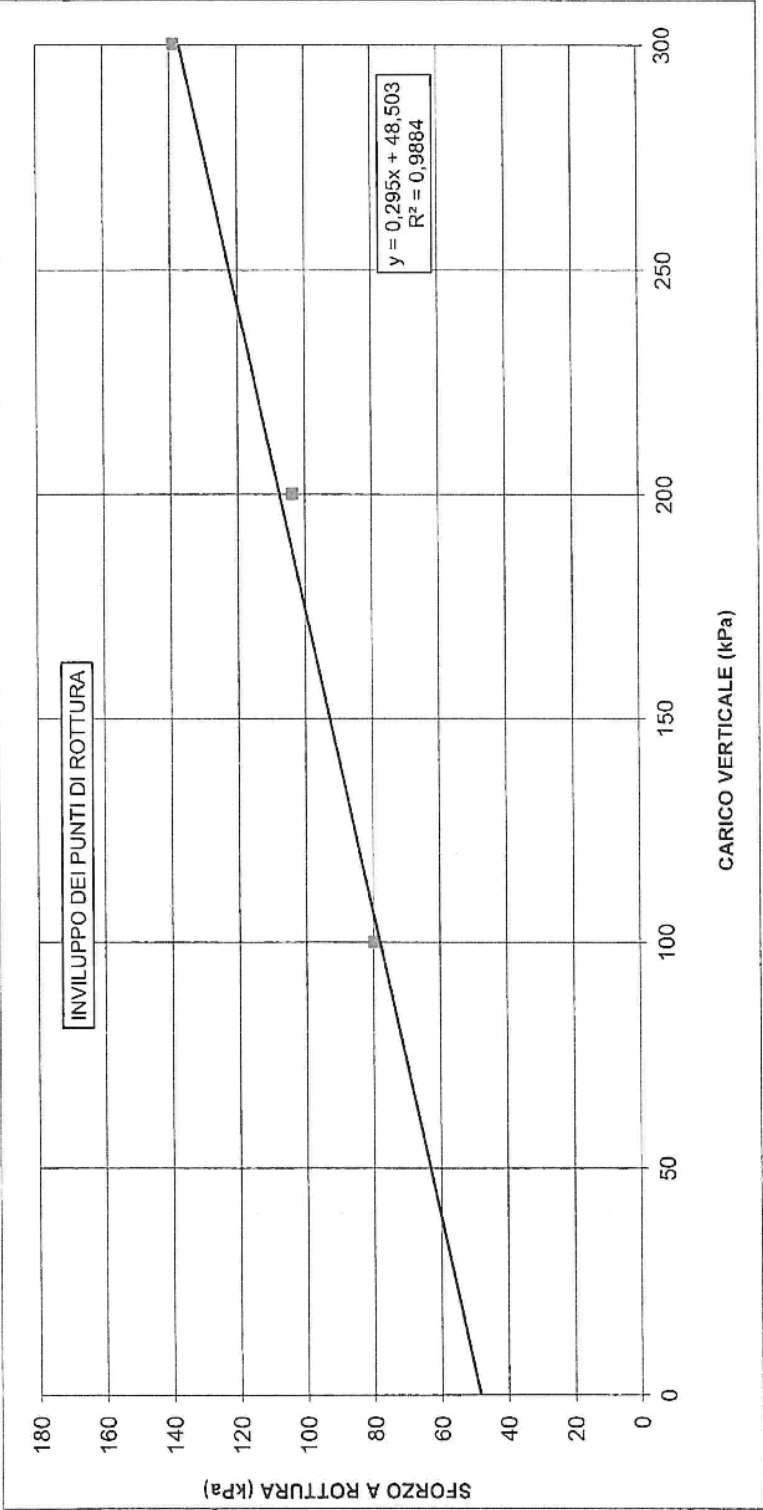
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



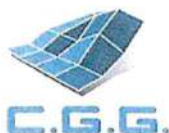
CANTIERE: Alessandria - San Michele

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

provino	1	2	3
carico verticale (kPa)	100	200	300
sforzo di taglio (kPa)	79.9	103.8	138.9

$c' \text{ (kPa)} = 48,5$
 $\phi' \text{ (° sessadecimali)} = 16,4$



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.
LOCALITÀ: Alessandria - San Michele
CANTIERE: Alessandria - San Michele
ACCETTAZIONE: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2
CAMPIONE: CI
PROFONDITÀ (m): 6,10-6,60
DATA DI PRELIEVO: 07/06/2022

APERTURA E DESCRIZIONE VISIVA-MANUALE DI UN CAMPIONE (ASTM D2488)

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 22/06/2022

tipologia: Indisturbato
contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
colore secondo Munsell: 10YR 4/3 Yellowish Brown

diametro nominale (mm): 85
lunghezza effettiva (cm): 58
classe di qualità: Q4

ANALISI LABORATORIO ESEGUITE

contenuto naturale acqua	<input type="text"/>	Triassiale U.U.	<input type="text"/>	Edometria	<input type="text"/>
massa volumica naturale	<input type="text"/>	Triassiale C.I.U.	<input type="text"/>	cont. sost. organiche	<input type="text"/>
massa volumica dei granuli	<input type="text"/>	Triassiale C.D.	<input type="text"/>	Cloruri	<input type="text"/>
limiti Atterberg	<input type="text" value="X"/>	Compressione E.L.L.	<input type="text"/>	Solfati	<input type="text"/>
Granulometria	<input type="text" value="X"/>	Taglio Diretto	<input type="text" value="X"/>	PH	<input type="text"/>
Sedimentazione	<input type="text" value="X"/>	Taglio Residuo	<input type="text"/>	Colonna Risonante	<input type="text"/>

Descrizione del campione: Campione omogeneo di materiale coesivo, limo argilloso. Il campione si presenta molto consistente media plasticità e umido al tatto

PROVE SPEDITIVE DI CONSISTENZA

profondità relativa (cm)	lettura al penetrometro tascabile (kPa)	lettura allo scissometro tascabile (kPa)	note
10	400	450	TG_1
20	360	650	TG_2
30	430	450	
40	380	650	TG_3
50	360	350	

commessa:
141/22

sette:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

FOTOGRAFIA DEL CAMPIONE



ALTO

BASSO

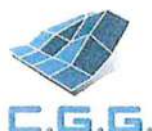
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

certificato di prova n° 1026/22 del 29/06/2022
pag. 1 di 3

COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 6,10-6,60

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 24/06/2022

massa terreno setacciato (g): 746,23

Ø / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	746,23	100,00
75	0,00	746,23	100,00
38,1	0,00	746,23	100,00
25,4	0,00	746,23	100,00
19,05	0,00	746,23	100,00
12,7	0,00	746,23	100,00
9,5	4,04	742,19	99,46
4,75	13,08	733,15	98,25
2	17,95	728,28	97,59
1	20,76	725,47	97,22
0,425	23,05	723,18	96,91
0,25	24,20	722,03	96,76
0,125	25,18	721,05	96,63
0,075	26,44	719,79	96,46

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 24/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 43,28

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,066	24	96,41
60	0,047	21,5	83,98
120	0,034	19	71,55
300	0,022	17,5	64,10
600	0,015	16	56,64
1200	0,011	14,5	49,18
2400	0,008	13	41,72
4800	0,006	11,5	34,26
14400	0,003	10,5	29,29
86400	0,001	10	26,81

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	1,8
% sabbia	1,8
% limo	63,2
% argilla	33,2

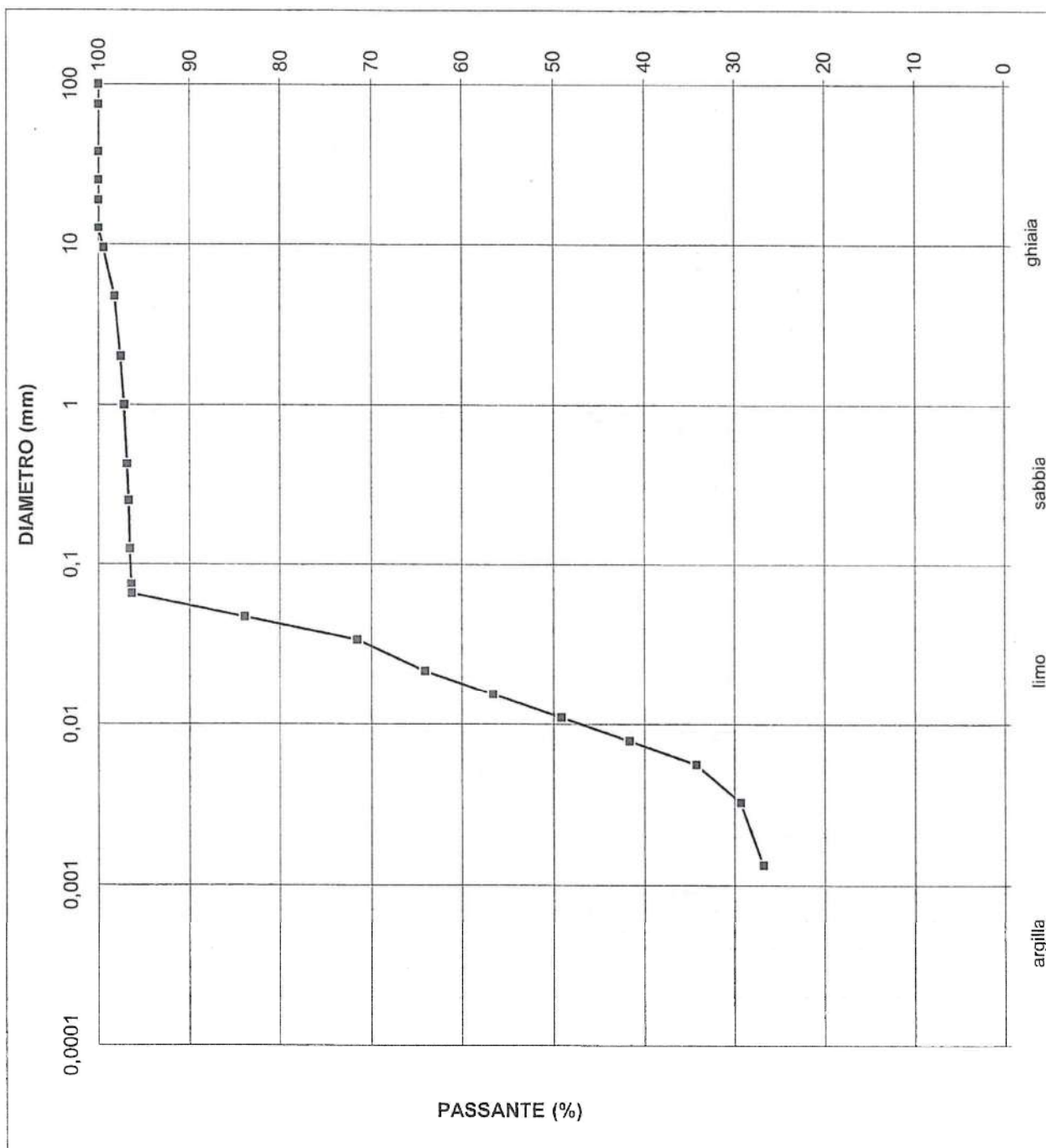
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Mangeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Mäugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.
LOCALITÀ: Alessandria - San Michele
CANTIERE: Alessandria - San Michele
Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2
CAMPIONE: CI
PROFONDITÀ (m): 6,10-6,60
DATA PRELIEVO: 07/06/2022

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

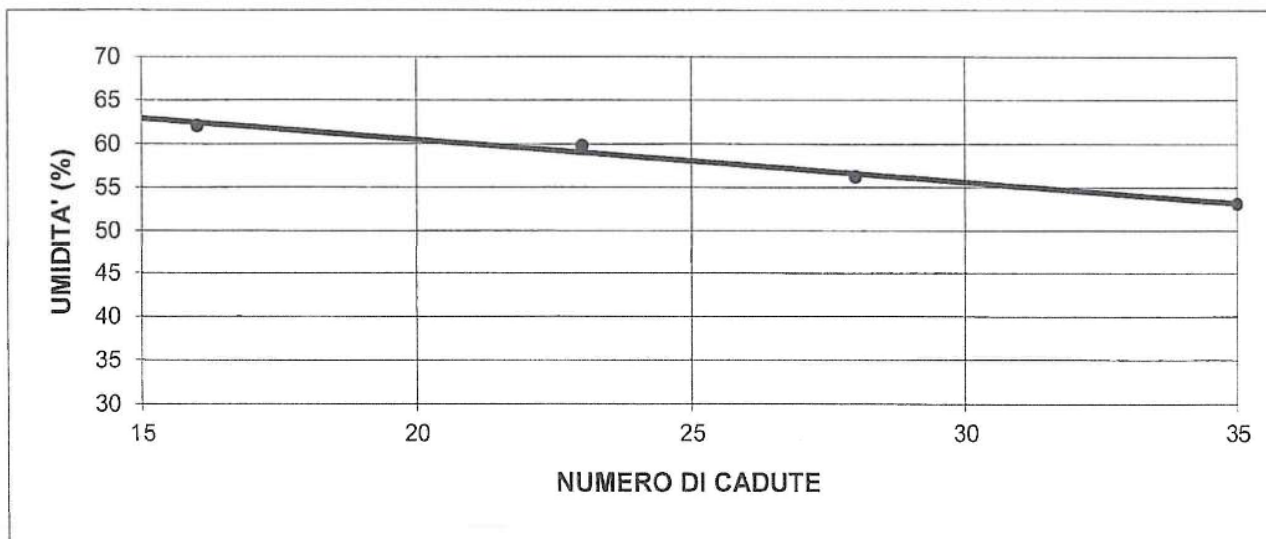
DATI DI PROVA

data di esecuzione: 26/06/2022

limite di liquidità				limite di plasticità		
n° di cadute	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
16	16,03	9,89	62,08	2,60	2,14	21,50
23	18,01	11,27	59,80	4,04	3,33	21,32
28	15,42	9,87	56,23			
35	13,49	8,81	53,12			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)

LIMITE DI LIQUIDITA'	WL	58 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	21 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	37



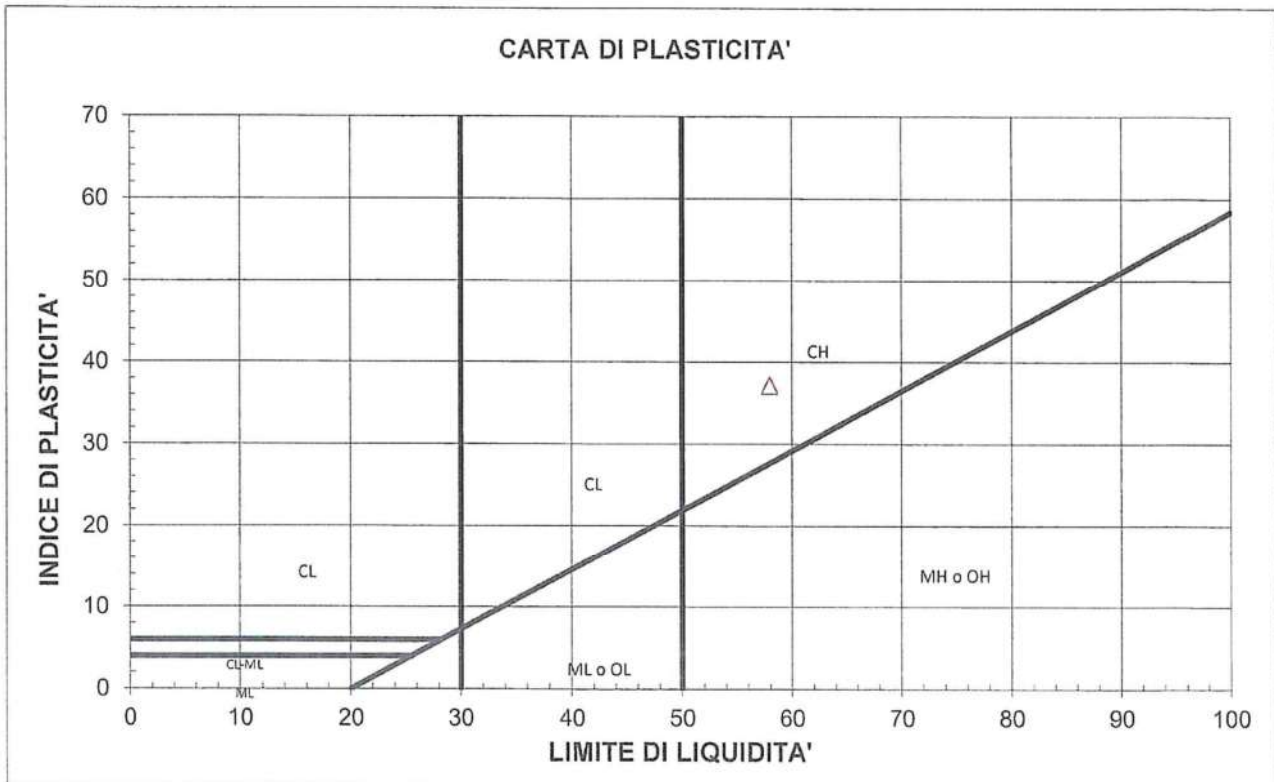
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Mabgeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



M = limi inorganici
C = argille inorganiche
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
H = alto limite di liquidità

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

Data esecuzione prove: 20/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 6,10-6,60

Tipo Campione: Indisturbato tipo Shelby

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO (ASTM D3080-04)

CARATTERISTICHE DEI PROVINI

	sezione (cm ²)	altezza iniziale (cm)	massa iniziale (g)	umidità iniziale (%)	altezza finale (cm)	umidità finale (%)
provino 1	36,00	2,00	167,79	11,24	1,96	15,17
provino 2	36,00	2,00	162,65	9,79	1,96	14,68
provino 3	36,00	2,00	162,76	14,76	1,93	15,38

DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

provino 1

carico verticale applicato: 100 kPa
velocità di deformazione: 1,37E-01 µm/s

nota: gli sforzi di taglio sono calcolati tenendo conto della riduzione di area dei provini.

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	0,000			2,380	-0,210	211	61,0
0,033	-0,020	31	8,6	2,467	-0,210	216	62,7
0,073	-0,020	33	8,6	2,553	-0,220	224	64,9
0,093	-0,030	36	9,1	2,627	-0,230	231	67,1
0,133	-0,030	41	10,1	2,707	-0,230	235	68,2
0,187	-0,030	46	11,4	2,787	-0,240	238	69,4
0,247	-0,030	49	12,9	2,867	-0,240	244	71,1
0,300	-0,030	55	13,7	2,940	-0,240	246	72,0
0,387	-0,020	62	15,2	3,020	-0,250	248	72,6
1,180	-0,030	67	17,3	3,100	-0,250	251	73,5
1,280	-0,030	70	19,1	3,180	-0,250	251	73,6
1,373	-0,030	77	19,9	3,253	-0,250	254	74,5
1,473	-0,030	81	22,0	3,340	-0,250	252	74,1
1,567	-0,040	110	23,0	3,407	-0,250	255	75,0
1,660	-0,060	135	31,4	3,487	-0,250	250	73,7
1,747	-0,090	149	38,4	3,560	-0,250	254	74,9
1,840	-0,110	162	42,7	3,627	-0,250	254	75,0
1,940	-0,140	172	46,4	3,713	-0,250	254	75,1
2,027	-0,150	181	49,3	3,793	-0,260	253	74,9
2,120	-0,170	188	52,0	3,880	-0,260	251	74,5
2,207	-0,180	197	54,2	3,960	-0,260	250	74,4
2,293	-0,190	204	56,9	4,047	-0,260	251	74,7
2,380	-0,210	211	58,8	4,120	-0,260	247	73,8

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
4,200	-0,250	249	74,4	5,600	-0,220	232	71,0
4,273	-0,250	248	74,2	5,667	-0,220	230	70,6
4,367	-0,250	248	74,4	5,727	-0,210	230	70,6
4,460	-0,250	247	74,2	5,787	-0,210	229	70,4
4,553	-0,250	246	74,1	5,853	-0,210	225	69,1
4,640	-0,250	244	73,3	5,913	-0,210	224	68,9
4,727	-0,250	244	73,5	5,960	-0,210	226	69,8
4,813	-0,240	244	73,6	6,007	-0,210	223	68,8
4,900	-0,240	243	73,4	6,060	-0,210	223	68,8
4,987	-0,240	239	72,4	6,113	-0,210	223	68,9
5,067	-0,240	240	72,8	5,787	-0,210	229	70,4
5,147	-0,230	240	72,9	5,853	-0,210	225	69,1
5,233	-0,230	238	72,5	5,913	-0,210	224	68,9
5,313	-0,230	236	72,0	5,960	-0,210	226	69,8
5,400	-0,230	235	71,9	6,007	-0,210	223	68,8
5,467	-0,220	234	71,4	6,060	-0,210	223	68,8
5,540	-0,220	232	70,9	6,113	-0,210	223	68,9

provino 2

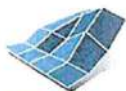
carico verticale applicato: 200 kPa
velocità di deformazione: 9,65E-02 $\mu\text{m/s}$

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	0,000			1,126	-0,088	286	81,0
0,127	-0,010	10	2,7	1,186	-0,095	293	83,2
0,129	-0,024	16	4,4	1,247	-0,099	301	85,4
0,121	-0,032	16	4,4	1,310	-0,102	308	87,6
0,170	-0,036	15	4,2	1,378	-0,103	315	89,6
0,280	-0,038	15	4,2	1,442	-0,104	320	91,2
0,387	-0,039	16	4,4	1,509	-0,104	326	92,8
0,495	-0,043	21	5,8	1,580	-0,105	329	93,9
0,590	-0,010	29	8,1	1,654	-0,104	333	95,1
0,387	-0,024	45	12,5	1,733	-0,104	334	95,7
0,645	-0,032	55	15,5	1,812	-0,103	337	96,4
0,661	-0,036	66	18,4	1,897	-0,103	336	96,4
0,664	-0,038	78	22,0	1,980	-0,101	337	96,9
0,669	-0,039	100	28,0	2,072	-0,099	338	97,3
0,680	-0,043	121	34,1	2,162	-0,097	339	97,7
0,698	-0,044	142	39,8	2,253	-0,093	340	98,2
0,733	-0,045	160	45,0	2,346	-0,092	342	98,8
0,776	-0,051	179	50,3	2,441	-0,091	342	99,0
0,816	-0,057	197	55,6	2,535	-0,090	340	98,7
0,863	-0,063	218	61,3	2,631	-0,088	340	98,7
0,916	-0,066	235	66,4	2,731	-0,086	340	98,9
0,968	-0,071	249	70,2	2,834	-0,086	337	98,4
1,020	-0,076	264	74,5	2,936	-0,084	337	98,3
1,072	-0,084	275	77,7	3,040	-0,083	333	97,4

commessa: 141/22
settore: 04
id. campione: S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

**C.G.G.**

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
3,143	-0,081	331	97,2	4,855	-0,067	300,2	90,7
3,247	-0,081	328	96,5	4,962	-0,068	298,7	90,5
3,354	-0,079	325	95,6	5,070	-0,068	296,5	90,0
3,461	-0,079	325	95,7	5,180	-0,069	292,0	88,8
3,570	-0,077	322	95,0	5,292	-0,068	290,5	88,5
3,676	-0,076	321	95,0	5,403	-0,068	289,0	88,2
3,784	-0,075	319	94,5	5,512	-0,068	287,5	87,9
3,891	-0,074	317	94,0	5,622	-0,067	286,8	87,9
3,999	-0,074	314	93,3	5,731	-0,068	286,0	87,8
4,105	-0,073	313	93,3	5,838	-0,068	271,1	83,4
4,212	-0,072	311	92,8	5,946	-0,068	268,2	82,7
4,319	-0,072	308	92,3	5,999	-0,067	265,9	82,1
4,426	-0,072	308	92,3	5,999	-0,067	265,2	81,8
4,534	-0,069	306	92,0	6,000	-0,067	263,7	81,4
4,641	-0,069	302	91,0	6,000	-0,061	263,7	81,4
4,748	-0,068	302	91,0	6,000	-0,059	263,7	81,4

provino 3

carico verticale applicato: 300 kPa
velocità di deformazione: 1,17E-01 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
				1,610	-0,190	385	109,9
0,090	-0,010	132	36,7	1,680	-0,190	386	110,3
0,150	-0,020	152	42,3	1,720	-0,200	387	110,7
0,180	-0,040	180	50,2	1,800	-0,210	388	111,1
0,250	-0,050	213	59,4	1,880	-0,210	388	111,3
0,330	-0,060	240	67,0	1,940	-0,220	388	111,4
0,380	-0,070	255	71,3	1,990	-0,220	388	111,5
0,420	-0,080	269	75,2	2,070	-0,230	388	111,6
0,500	-0,090	288	80,7	2,140	-0,230	389	112,1
0,570	-0,090	303	85,0	2,180	-0,240	389	112,1
0,620	-0,100	315	88,4	2,250	-0,240	387	111,7
0,670	-0,110	321	90,2	2,330	-0,250	387	111,8
0,750	-0,110	332	93,4	2,410	-0,250	387	112,0
0,820	-0,120	342	96,3	2,430	-0,260	388	112,3
0,870	-0,130	346	97,5	2,510	-0,260	385	111,6
0,920	-0,130	352	99,3	2,590	-0,260	384	111,5
1,000	-0,140	360	101,7	2,630	-0,270	387	112,4
1,080	-0,140	365	103,2	2,690	-0,270	386	112,3
1,120	-0,150	370	104,7	2,770	-0,280	380	110,7
1,180	-0,160	371	105,1	2,840	-0,280	386	112,5
1,260	-0,160	375	106,4	2,870	-0,280	377	110,0
1,340	-0,170	377	107,1	2,950	-0,290	377	110,1
1,420	-0,170	379	107,8	3,020	-0,290	375	109,7
1,450	-0,180	379	107,9	3,080	-0,300	377	110,4
1,530	-0,180	383	109,2	3,130	-0,300	373	109,3

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
3,210	-0,310	373	109,5	4,200	-0,370	347	103,6
3,290	-0,310	371	109,0	4,280	-0,380	344	102,9
3,340	-0,310	371	109,1	4,360	-0,380	343	102,7
3,390	-0,320	368	108,3	4,390	-0,380	342	102,5
3,480	-0,320	369	108,8	4,460	-0,390	340	102,0
3,560	-0,330	369	109,0	4,540	-0,390	340	102,2
3,590	-0,330	372	109,9	4,620	-0,400	338	101,7
3,660	-0,330	370	109,5	4,690	-0,400	342	103,1
3,740	-0,340	358	106,1	4,730	-0,400	335	101,0
3,820	-0,340	357	105,9	4,810	-0,410	334	100,9
3,850	-0,350	358	106,3	4,880	-0,410	334	101,0
3,930	-0,350	354	105,2	4,950	-0,420	332	100,5
4,010	-0,360	354	105,4	4,990	-0,420	332	100,6
4,090	-0,360	351	104,6	5,070	-0,430	331	100,4
4,130	-0,360	349	104,1				

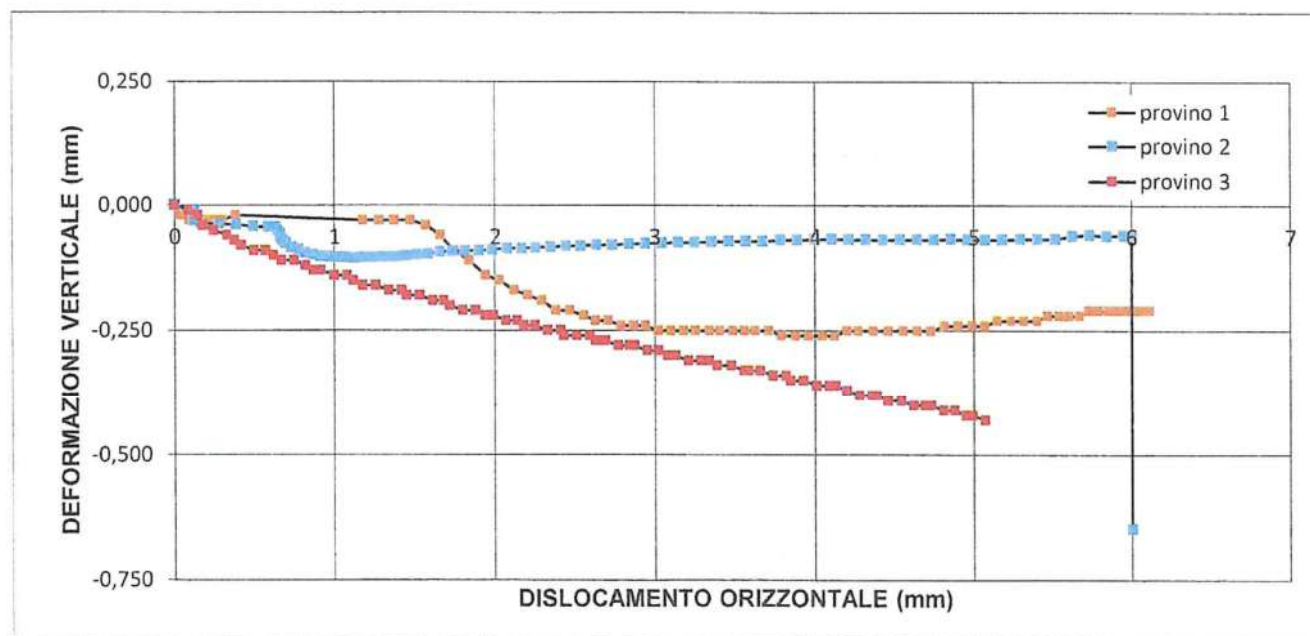
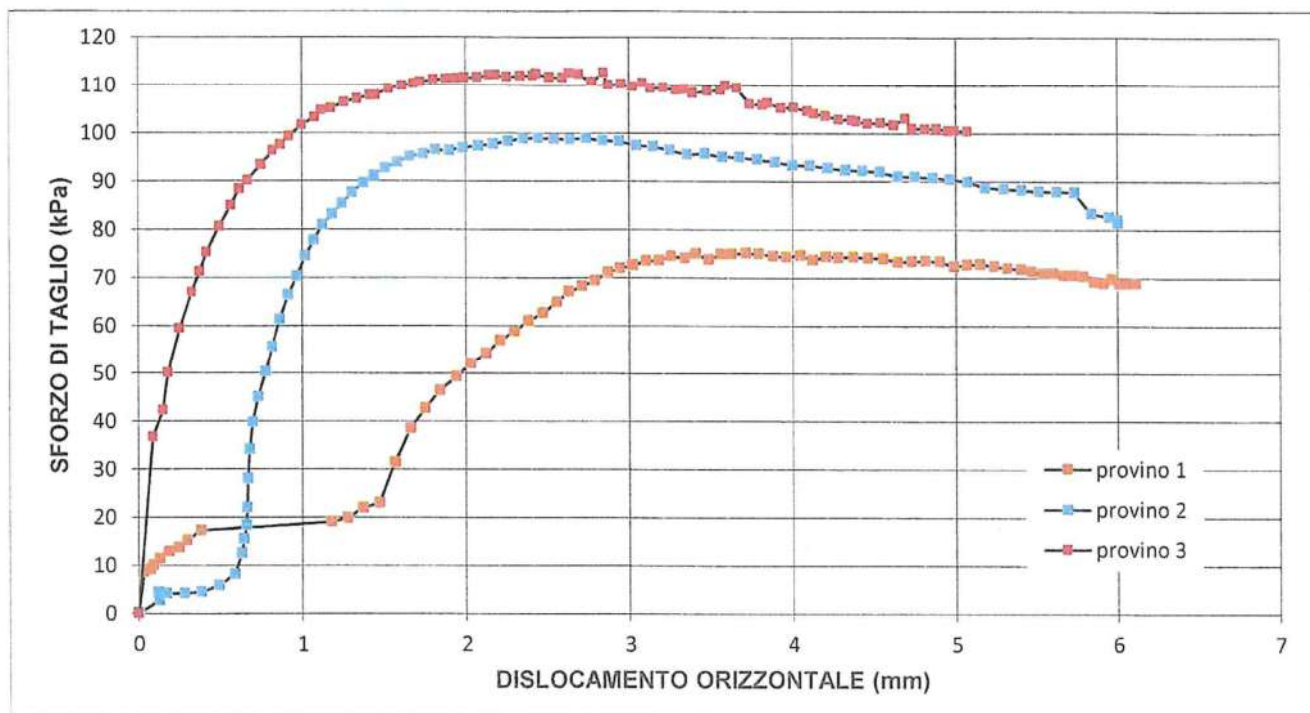
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



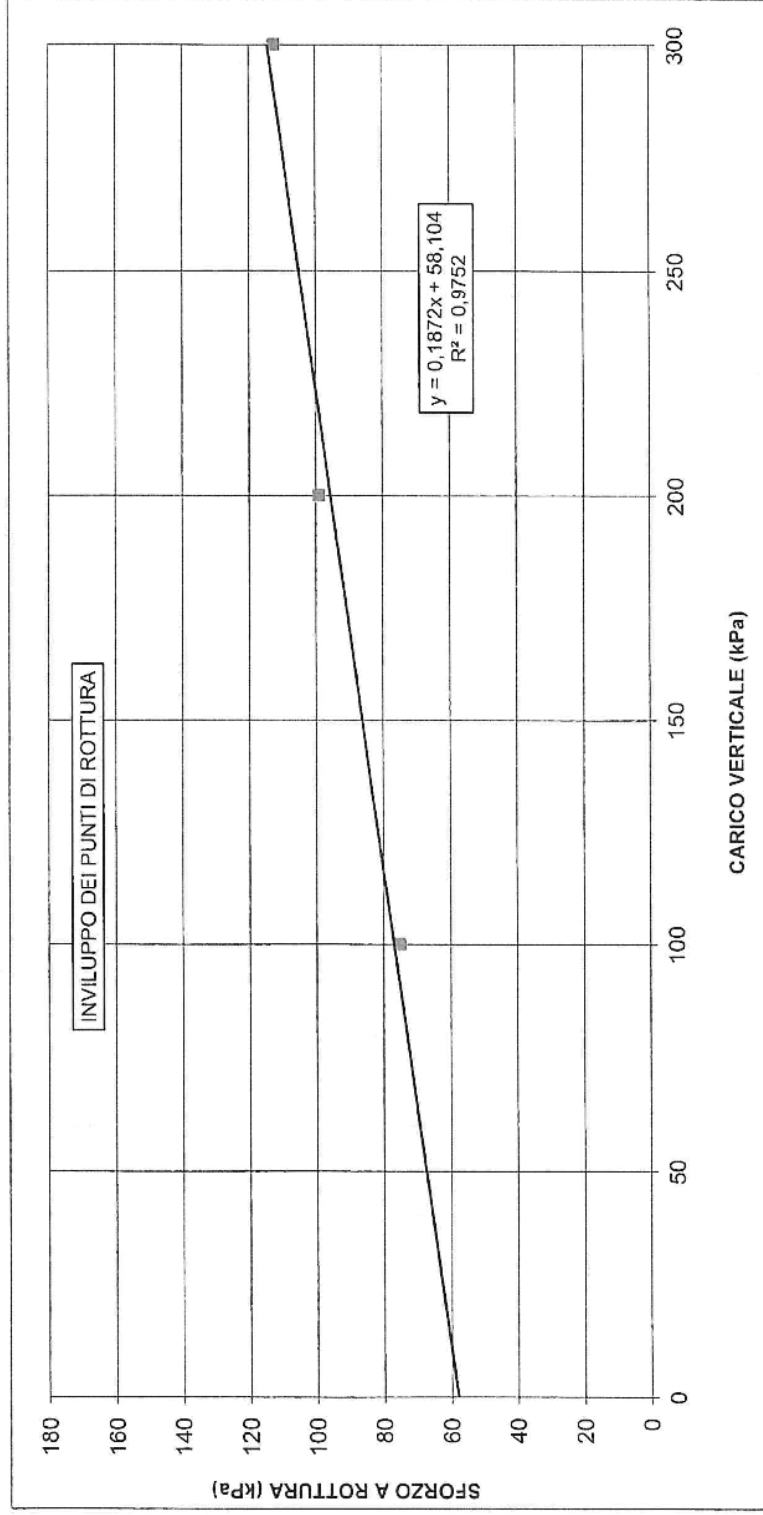
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



CANTIERE: Alessandria - San Michele

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

provino	1	2	3
carico verticale (kPa)	100	200	300
sforzo di taglio (kPa)	75,1	99,0	112,5

$c' \text{ (kPa)} = 58,1$
 $\phi' \text{ (° sessadecimali)} = 10,6$



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.
LOCALITÀ: Alessandria - San Michele
CANTIERE: Alessandria - San Michele
ACCETTAZIONE: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2
CAMPIONE: CI
PROFONDITÀ (m): 12,20-12,80
DATA DI PRELIEVO: 07/06/2022

APERTURA E DESCRIZIONE VISIVA-MANUALE DI UN CAMPIONE (ASTM D2488)

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 22/06/2022

tipologia: Indisturbato
contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
colore secondo Munsell: 10YR 5/4 Yellowish Brown

diametro nominale (mm): 85
lunghezza effettiva (cm): 57
classe di qualità: Q4

ANALISI LABORATORIO ESEGUITE

contenuto naturale acqua	<input type="text"/>	Triassiale U.U.	<input type="text"/>	Edometria	<input type="text"/>
massa volumica naturale	<input type="text"/>	Triassiale C.I.U.	<input type="text"/>	cont. sost. organiche	<input type="text"/>
massa volumica dei granuli	<input type="text"/>	Triassiale C.D.	<input type="text"/>	Cloruri	<input type="text"/>
limiti Atterberg	<input type="text" value="X"/>	Compressione E.L.L.	<input type="text"/>	Solfati	<input type="text"/>
Granulometria	<input type="text" value="X"/>	Taglio Diretto	<input type="text" value="X"/>	PH	<input type="text"/>
Sedimentazione	<input type="text" value="X"/>	Taglio Residuo	<input type="text"/>	Colonna Risonante	<input type="text"/>

Descrizione del campione:

Campione omogeneo di materiale coesivo, limo argilloso. Il campione si presenta molto consistente media plasticità e umido al tatto

PROVE SPEDITIVE DI CONSISTENZA

profondità relativa (cm)	lettura al penetrometro tascabile (kPa)	lettura allo scissometro tascabile (kPa)	note
10	210	560	TG_1
20	190	550	TG_2
30	150	550	
40	150	330	TG_3
50	150	400	

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

FOTOGRAFIA DEL CAMPIONE



ALTO

BASSO

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

Sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

Direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

certificato di prova n° 1030/22 del 29/06/2022
pag. 1 di 3

COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 12,20-12,80

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 24/06/2022

massa terreno setacciato (g): 331,50

Ø / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	331,50	100,00
75	0,00	331,50	100,00
38,1	0,00	331,50	100,00
25,4	0,00	331,50	100,00
19,05	0,00	331,50	100,00
12,7	0,00	331,50	100,00
9,5	1,00	330,50	99,70
4,75	5,37	326,13	98,38
2	9,87	321,63	97,02
1	12,23	319,27	96,31
0,425	16,84	314,66	94,92
0,25	19,23	312,27	94,20
0,125	22,81	308,69	93,12
0,075	27,07	304,43	91,83

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 24/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 43,28

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,066	24	91,50
60	0,047	21,5	79,71
120	0,034	19	67,91
300	0,022	17,5	60,83
600	0,015	16	53,75
1200	0,011	14,5	46,67
2400	0,008	13	39,60
4800	0,006	11,5	32,52
14400	0,003	10,5	27,80
86400	0,001	10	25,44

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	1,6
% sabbia	6,5
% limo	60,3
% argilla	31,5

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

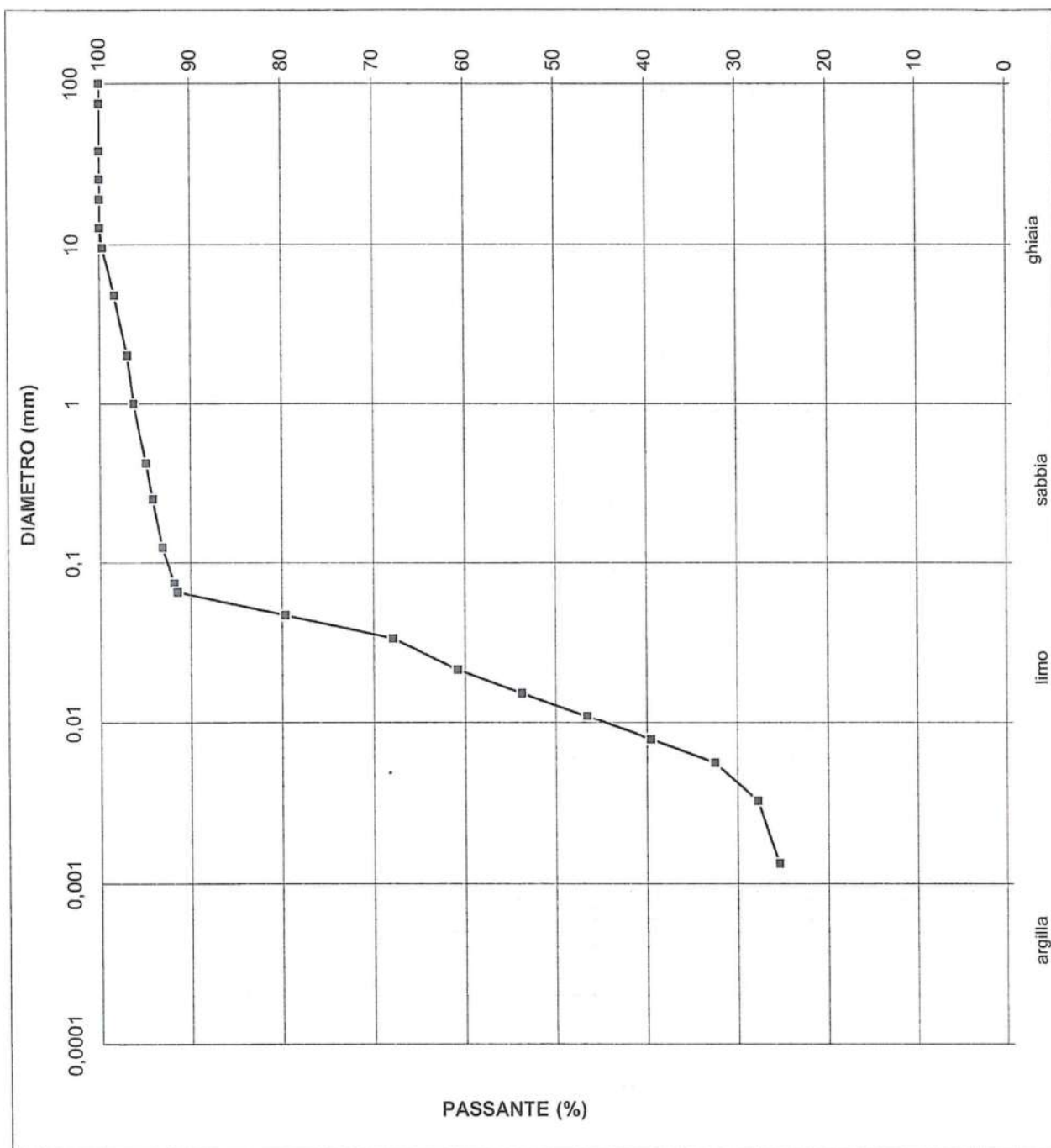
lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

certificato di prova n° 1030/22 del 29/06/2022
pag. 3 di 3



commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 12,20-12,80

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

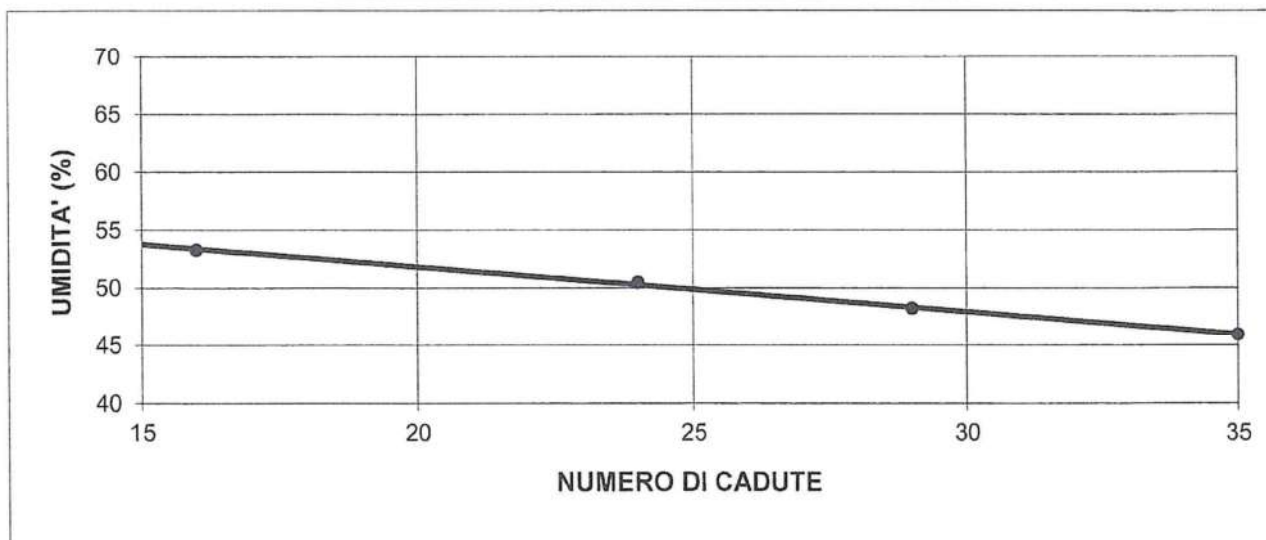
DATI DI PROVA

data di esecuzione: 24/06/2022

limite di liquidità				limite di plasticità		
n° di cadute	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
16	14,84	9,68	53,31	3,98	3,23	23,22
24	13,44	8,93	50,50	3,98	3,22	23,60
29	14,29	9,64	48,24			
35	11,56	7,92	45,96			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	50 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	23 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	27



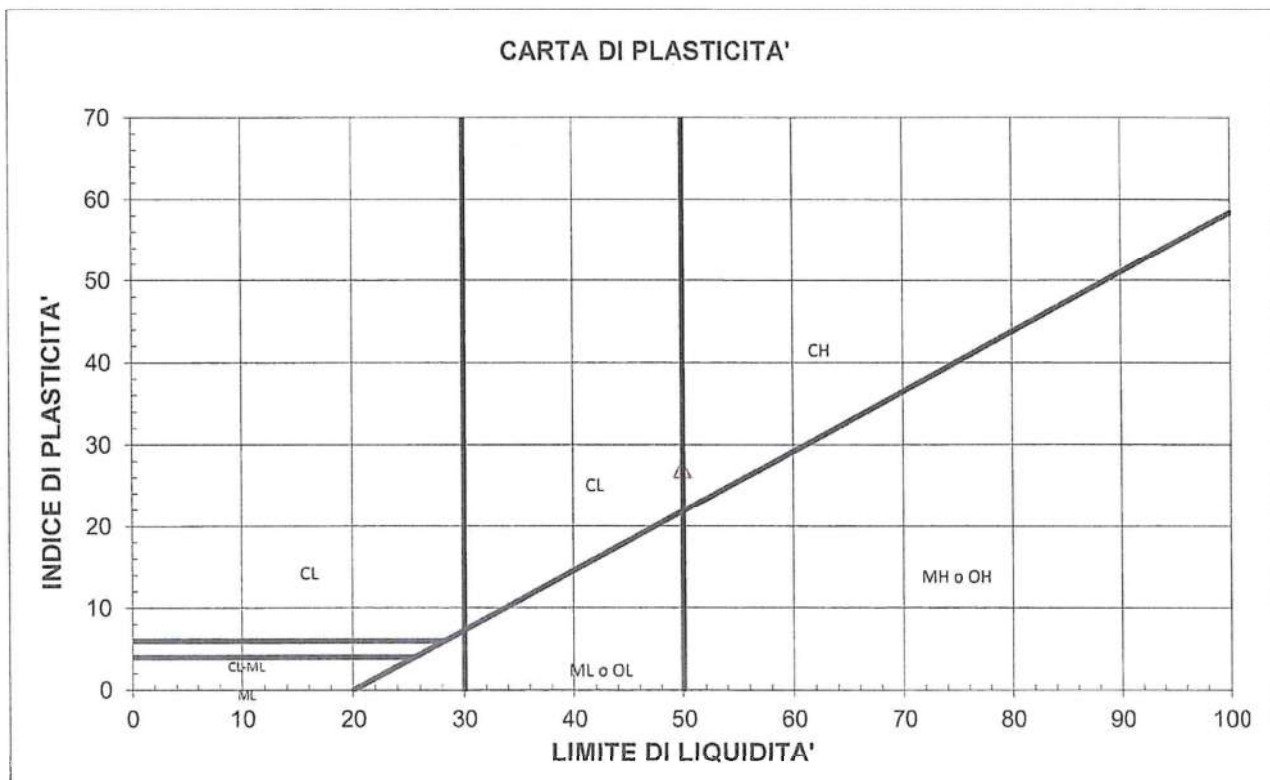
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



M = limi inorganici
C = argille inorganiche
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
H = alto limite di liquidità

commessa:
141/22

setto:
04

id. campione:
S2 Cl

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA S.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

Data esecuzione prove: 25/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

PROFONDITÀ (m): 12,20-12,80

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

TIPO CAMPIONE: Indisturbato

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO (ASTM D3080-04)

CARATTERISTICHE DEI PROVINI

	sezione (cm ²)	altezza iniziale (cm)	massa iniziale (g)	umidità iniziale (%)	altezza finale (cm)	umidità finale (%)
provino 1	36,00	2,00	134,18	41,16	1,95	41,38
provino 2	36,00	2,00	137,45	42,07	1,92	43,02
provino 3	36,00	2,00	134,80	40,34	1,83	39,04

DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

provino 1

carico verticale applicato: 100 kPa
velocità di deformazione: 1,33E-01 µm/s

nota: gli sforzi di taglio sono calcolati tenendo conto della riduzione di area dei provini.

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
				1,710	-0,100	173	49,6
0,090	-0,080	3	0,9	1,810	-0,110	180	51,6
0,160	-0,080	13	0,9	1,860	-0,100	184	52,8
0,220	-0,090	20	3,7	1,940	-0,100	188	53,8
0,320	-0,090	26	5,6	2,050	-0,100	193	55,6
0,390	-0,090	32	7,2	2,120	-0,110	196	56,4
0,480	-0,090	38	8,9	2,160	-0,100	200	57,6
0,550	-0,100	43	10,5	2,280	-0,110	203	58,5
0,630	-0,100	49	12,1	2,360	-0,110	206	59,5
0,720	-0,100	55	13,8	2,420	-0,110	203	58,9
0,760	-0,100	66	15,5	2,490	-0,110	209	60,6
0,850	-0,100	80	18,5	2,550	-0,110	208	60,4
0,930	-0,100	93	22,5	2,630	-0,100	210	61,0
1,000	-0,100	104	26,1	2,750	-0,110	213	62,1
1,100	-0,100	113	29,4	2,800	-0,110	213	61,9
1,170	-0,100	123	31,8	2,870	-0,120	216	63,0
1,270	-0,100	131	34,9	2,970	-0,130	218	63,6
1,340	-0,100	138	37,1	3,020	-0,140	218	63,9
1,410	-0,110	147	39,3	3,110	-0,150	219	64,2
1,480	-0,100	154	41,7	3,200	-0,160	220	64,6
1,580	-0,100	164	43,9	3,310	-0,160	224	65,9
1,630	-0,110	168	46,8	3,380	-0,170	223	65,5
1,710	-0,100	173	48,1	3,440	-0,170	223	65,8

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
3,540	-0,180	224	66,2	4,870	-0,210	230	69,5
3,620	-0,180	224	66,3	4,940	-0,210	229	69,4
3,700	-0,190	225	66,6	5,030	-0,210	229	69,5
3,750	-0,190	228	67,4	5,100	-0,210	228	69,3
3,840	-0,200	228	67,5	5,180	-0,210	228	69,2
3,930	-0,200	228	67,9	5,260	-0,210	227	69,0
4,010	-0,200	230	68,5	5,350	-0,210	226	68,9
4,070	-0,200	231	68,8	5,430	-0,210	225	68,7
4,180	-0,200	230	68,7	5,510	-0,210	224	68,6
4,240	-0,200	230	68,7	5,560	-0,210	224	68,6
4,330	-0,200	233	69,6	5,650	-0,210	223	68,5
4,390	-0,200	232	69,4	5,750	-0,210	223	68,4
4,460	-0,200	233	69,8	5,810	-0,210	222	68,2
4,540	-0,210	232	69,6	5,900	-0,210	221	68,0
4,630	-0,210	231	69,5	5,980	-0,210	219	67,6
4,690	-0,210	231	69,6	6,060	-0,210	218	67,2
4,790	-0,210	230	69,4	6,090	-0,210	216	66,7

provino 2

carico verticale applicato: 200 kPa
velocità di deformazione: 1,28E-01 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	0,000			1,880	-0,121	339	97,2
0,080	-0,016	5	1,3	1,930	-0,126	343	98,4
0,160	-0,056	7	2,0	2,020	-0,132	346	99,6
0,230	-0,071	15	4,3	2,080	-0,139	349	100,5
0,290	-0,079	51	14,2	2,170	-0,147	354	101,9
0,360	-0,085	85	23,9	2,260	-0,157	355	102,3
0,470	-0,089	110	30,8	2,330	-0,169	356	103,0
0,560	-0,092	140	39,3	2,390	-0,179	357	103,4
0,610	-0,094	162	45,4	2,490	-0,188	358	103,8
0,710	-0,098	183	51,4	2,560	-0,201	360	104,5
0,770	-0,100	203	57,0	2,660	-0,209	360	104,6
0,840	-0,102	218	61,5	2,750	-0,215	361	105,1
0,940	-0,105	232	65,4	2,800	-0,226	363	105,7
0,980	-0,106	245	69,3	2,890	-0,234	362	105,6
1,080	-0,109	257	72,8	2,950	-0,240	362	105,7
1,170	-0,110	267	75,7	3,040	-0,245	361	105,6
1,240	-0,112	278	78,9	3,120	-0,250	360	105,5
1,340	-0,114	287	81,6	3,200	-0,259	361	105,9
1,390	-0,114	298	84,8	3,300	-0,265	360	105,8
1,490	-0,116	306	87,3	3,350	-0,270	358	105,4
1,560	-0,118	313	89,2	3,460	-0,274	357	105,3
1,640	-0,120	321	91,6	3,520	-0,279	355	104,9
1,730	-0,121	327	93,6	3,590	-0,283	354	104,5
1,780	-0,121	334	95,5	3,700	-0,286	353	104,4

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
3,770	-0,295	354	104,8	5,000	-0,340	337,3	102,2
3,860	-0,299	354	105,0	5,080	-0,342	336,4	102,1
3,910	-0,303	353	104,8	5,180	-0,343	336,4	102,3
4,000	-0,304	351	104,4	5,280	-0,345	335,5	102,2
4,080	-0,308	350	104,3	5,340	-0,351	335,5	102,3
4,180	-0,310	349	104,2	5,400	-0,353	334,5	102,1
4,210	-0,313	347	103,7	5,510	-0,355	333,6	102,0
4,300	-0,315	347	103,9	5,590	-0,356	332,7	101,9
4,390	-0,322	346	103,8	5,650	-0,357	331,8	101,8
4,450	-0,326	343	102,8	5,750	-0,358	330,0	101,4
4,530	-0,328	342	102,7	5,810	-0,358	329,1	101,2
4,650	-0,331	341	102,7	5,920	-0,360	328,2	101,1
4,710	-0,333	340	102,5	5,980	-0,362	327,3	101,0
4,790	-0,334	339	102,4	6,040	-0,363	326,4	100,8
4,860	-0,336	339	102,5	6,120	-0,364	325,5	100,7
4,930	-0,338	337	102,1	6,180	-0,365	322,7	99,9

provino 3

carico verticale applicato: 300 kPa
 velocità di deformazione: 1,27E-01 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
				1,960	-0,310	260	74,8
0,060	-0,030	10	2,7	2,050	-0,320	262	75,3
0,150	-0,070	21	5,8	2,110	-0,330	268	77,1
0,220	-0,090	32	8,9	2,170	-0,350	270	77,9
0,300	-0,120	49	13,5	2,260	-0,370	273	78,8
0,370	-0,130	74	20,6	2,330	-0,390	281	81,1
0,450	-0,140	103	28,8	2,390	-0,400	285	82,5
0,520	-0,150	127	35,5	2,490	-0,420	289	83,7
0,640	-0,150	143	40,2	2,580	-0,430	295	85,6
0,690	-0,160	157	44,2	2,640	-0,450	301	87,4
0,760	-0,170	169	47,5	2,740	-0,470	306	89,1
0,840	-0,190	177	49,8	2,820	-0,480	311	90,7
0,930	-0,190	185	52,2	2,890	-0,490	319	93,2
1,010	-0,200	192	54,2	2,970	-0,510	324	94,7
1,110	-0,200	198	56,0	3,050	-0,520	330	96,5
1,190	-0,200	204	57,7	3,110	-0,530	335	98,2
1,270	-0,210	211	59,9	3,210	-0,550	342	100,3
1,340	-0,210	215	61,1	3,290	-0,560	349	102,4
1,400	-0,220	223	63,5	3,380	-0,570	351	103,2
1,500	-0,230	231	65,9	3,450	-0,590	357	105,1
1,570	-0,240	243	69,2	3,540	-0,600	361	106,6
1,630	-0,250	252	72,0	3,600	-0,610	367	108,5
1,720	-0,260	255	73,0	3,680	-0,630	371	109,8
1,810	-0,290	256	73,3	3,770	-0,640	374	110,8
1,880	-0,300	259	74,3	3,860	-0,660	376	111,7

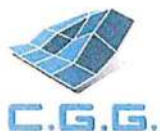
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

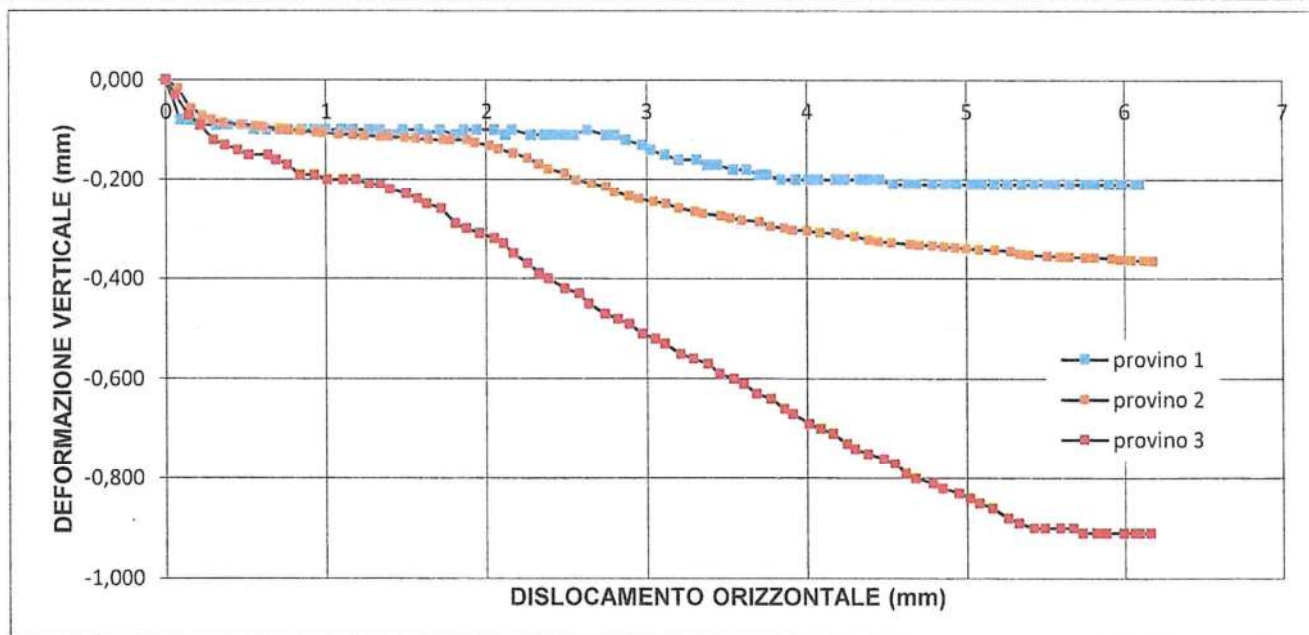
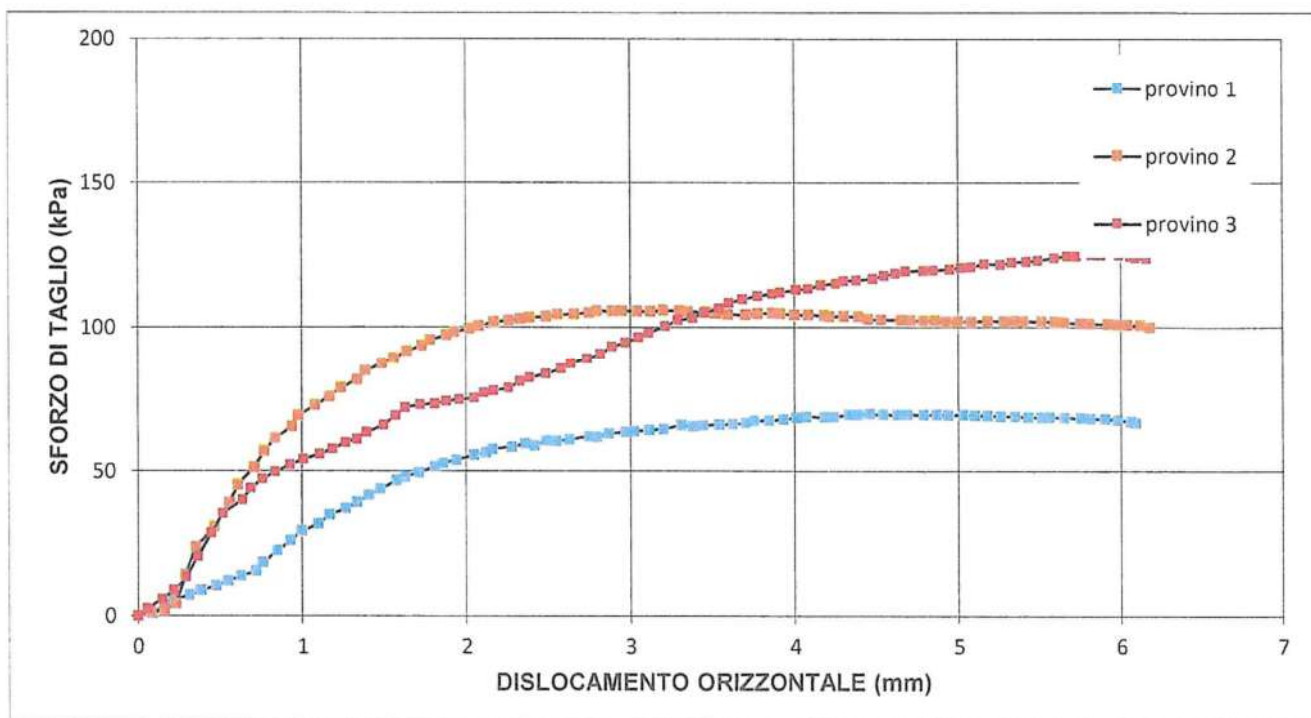


dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
3,910	-0,670	378	112,2	5,080	-0,850	399	120,9
4,010	-0,690	380	113,1	5,160	-0,860	401	122,0
4,080	-0,700	381	113,4	5,260	-0,880	400	121,8
4,160	-0,710	384	114,7	5,330	-0,710	402	122,6
4,250	-0,730	386	115,3	5,420	-0,900	402	122,8
4,300	-0,740	388	116,1	5,490	-0,900	403	123,2
4,380	-0,750	388	116,3	5,590	-0,900	405	124,1
4,480	-0,760	390	116,9	5,670	-0,900	407	124,8
4,550	-0,770	393	118,0	5,730	-0,910	406	124,7
4,620	-0,790	395	118,8	5,820	-0,910	407	125,1
4,680	-0,800	397	119,6	5,880	-0,910	406	125,0
4,790	-0,810	396	119,6	5,990	-0,910	405	125,0
4,850	-0,820	396	119,8	6,060	-0,910	403	124,5
4,950	-0,830	397	120,2	6,090	-0,910	401	124,1
5,020	-0,840	399	120,8	6,160	-0,910	400	123,8

commessa: 141/22 settore: 04 id. campione: S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



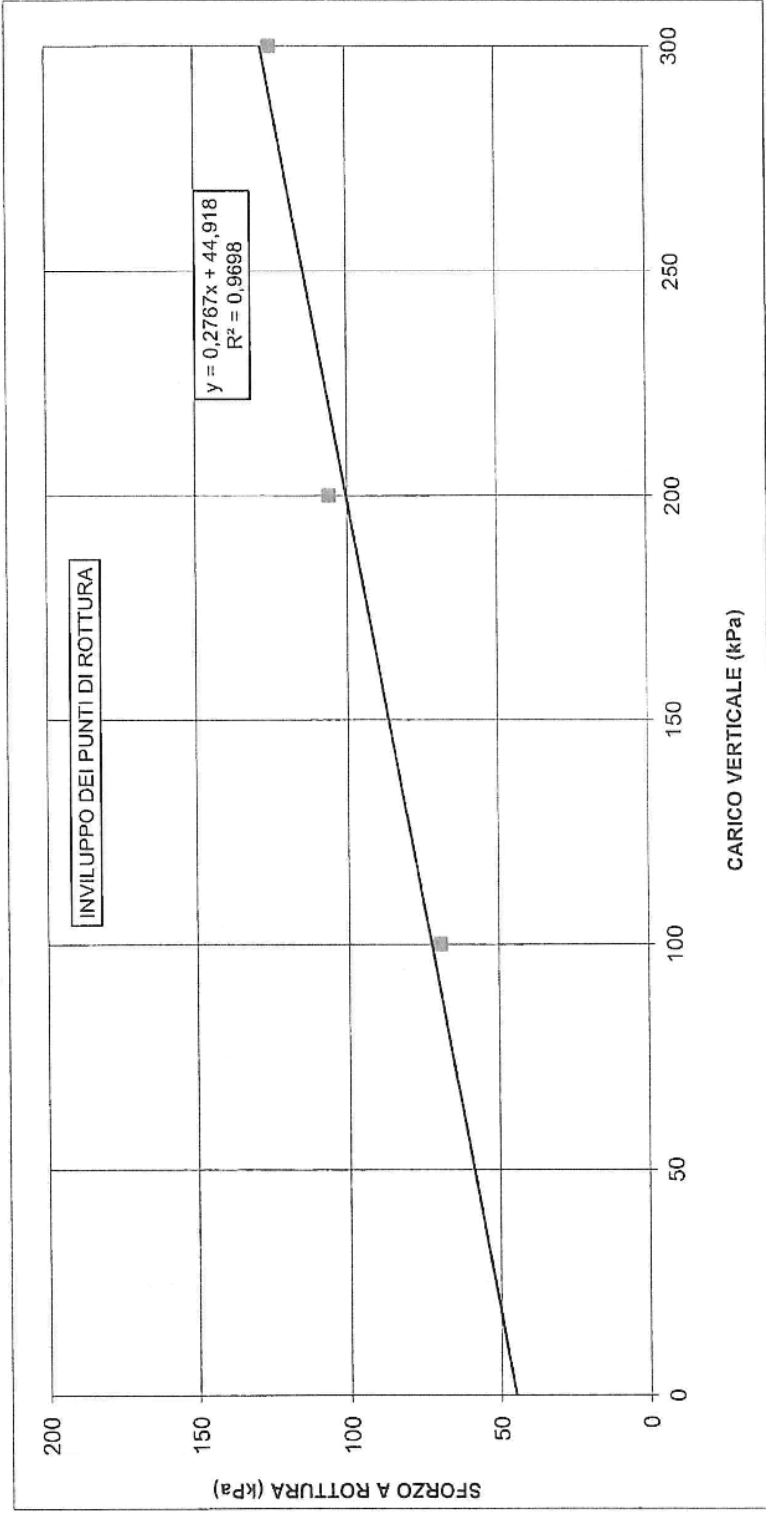
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CI

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



CANTIERE: Alessandria - San Michele

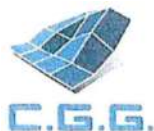
SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CI

provino	1	2	3
carico verticale (kPa)	100	200	300
sforzo di taglio (kPa)	69,8	105,9	125,1

$c' \text{ (kPa)} = 44,9$

$\phi' \text{ (° sessadecimale)} = 15,5$



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

certificato di prova n° 988/22 del 27/06/2022
pag. 1 di 3

COMMITTENTE: 3BA s.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CR

PROFONDITÀ (m): 4,00-4,50

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 24/06/2022

massa terreno setacciato (g): 462,88

Ø / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	462,88	100,00
75	0,00	462,88	100,00
38,1	0,00	462,88	100,00
25,4	0,00	462,88	100,00
19,05	0,00	462,88	100,00
12,7	0,00	462,88	100,00
9,5	0,00	462,88	100,00
4,75	1,17	461,71	99,75
2	5,57	457,31	98,80
1	12,27	450,61	97,35
0,425	16,89	445,99	96,35
0,25	18,41	444,47	96,02
0,125	20,27	442,61	95,62
0,075	23,44	439,44	94,94

commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 24/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 38,92

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,066	23,5	94,76
60	0,047	22,5	89,75
120	0,034	20,5	79,71
300	0,021	19	72,19
600	0,015	17,5	64,67
1200	0,011	15,5	54,63
2400	0,008	14	47,11
4800	0,006	13	42,09
14400	0,003	11,5	34,57
86400	0,001	8,5	19,52

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_l = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	0,3
% sabbia	4,8
% limo	54,3
% argilla	40,6

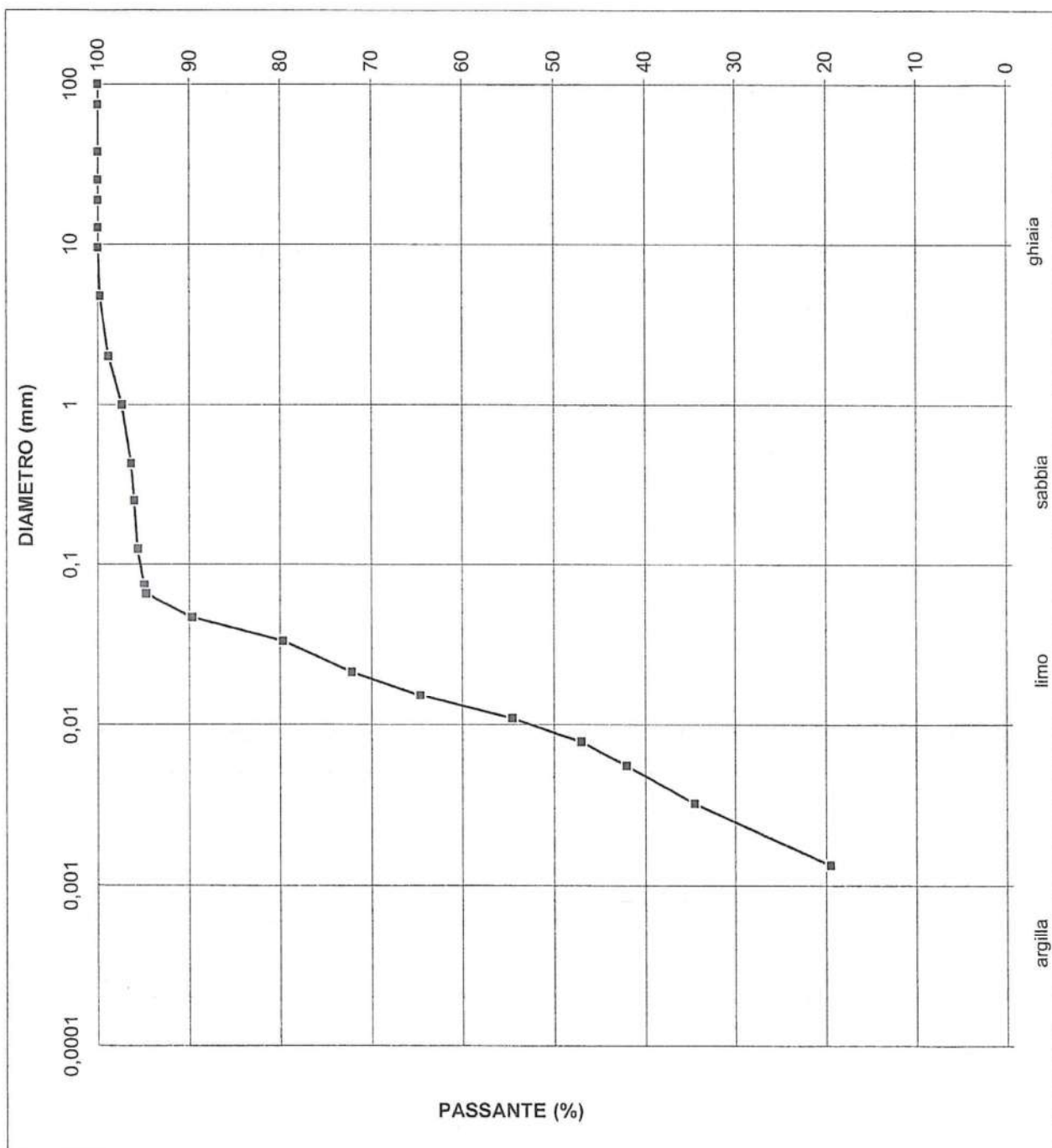
commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli





COMMITTENTE: 3BA s.r.l.
LOCALITÀ: Alessandria - San Michele
CANTIERE: Alessandria - San Michele
Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2
CAMPIONE: CR
PROFONDITÀ (m): 4,00-4,50
DATA PRELIEVO: 07/06/2022

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

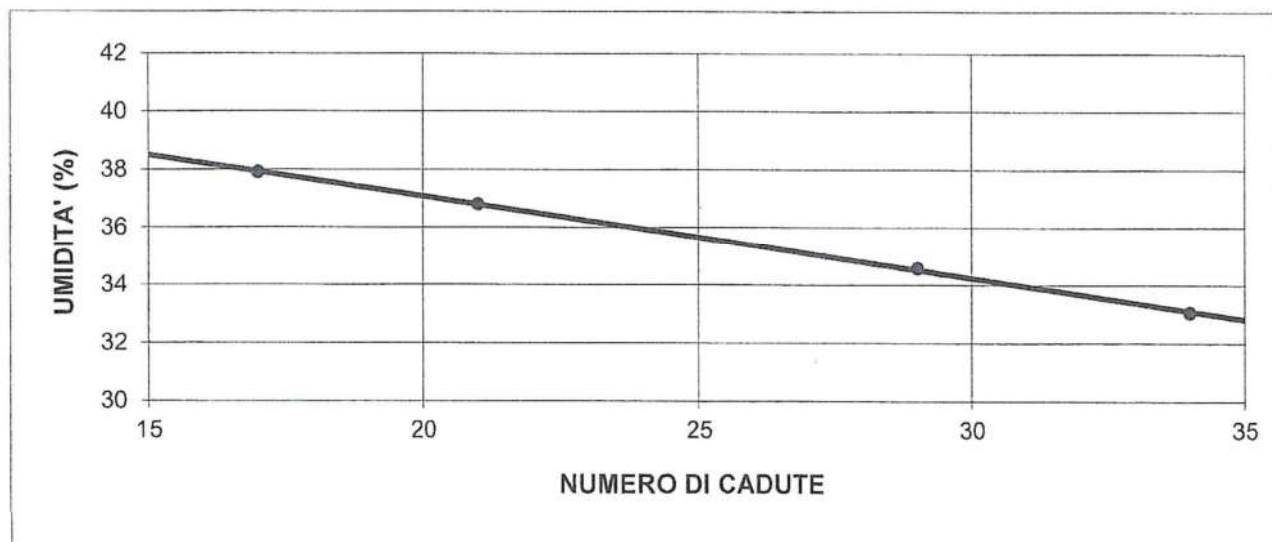
DATI DI PROVA

data di esecuzione: 23/06/2022

limite di liquidità				limite di plasticità		
n° di cadute	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
17	12,15	8,81	37,91	2,74	2,17	26,27
21	6,95	5,08	36,81	3,37	2,71	24,35
29	8,21	6,10	34,59			
34	6,52	4,90	33,06			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	36 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	25 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	11



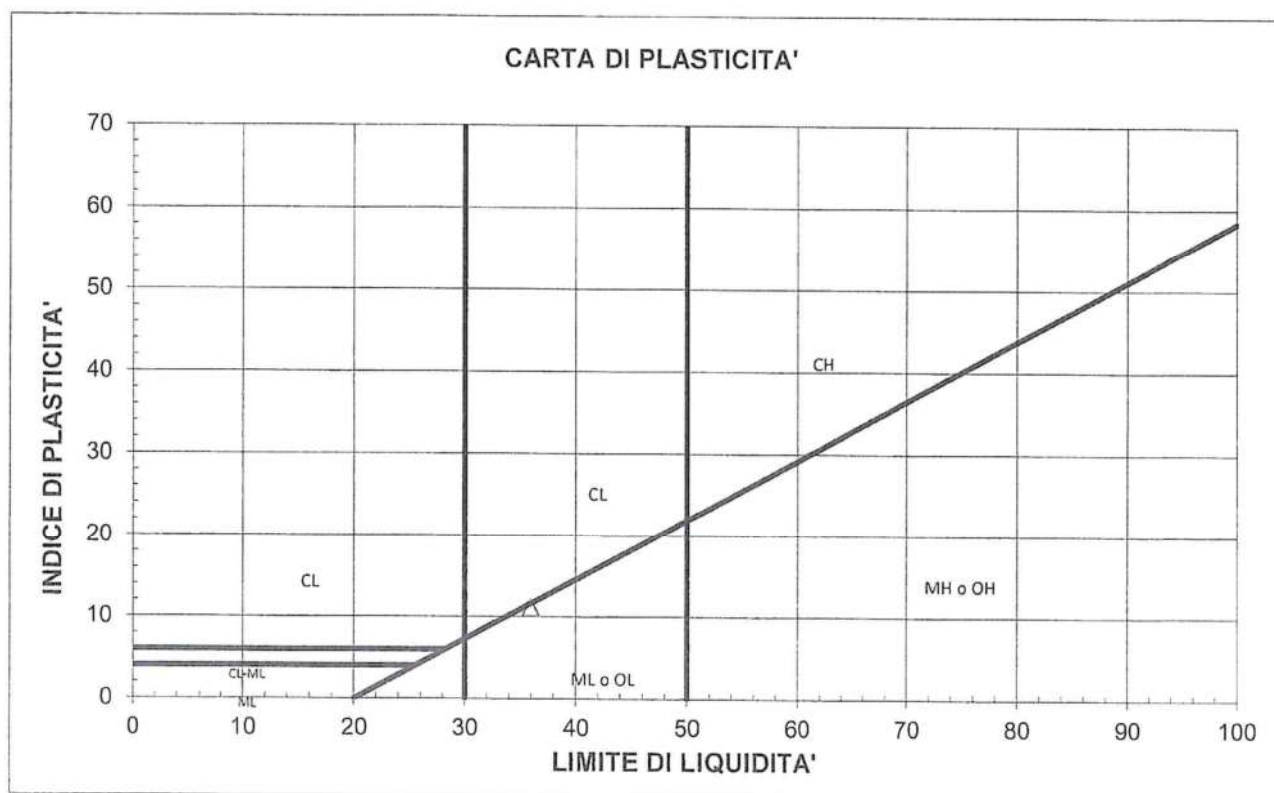
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



M = limi inorganici
 C = argille inorganiche
 O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
 H = alto limite di liquidità

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

certificato di prova n° 990/22 del 27/06/2022
pag. 1 di 3

COMMITTENTE: 3BA s.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CR

PROFONDITÀ (m): 8,00-8,50

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 24/06/2022

massa terreno setacciato (g): 349,64

Ø / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	349,64	100,00
75	0,00	349,64	100,00
38,1	0,00	349,64	100,00
25,4	0,00	349,64	100,00
19,05	0,00	349,64	100,00
12,7	12,40	337,24	96,45
9,5	20,38	329,26	94,17
4,75	42,14	307,50	87,95
2	51,81	297,83	85,18
1	59,89	289,75	82,87
0,425	68,13	281,51	80,51
0,25	71,58	278,06	79,53
0,125	76,63	273,01	78,08
0,075	84,93	264,71	75,71

commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 24/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 29,93

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica *	passante (%)
30	0,066	23	75,13
60	0,047	22	71,04
120	0,033	21,5	69,00
300	0,021	19,5	60,83
600	0,015	17,5	52,66
1200	0,011	16	46,53
2400	0,008	14,5	40,41
4800	0,006	13,5	36,32
14400	0,003	11,5	28,15
86400	0,001	8	13,85

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_l = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	12,1
% sabbia	12,2
% limo	41,0
% argilla	34,7

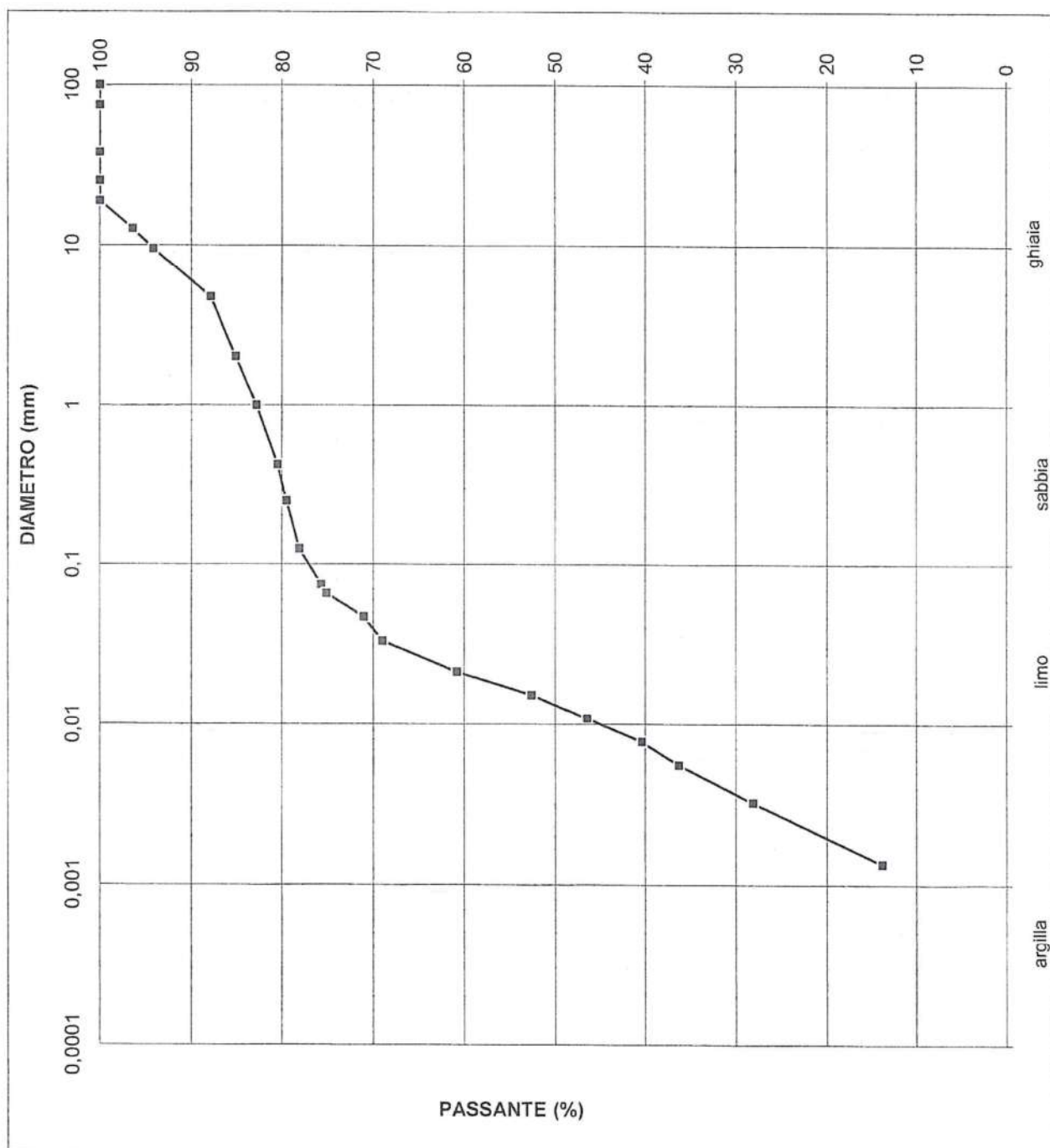
commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.
LOCALITÀ: Alessandria - San Michele
CANTIERE: Alessandria - San Michele
Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2
CAMPIONE: CR
PROFONDITÀ (m): 8,00-8,50
DATA PRELIEVO: 07/06/2022

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

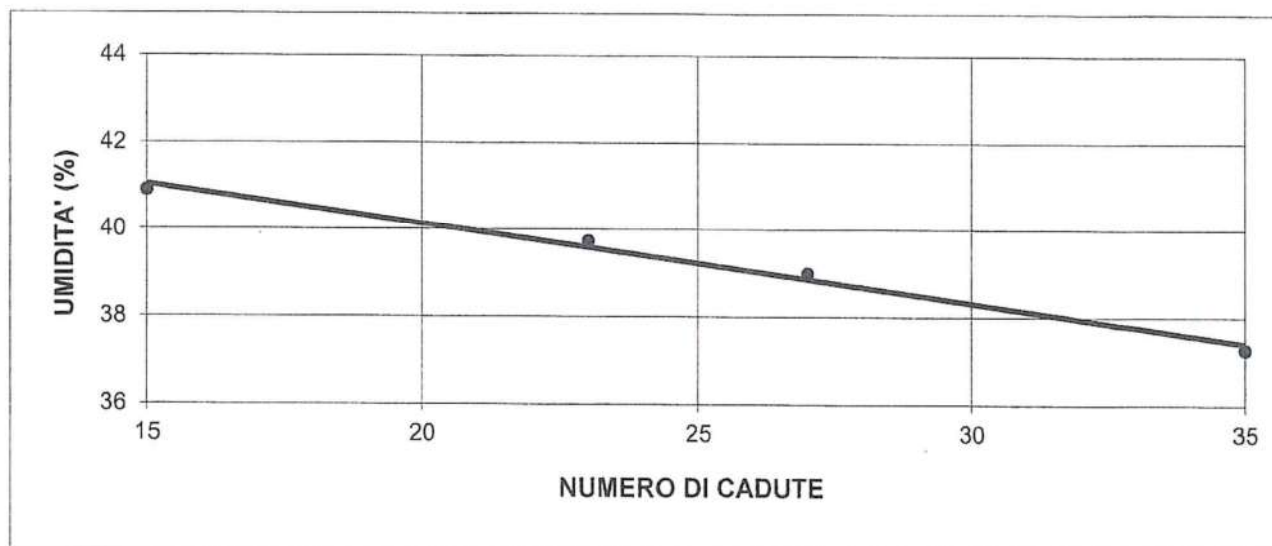
DATI DI PROVA

data di esecuzione: 23/06/2022

limite di liquidità				limite di plasticità		
n° di cadute	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
15	9,37	6,65	40,90	3,98	3,17	25,55
23	16,81	12,03	39,73	4,68	3,73	25,47
27	13,26	9,54	38,99			
35	11,16	8,13	37,27			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	39 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	26 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	13



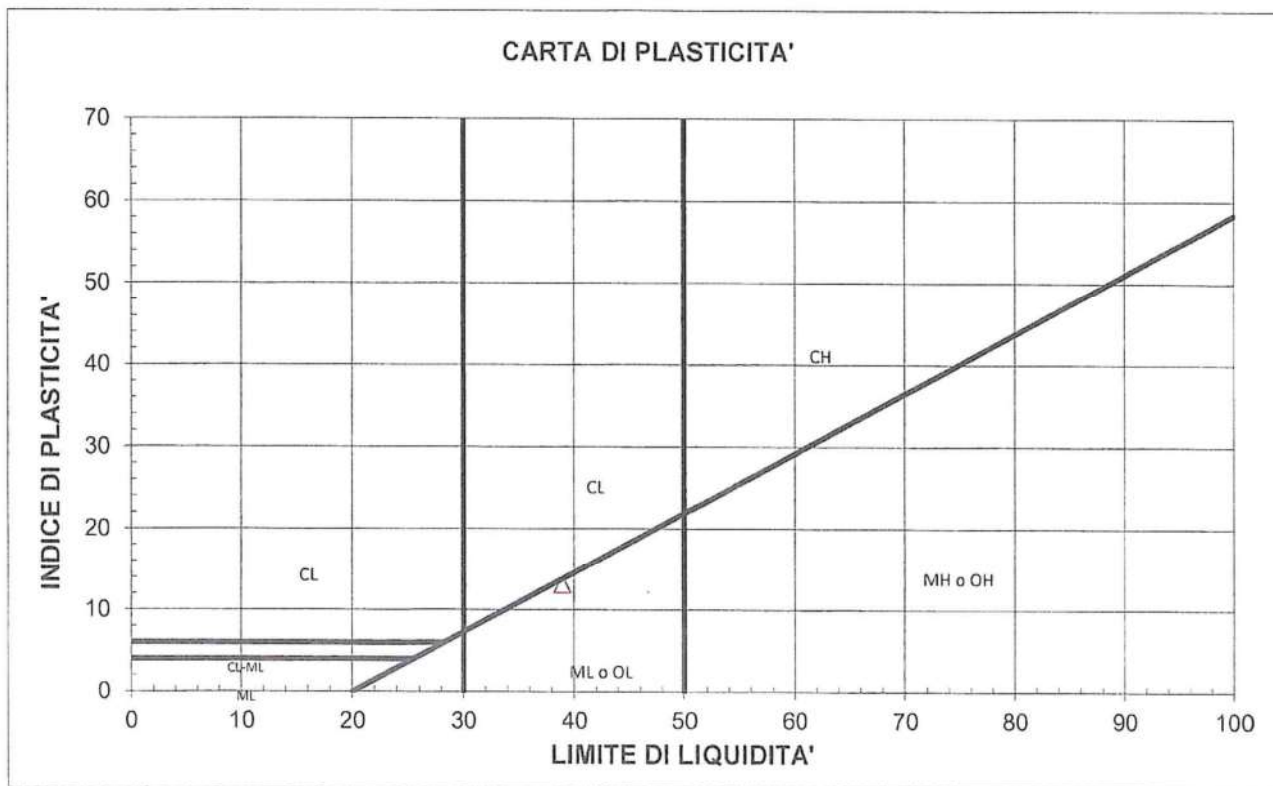
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



M = limi inorganici
C = argille inorganiche
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
H = alto limite di liquidità

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

certificato di prova n° 992/22 del 27/06/2022
pag. 1 di 3

COMMITTENTE: 3BA s.r.l.

LOCALITÀ: Alessandria - San Michele

CANTIERE: Alessandria - San Michele

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CR

PROFONDITÀ (m): 15,00-15,50

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 24/06/2022

massa terreno setacciato (g): 746,23

ϕ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	746,23	100,00
75	0,00	746,23	100,00
38,1	0,00	746,23	100,00
25,4	0,00	746,23	100,00
19,05	0,00	746,23	100,00
12,7	10,41	735,82	98,60
9,5	20,16	726,07	97,30
4,75	27,06	719,17	96,37
2	40,38	705,85	94,59
1	53,06	693,17	92,89
0,425	63,43	682,80	91,50
0,25	67,13	679,10	91,00
0,125	71,03	675,20	90,48
0,075	74,90	671,33	89,96

commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 24/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 43,28

tempo (s)	Ø equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,066	24	89,83
60	0,047	21,5	78,25
120	0,034	19	66,67
300	0,022	17,5	59,72
600	0,015	16	52,77
1200	0,011	14,5	45,82
2400	0,008	13	38,87
4800	0,006	11,5	31,92
14400	0,003	10,5	27,29
86400	0,001	10	24,98

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_l = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	3,6
% sabbia	6,4
% limo	59,0
% argilla	30,9

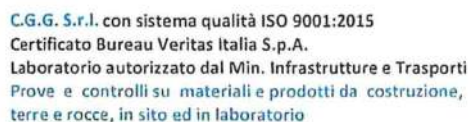
commessa:
076/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



setto:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.
LOCALITÀ: Alessandria - San Michele
CANTIERE: Alessandria - San Michele
Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: S2
CAMPIONE: CR
PROFONDITÀ (m): 15,00-15,50
DATA PRELIEVO: 07/06/2022

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

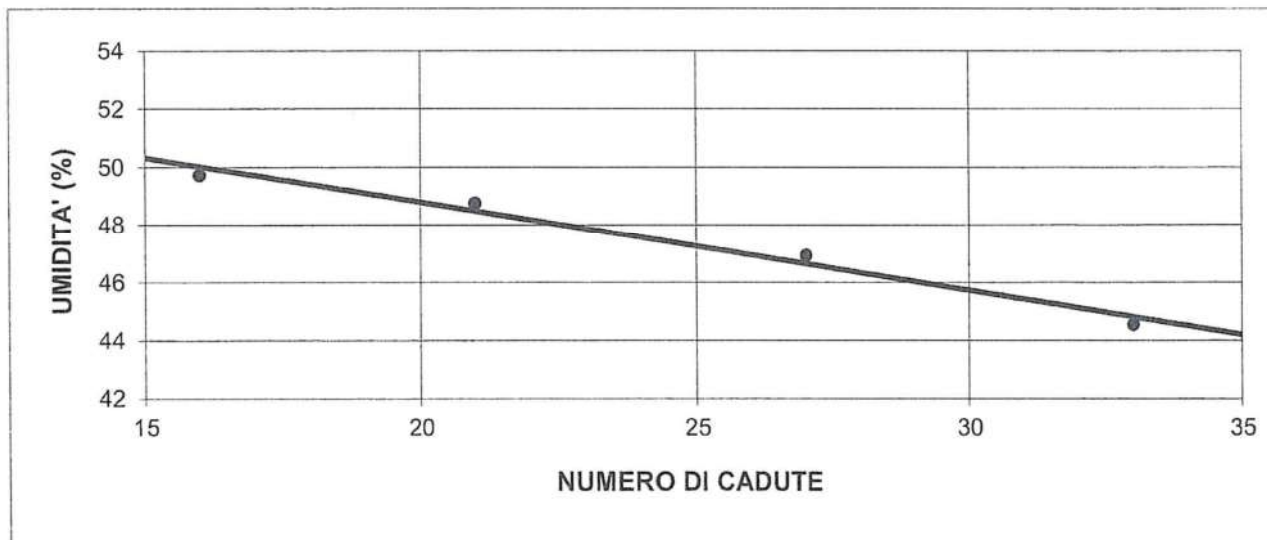
DATI DI PROVA

data di esecuzione: 24/06/2022

limite di liquidità				limite di plasticità		
n° di cadute	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
16	8,37	5,59	49,73	4,41	3,51	25,64
21	10,19	6,85	48,76	4,50	3,59	25,35
27	11,05	7,52	46,94			
33	10,87	7,52	44,55			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)

LIMITE DI LIQUIDITA'	WL	47 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	25 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	22



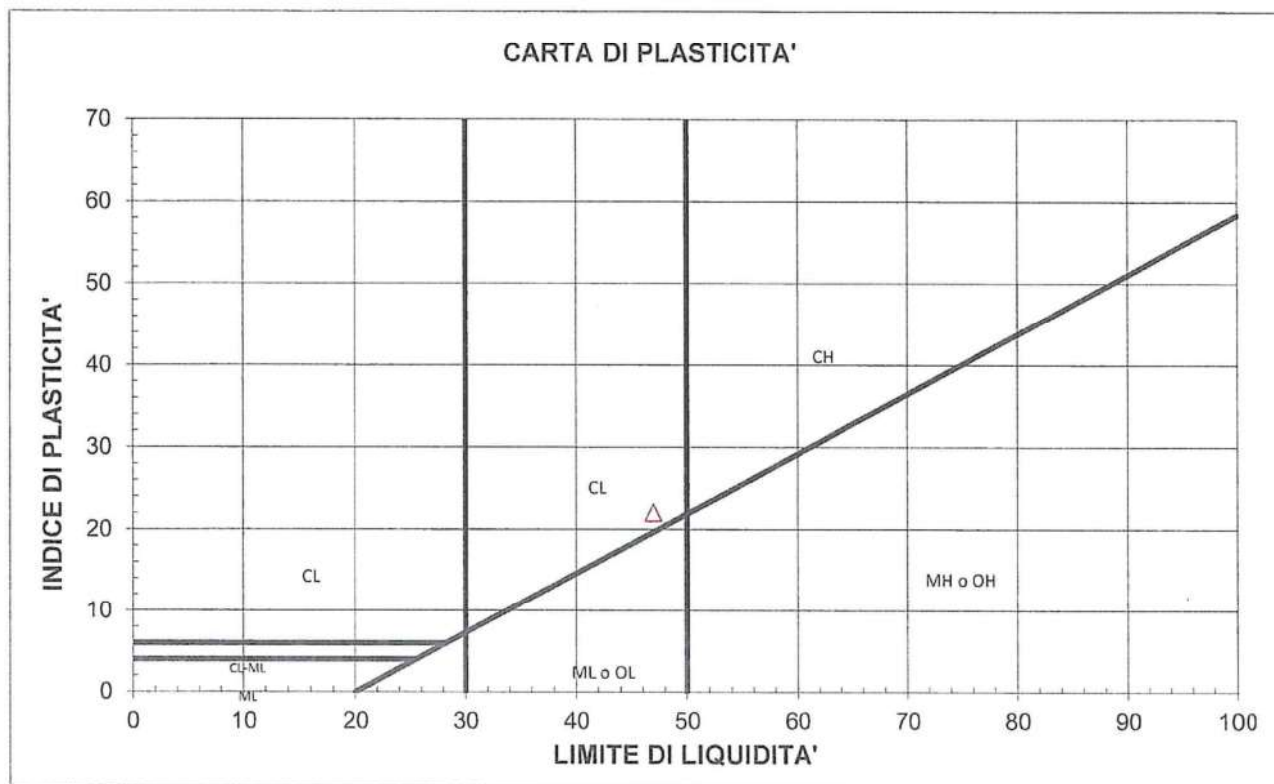
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



M = limi inorganici
C = argille inorganiche
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
H = alto limite di liquidità

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
S2 CR

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

