

**Comune di Cavaglià, località Gerbido (BI)
Impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante
combustione di rifiuti speciali non pericolosi
PAUR ai sensi dell'art. 27-bis D.Lgs. 152/06 e s.m.i.**

Relazione geologica

Marzo 2024

Titolo progetto <i>Project title</i>	Comune di Cavaglià, località Gerbido (BI) Impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di rifiuti speciali non pericolosi PAUR ai sensi dell'art. 27-bis D.Lgs. 152/06 e s.m.i.
Titolo documento <i>Document title</i>	Relazione geologica
Livello del documento <i>Document Level of Detail</i>	Autorizzazione
Codice documento A2A <i>A2A Document code</i>	CAVA06-V02-F14-GN-10-000-C-E-001-R00
Derivato da <i>Drawn by</i>	

Progettazione			Codice documento progettista <i>Designer Document code</i>				
	Il Progettista <i>Designer</i> 		-				
Rev	Liv	Scopo <i>Scope</i>	Data <i>Date</i>	Descrizione <i>Description</i>	Redatto <i>Edited</i>	Verificato <i>Revised</i>	Approvato <i>Approved</i>
00	AU	-	Marzo 2024	Revisione per richiesta chiarimenti/integrazioni, ai sensi D. Lgs. 152/06 ss.mm.ii. Art. 27 bis comma 5	M.Bont	M.Sala	G.Anselmi

A2A Ambiente	A2A Ambiente S.p.A.	
Data <i>Date</i>	Verificato <i>Revisited</i>	Approvato <i>Approved</i>
Marzo 2024	M. Paravidino	P.Bottani

Cliente/Committente	A2A Ambiente S.p.A.	
Data <i>Date</i>	Validato <i>Validated</i>	
Marzo 2024	F. Roncari	

INDICE

1	PREMESSA	6
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	8
4	INQUADRAMENTO COROGRAFICO.....	9
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	10
	5.1 GEOLOGIA LOCALE	12
	5.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE.....	15
	5.3 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE	16
6	ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA	17
7	CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA.....	18
8	STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO	20
9	SISMICITA'	21
	9.1 ZONA SISMICA.....	21
	9.2 CPTI15-DBMI15 V 2.0.....	31
	9.3 INDAGINI SISMICHE	34
	9.3.1 Prove sismiche MASW.....	34
	9.3.1.1 Risultati dell'indagine sismica	36
	9.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	46
	9.5 CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	47
10	LIQUEFAZIONE	48
11	PARAMETRI GEOTECNICI MEDI	50
12	CONCLUSIONI	51
	ALLEGATO – CAMPAGNA D’INDAGINE 2022	53

1 PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di rifiuti speciali non pericolosi sito nel Comune di Cavaglià (BI) e in particolare l'oggetto di questa relazione è la caratterizzazione geologico, geomorfologico e idrogeologico del terreno oggetto di progetto.



Figura 1: area di studio evidenziata in rosso.

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)**
- **Regolamento regionale 28 dicembre 2007 n. 12/R e s.m.i.**
- **Direttiva "Quadro" Acque n. 2000/60/CE (DQA)**
- **"Direttiva figlia", Groundwater Directive (GWD) n.2006/118/CE**

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- “Polo Tecnologico per lo smaltimento dei Rifiuti da realizzare nel Comune di Cavaglià-Località Gerbido – Relazione geologica e Geotecnica” Dott. Geol. Elio Vanoni – Dott. Geol. Guido Bruno – Febbraio 1999
- “Discarica Rifiuti Località Gerbido – Comune di Cavaglià – Studio per l’ubicazione dei pozzi di spurgo e la realizzazione della rete di monitoraggio” Dott. Geol. Domenico De Luca - Marzo 1999 – Maggio 2000;
- “Ecodeco S.p.A. – Comune di Cavaglià – Nuovo impianto trattamento rifiuti – Indagine Geognostica – Prove di laboratorio” RCT (Radaelli Castellotti) - Marzo 2001
- “Ecodeco- Cavaglià (Biella) – Nuovo impianto di smaltimento rifiuti – Relazione Geotecnica” Ingegneri Consulenti associati – Ing. Pietro Romani – Giugno 2001- “Cavaglià S.p.A. - Fase di completamento e ripristino ambientale discarica 2B –
- Relazione Idrogeologica” Dott. Geol. Fulvio Epifani – Aprile 2002;
- “D.M. 25.10.1999 n° 471 - Cavaglià S.p.A. - Fase di completamento e ripristino ambientale- Discarica 2B – Relazione Idrogeologica” Dott. Geol. Fulvio Epifani – Maggio 2002;
- Progetto di ampliamento discariche ASRAB SpA e A2A Ambiente SpA in loc. Gerbido - Cavaglià (BI) - Relazione geologica idrogeologica e geotecnica – Dott.Geol Paolo Bottani – Febbraio 2016
- Valutazioni idrogeologiche riguardo l’ampliamento delle discariche A.S.R.A.B. e A2A Ambiente in Comune di Cavaglià (BI) – TETHYS – Prof. Francani – Gennaio 2018
- Report tecnico – Indagine sismica – Loc. Via della Mandria, Cavaglià (BI) – S.G.M Geologia e Ambiente s.r.l. – Novembre 2020
- BDTRE Regione Piemonte.
- Carta della vulnerabilità dell’acquifero - Metodo G.O.D., (Foster et al., 2002)
- “Le acque sotterranee della pianura vercellese” – Provincia di Vercelli e A.T.O. 2 (Settembre 2010)
- PTA Regione Piemonte
- Schema idrogeologico, qualità e vulnerabilità degli acquiferi della pianura vercellese” di M. Civita, G. Fisso, M. E. Governa, P. Rossanigo -1990)

4 INQUADRAMENTO COROGRAFICO

Il sito oggetto d'interesse si trova in un settore a sud nel Comune di Cavaglià (BI) in via Bertone in località Gerbido, a sud dell'abitato, in prossimità dei confini amministrativi dei Comuni di Santhià (VC) ed Alice Castello (VC). L'area dista circa 800 m dalla SS 143 che collega Biella a Santhià. Di seguito viene riportata l'inquadratura dell'area su base BDTRE Regione Piemonte.

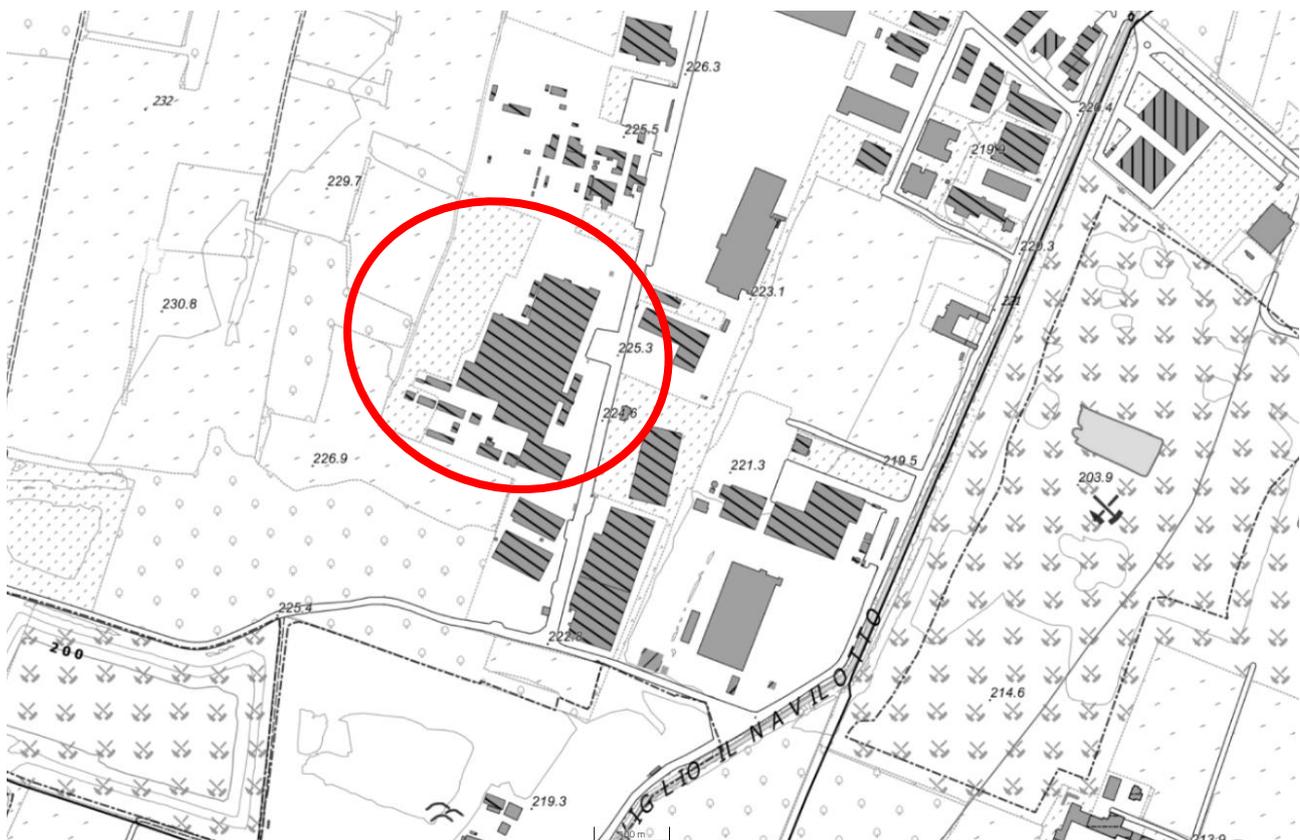


Figura 2: Area d'intervento su CTR della Regione Piemonte in scala 1:10.000 (BDTRE Regione Piemonte). In rosso l'area d'interesse

L'area d'interesse si trova a una quota compresa tra 225 e 228 m s.l.m.

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'analisi della struttura geologica e geomorfologica del territorio è stata condotta utilizzando le informazioni contenute nella cartografia tecnica regionale a scala 1:10.000, nella cartografia a scala 1:25.000, e nella cartografia tematica dell'I.G.M. (Carta Geologica Biella, Foglio n° 43) ove sono stati analizzati inoltre la cartografia tematica provinciale, gli studi allegati ai PRG integrati da sopralluoghi e rilevamenti in situ.

A grande scala, la morfologia del territorio è il risultato del modellamento, avvenuto nel corso di più fasi di espansione e ritiro dei ghiacciai quaternari e dei fenomeni connessi, tra gli sbocchi in pianura della Dora Baltea e del Torrente Elvo.

L'area oggetto di studio ricade interamente a S della Linea dei Canavese, nel settore di pianura a ridosso di rilievi deposizionali di origine glaciale rappresentati dalla Serra d'Ivrea e dal gruppo di colline moreniche che circondano il Lago di Viverone.

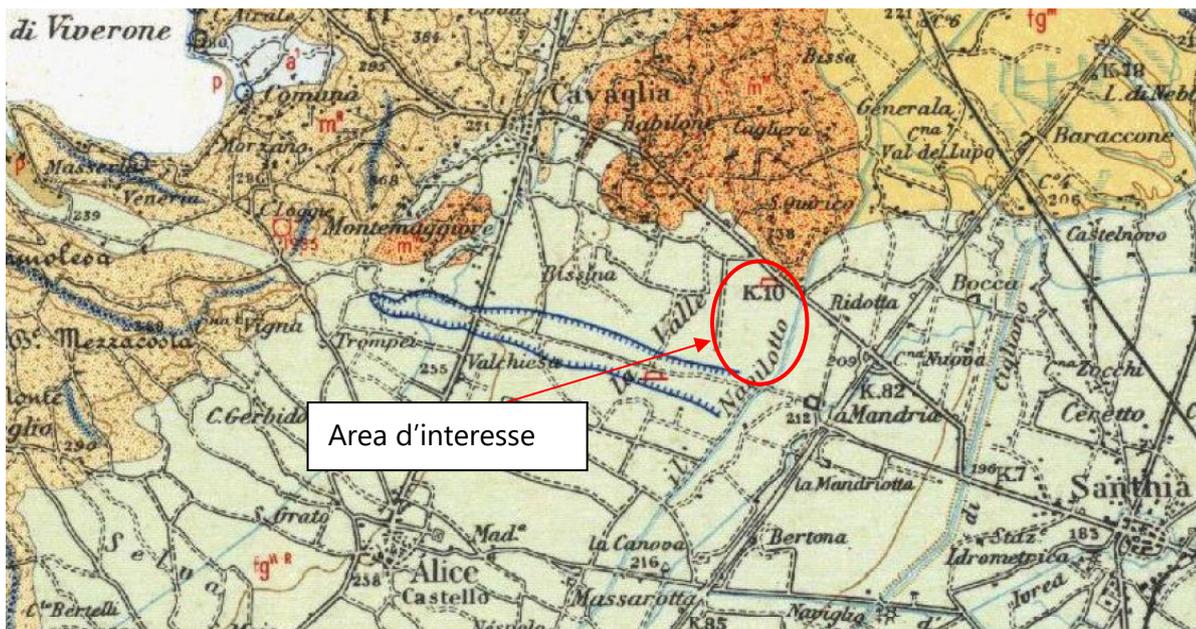


Figura 3: Carta geologica scala 1:100.000-Foglio Biella n.43

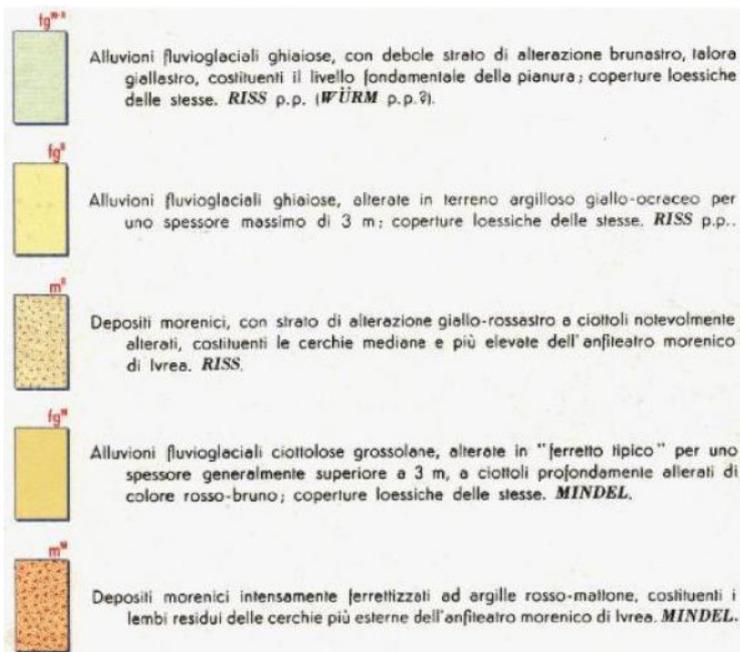


Figura 4: Legenda Carta geologica scala 1:100.000-Foglio Biella n.43

Le formazioni presenti nell'area sono di seguito descritte in modo sintetico

I - Depositi morenici mindeliani

Sono formati da materiali angolosi di dimensioni variabili inglobati in una matrice fine abbondante. Localmente è presente un paleosuolo "ferrettizzato" costituito da argille rosso-brune con ciottoli di rocce silicatiche. Compaiono solo circa 1 Km a NE della località in esame.

II - Depositi fluvioglaciali mindeliani

La litologia predominante è costituita da livelli ghiaioso-sabbiosi, intervallati da livelli sabbioso-argillosi. Localmente è possibile osservare la presenza di un paleosuolo di spessore variabile tra 2 e 3 m., costituito da argille brunastre con rari ciottoli. Sono presenti solo molto più a NE.

III - Depositi morenici rissiani

Il litotipo predominante è rappresentato da ciottoli inglobati in una matrice sabbioso-ghiaiosa in cui sono dispersi blocchi lapidei di dimensioni superiori. Si può osservare, localmente, la presenza di un

paleosuolo argilloso il cui spessore può raggiungere i 3 m. Anch'essi non interessano direttamente l'area.

IV - Depositi fluvioglaciali würmiano-rissiani

La litologia preminente è costituita da alternanze di livelli ghiaiosi con livelli sabbioso-argillosi. I livelli sabbioso-ghiaiosi sono stati e sono spesso tuttora oggetto di attività estrattiva. In particolare, la conformazione del bacino locale esame (Loc. La Valle) ha determinato una concentrazione dei litotipi granulari e sabbiosi puliti e sani, oggetto di coltivazione estesa ed intensa.

5.1 GEOLOGIA LOCALE

I dati desumibili dalle stratigrafie indicano la presenza di terreni a tessitura grossolana, costituiti prevalentemente da ghiaie sabbiose, talora differenziati in lenti a debole coesione di modesta estensione laterale, legati allo smantellamento della cerchia morenica eporediese. Lo spessore di tali depositi è compreso tra i 55 e i 60 m.

Al di sotto di tali profondità, da dati bibliografici, si rinvencono i primi livelli argillosi, con andamento talora lenticolare, dello spessore di alcuni metri, indicanti un radicale cambiamento nell'ambiente di deposizione caratterizzato ora da un'alternanza di strati sabbioso-ghiaiosi con strati argillosi, generalmente di spessore metrico. Una successione di questo tipo sembra attribuibile al complesso del Villafranchiano, caratterizzato appunto da un'alternanza di depositi limoso - argillosi, impermeabili, con livelli di natura ghiaioso-sabbiosa, permeabili, ospitanti falde in pressione.

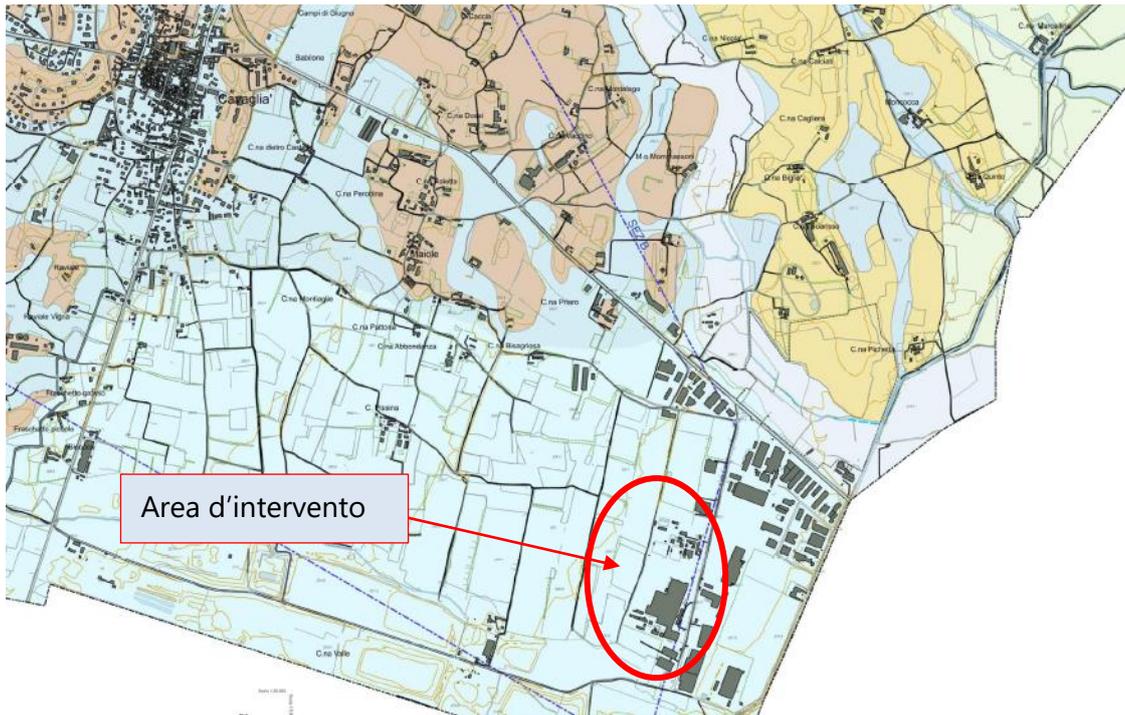


Figura 5: Geologia di dettaglio area d'intervento



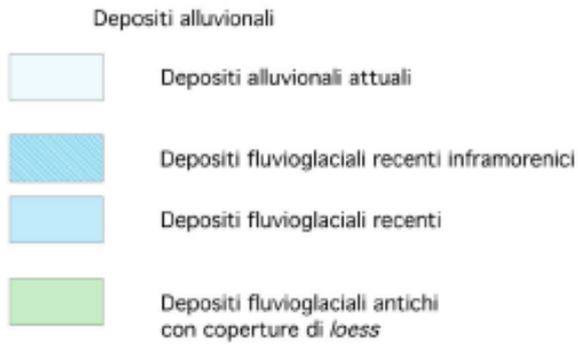


Figura 6: Legenda carta geologica

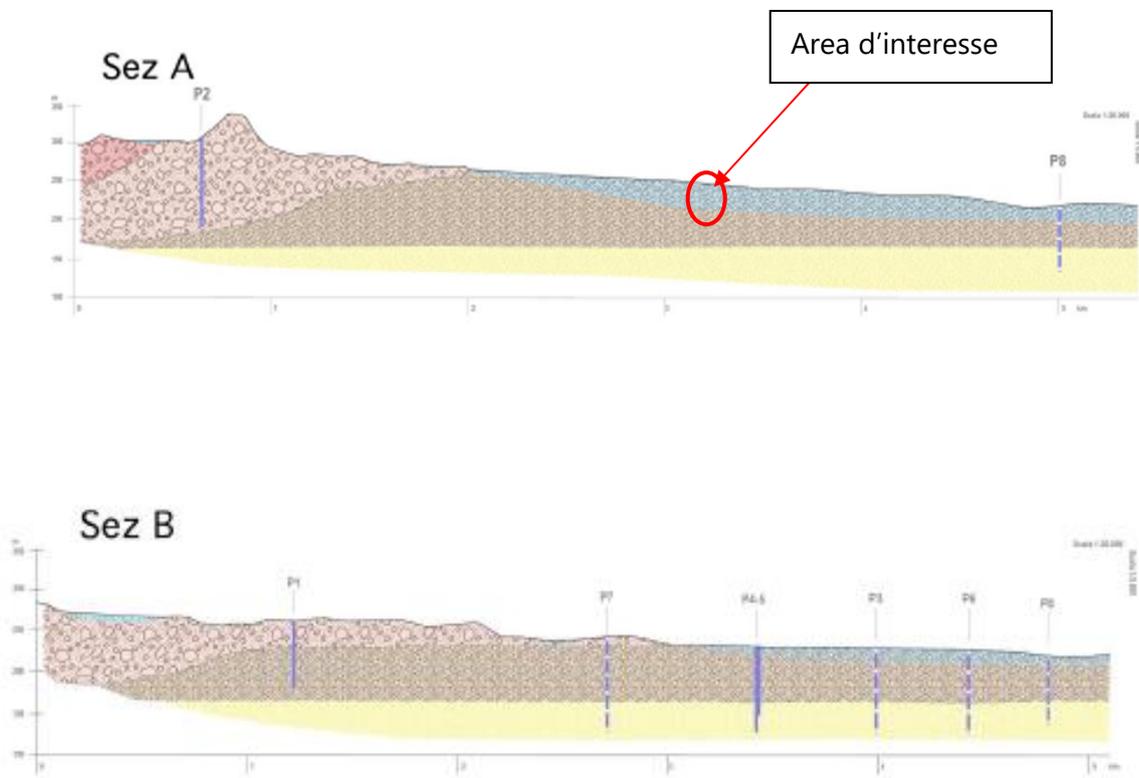


Figura 7: Sezioni geologiche NE-SW



Figura 8: Legenda delle sezioni geologiche

5.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE

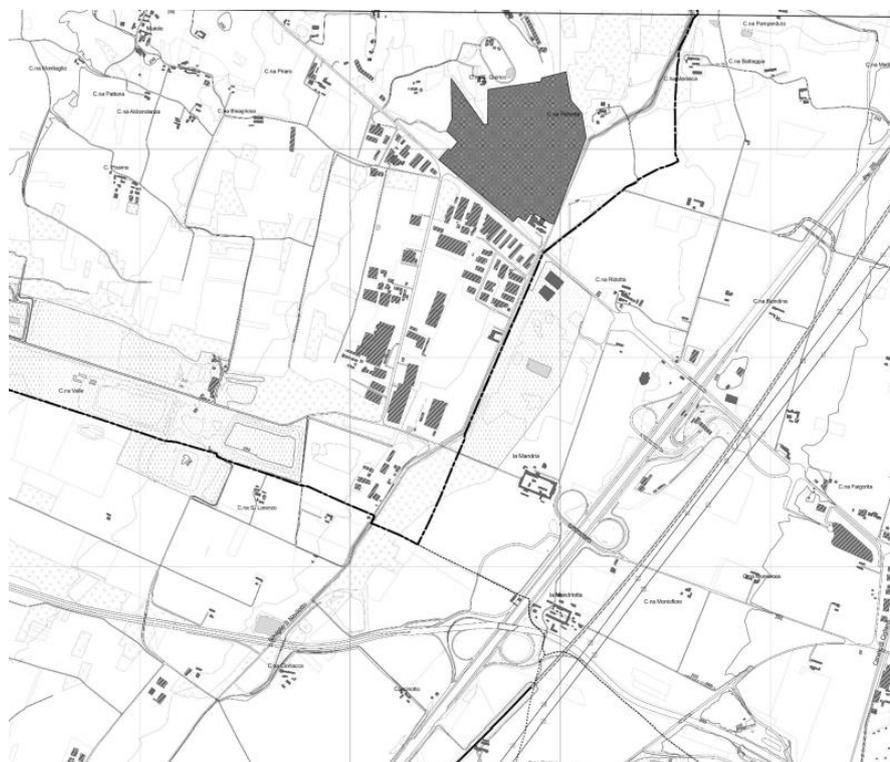
L'area in oggetto è collocata in pianura, al limite meridionale dell'apparato morenico di Ivrea e appartiene alla zona di transizione fluvio-glaciale rissiano-würmiana, originatasi da una serie di scaricatori le cui attività si sono succedute nei vari stadi della glaciazione rissiana protrandosi per un lasso di tempo relativamente lungo. Il paleosuolo di questi depositi fluvio-glaciali è caratterizzato dalla presenza superficiale di un debole strato d'alterazione bruno-giallastro che in superficie, per la profondità di alcuni decimetri, è stato profondamente modificato nella composizione e nelle caratteristiche fisico-chimiche dalle colture agrarie.

La pianura è delimitata verso Nord dai bassi rilievi mindeliani, costituenti le cerchie moreniche più esterne dell'anfiteatro eporediese, formati da depositi eterogenei caratterizzati da una coltre superficiale di argille rosse, "ferretto", e da sottostanti ciottoli di gneiss e di rocce granitiche molto alterate. Più ad Ovest sono presenti i terreni morenici rissiani, più recenti rispetto ai primi e quindi meno alterati; formano il corpo interno dell'apparato morenico (Serra d'Ivrea) con paleosuolo decisamente meno potente di quello mindeliano e generalmente asportato dall'erosione.

Nell'area non sono presenti corsi d'acqua naturali, di grosse dimensioni, ma il sito è piuttosto caratterizzato, a causa dell'intenso uso agricolo del suolo, da una fitta rete di canali irrigui dei quali il più importante è il Navilotto. Il Navilotto deriva dal Naviglio d'Ivrea che a sua volta prende origine dallo sbarramento d'Ivrea del Fiume Dora Baltea.

5.3 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE

Di seguito si riporta la tavola 136 NW Santhià "Carta della pericolosità da alluvione" secondo la direttiva 2007/60CE – d.lgs. 49/2010 nella quale non si segnalano rischi di esondabilità.



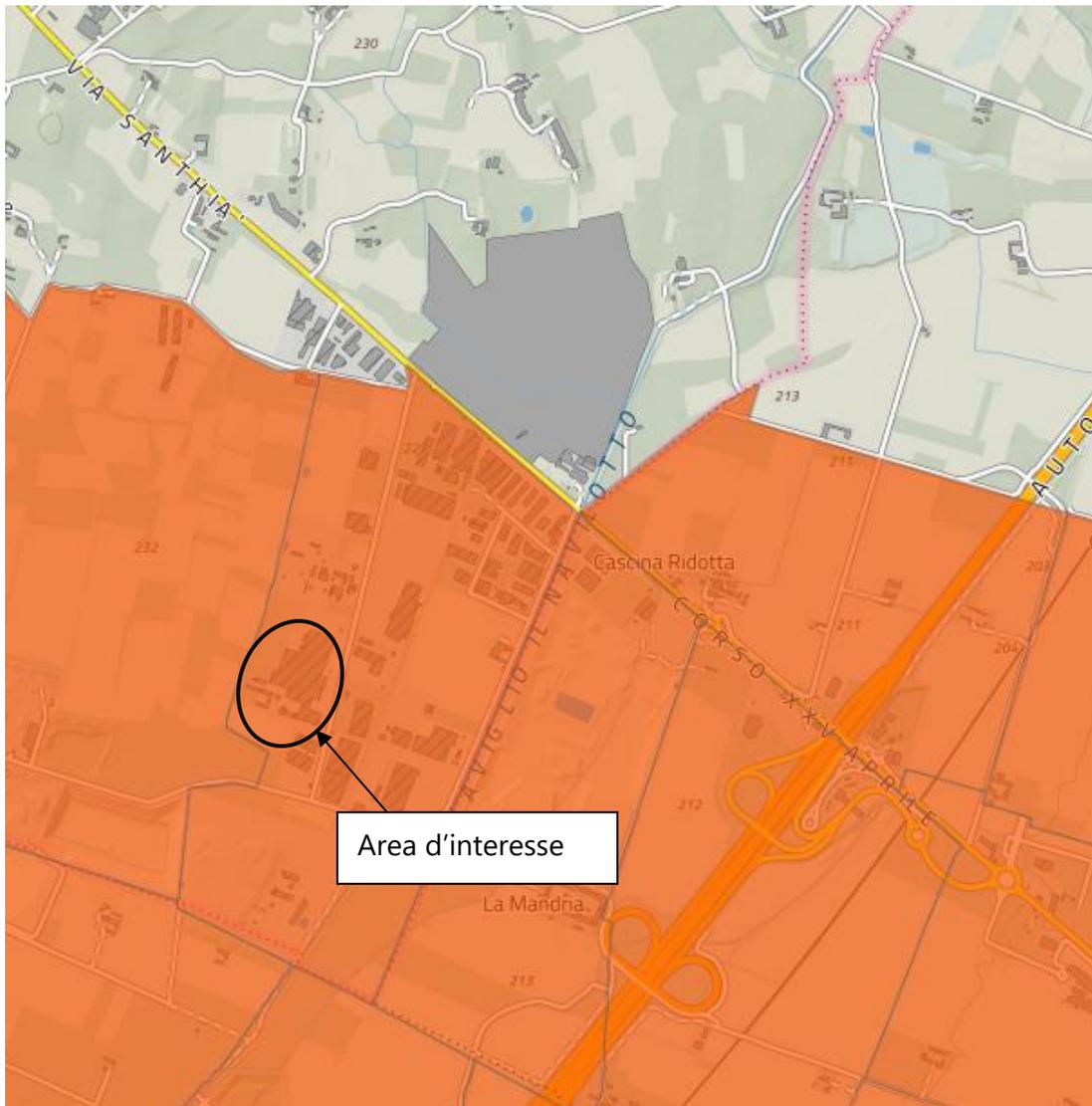
SCENARI DI ALLUVIONE

- Probabilità di alluvioni elevata (tr. 20/50) (H-Frequente)
- Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200) (M-Poco frequente)
- Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500) (L-Rara)
- Limiti comunali

Figura 9: tavola 136 NW Santhià "Carta della pericolosità da alluvione" secondo la direttiva 2007/60CE – d.lgs. 49/2010

6 ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA

Nella figura seguente viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della cartografia del GeoPortale della Regione Piemonte nella quale si evidenzia che l'area ricade tra le zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola secondo il Regolamento regionale 28 dicembre 2007 n. 12/R e s.m.i.



Fogli di Mappa ZVN (designazione vigente)

- DGR 20-946 del 2020 (programma d'azione vigente dal 2021)
- DGR 21-551 del 2019 (programma d'azione vigente dal 2021)
- Reg. 12R/2007
- Reg 9R/2002

Figura 10: Zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola secondo il Regolamento regionale 28 dicembre 2007 n. 12/R e s.m.i..

7 CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA

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

- n.1 sondaggio a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT in foro spinto fino a -40 m da p.c. attuale (ZC1)
- n.2 sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT in foro spinti fino a -20 m da p.c. attuale (ZC2 e ZC3)
- Analisi granulometriche in laboratorio (setacciatura-sedimentazione)



Figura 11: Ubicazione delle prove in situ nell'area di studio

Per la definizione dal punto di vista sismico dell'area oggetto di studio, vista l'omogeneità dei depositi presenti sono state prese di riferimento n.2 indagini sismiche MASW eseguite nel 2021 sempre da A2A Ambiente S.p.a. in un'area che dista circa 450 metri dall'area oggetto del presente studio.

Queste indagini erano state condotte in occasione della precedente istanza autorizzativa per la costruzione dello stesso impianto, localizzato però nei terreni adiacenti quelli degli esistenti impianti di A2A.



Figura 12: Stralcio Google Earth con distanza MASW di riferimento

8 STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

Si riporta nella tabella seguente la stratigrafia del terreno.

Suolo	Profondità [m]
Ghiaia sabbie con ciottoli centimetrici in matrice sabbiosa grigia	0m-40m

Tabella 1 – Stratigrafia di riferimento

La soggiacenza della falda è variabile tra 30 e 36 m da p.c.

9 SISMICITA'

9.1 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 Cavaglià, 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 4	Zona con pericolosità sismica molto bassa. E' la zona meno pericolosa dove le possibilità di danni sismici sono basse.
---------------------------------	---

Il comune di Cavaglià è classificato in **sottozona sismica 4**

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.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
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

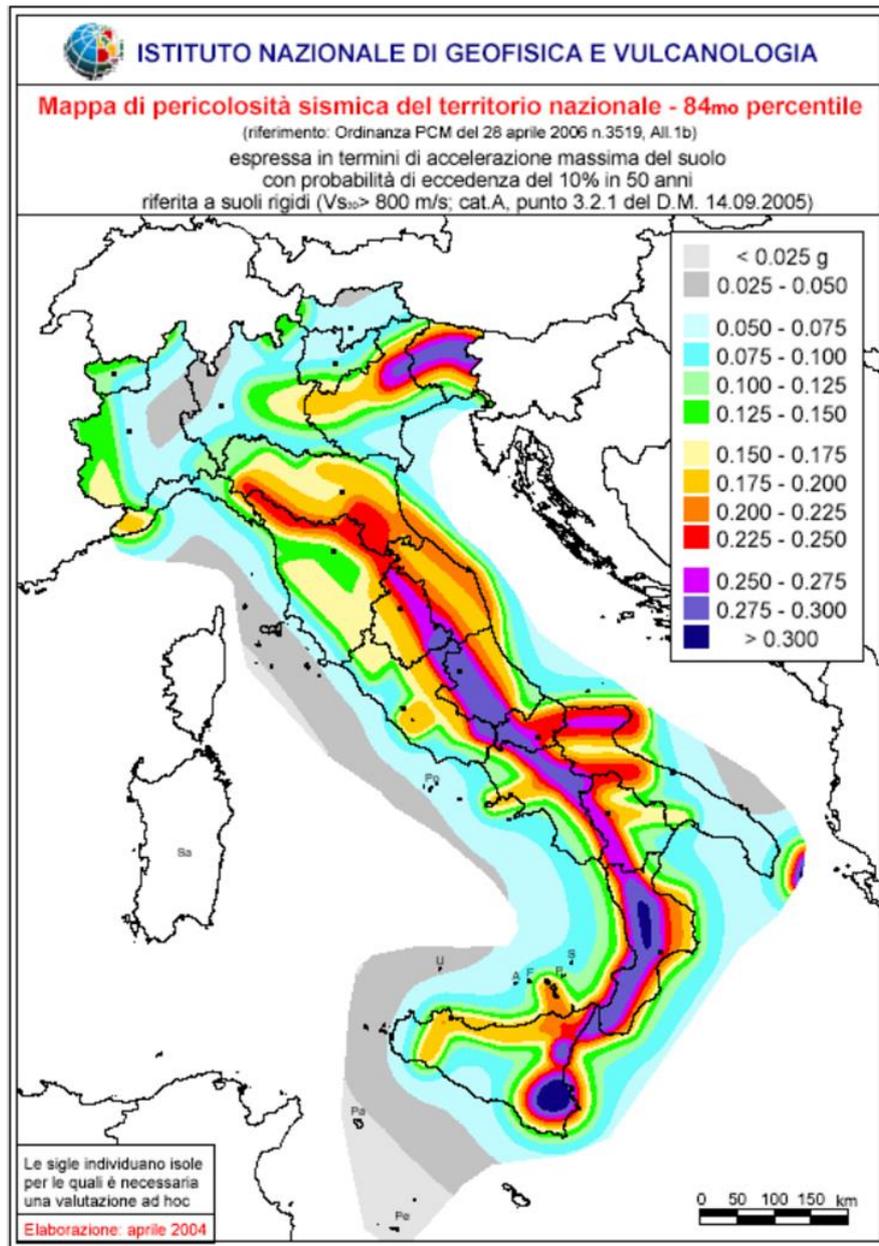


Figura 13: All.1b dell'Ordinanza PCM 3598 del 28/04/2006 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale in cui l'accelerazione massima del suolo viene espressa con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

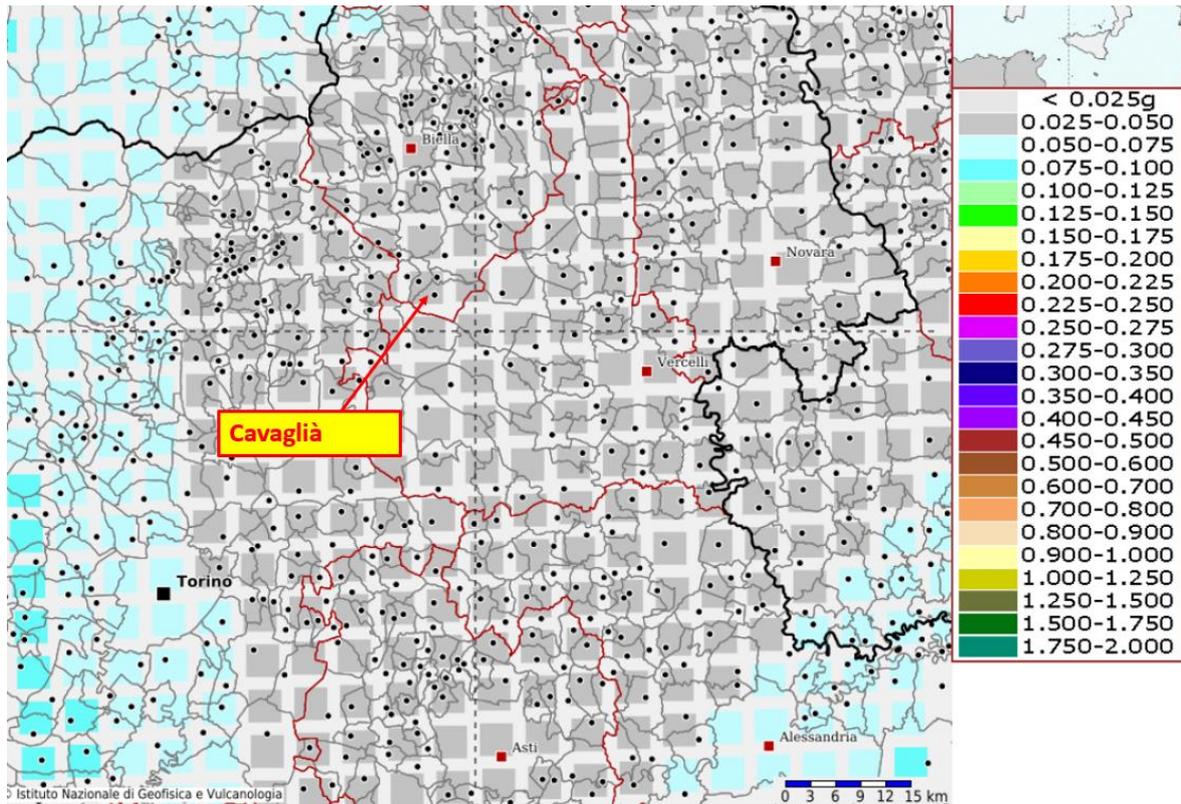


Figura 14: INGV - Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale – Comune di Cavaglia

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 $TR = 475$ anni).

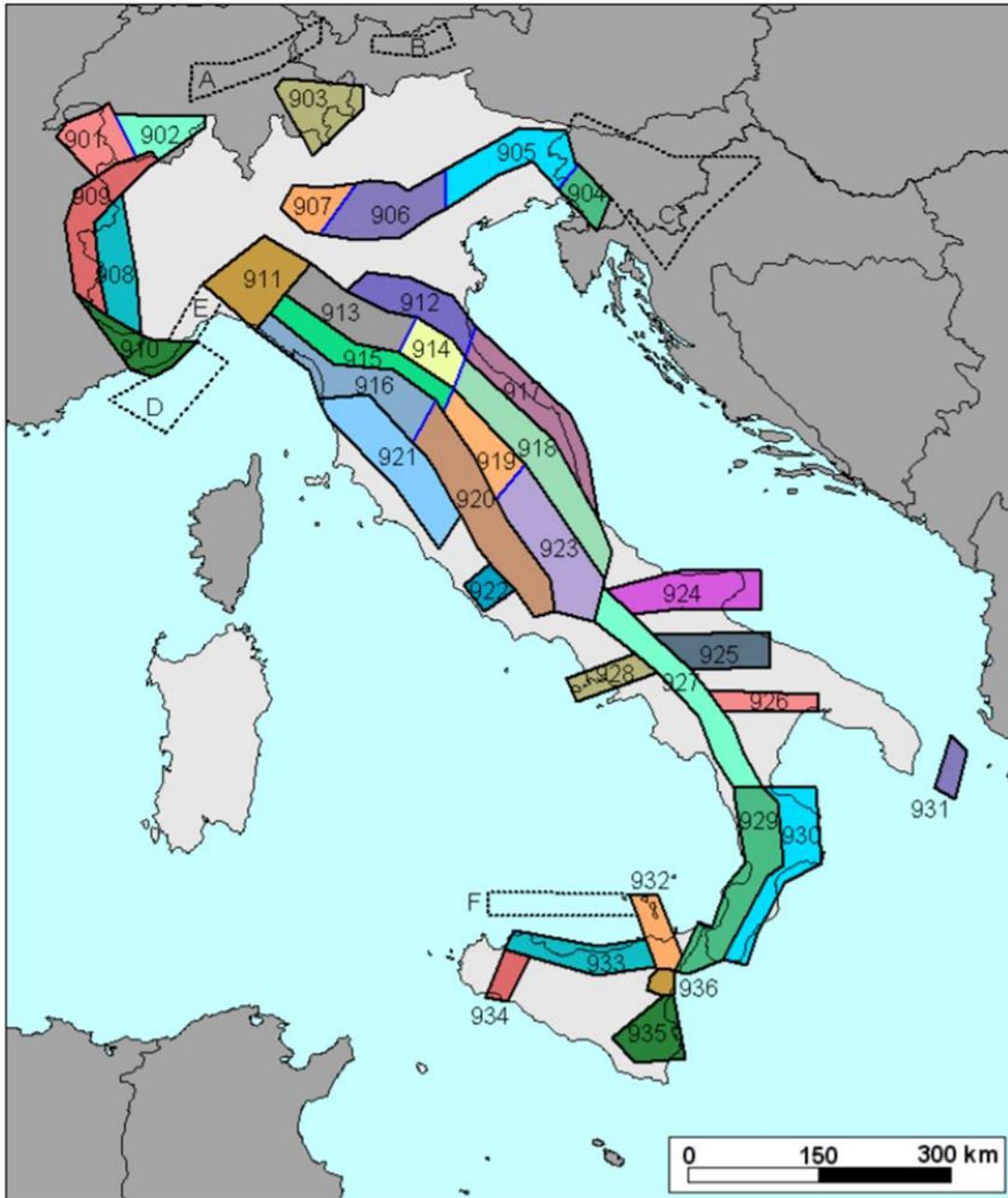


Figura 15: sismogenetica ZS9

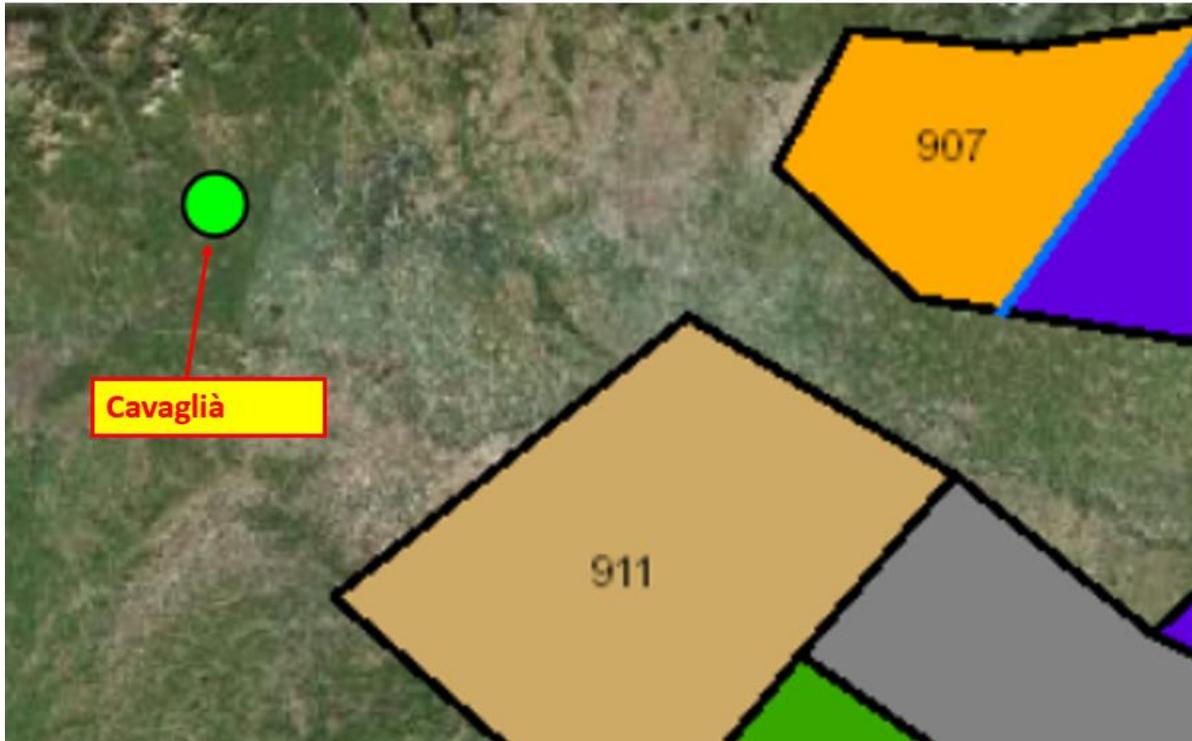


Figura 16: zonazione sismogenetica ZS9, dove l'area d'interesse è evidenziata da un cerchio verde.

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.

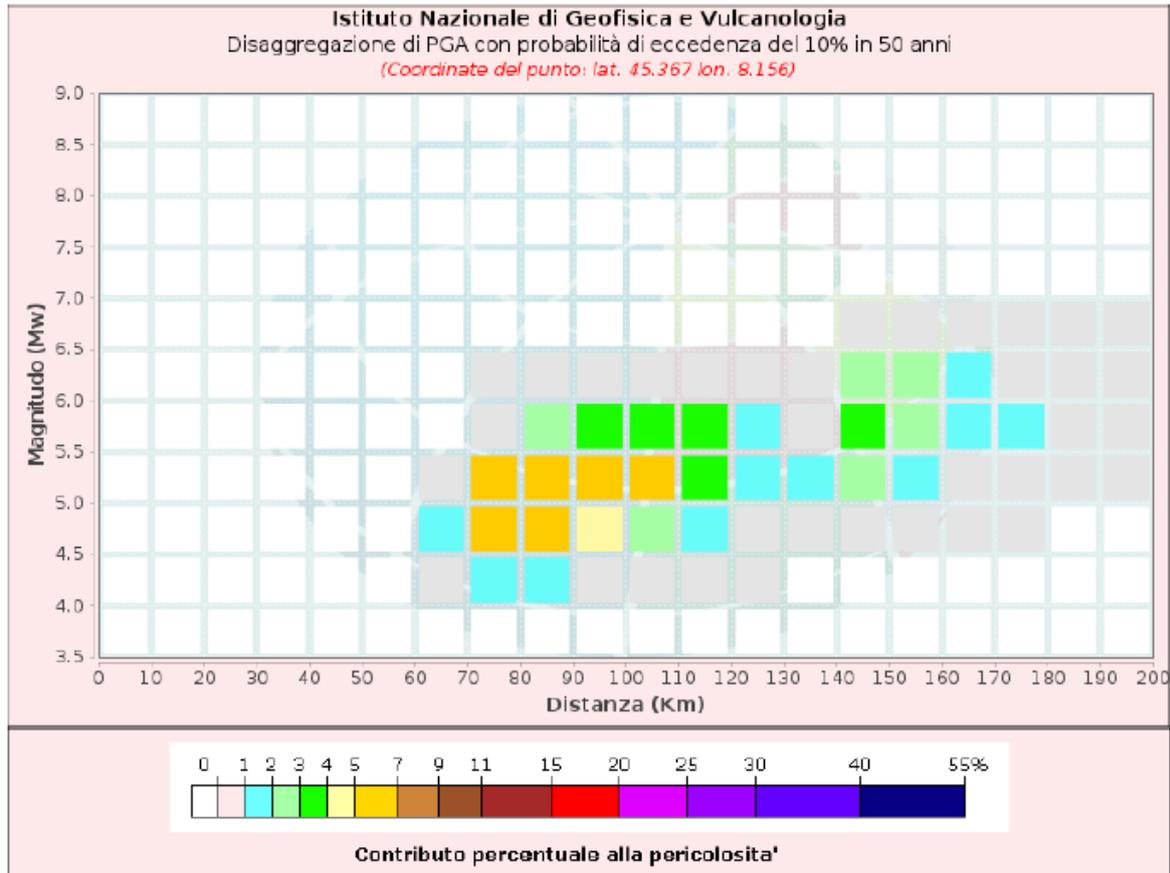


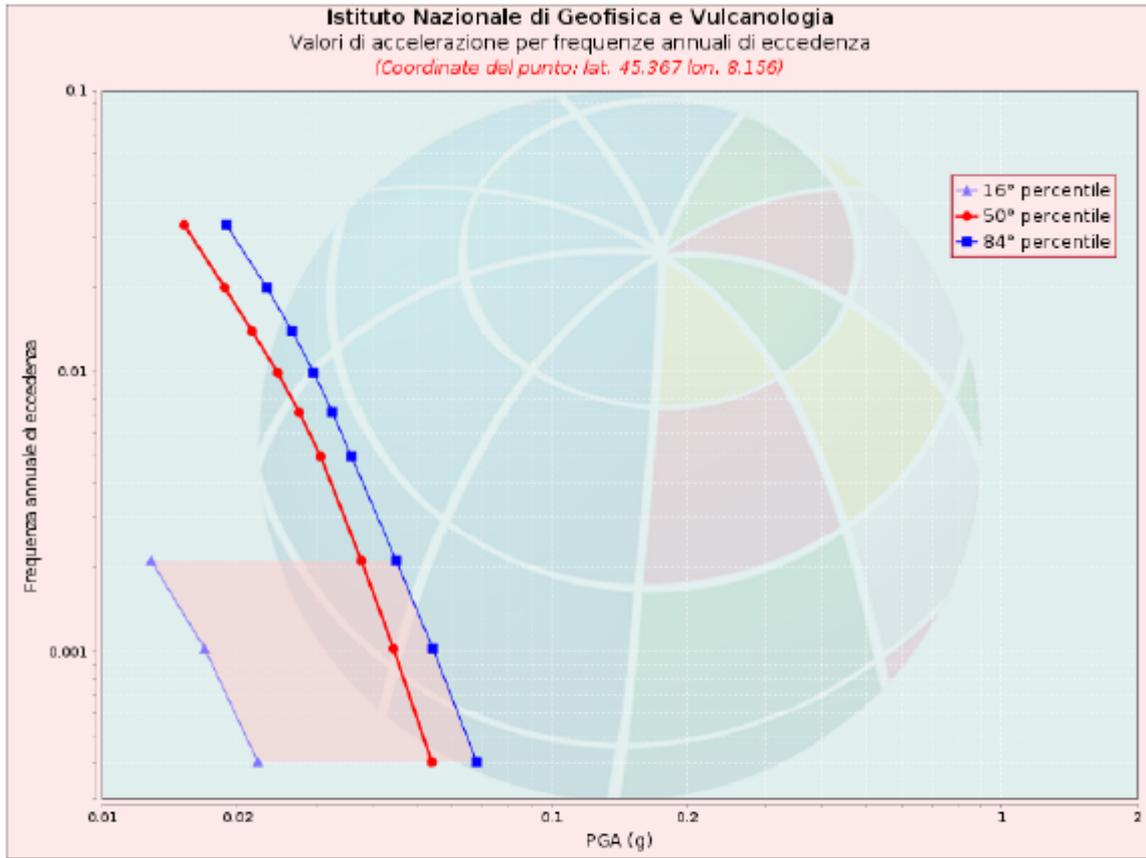
Figura 17: Disaggregazione del valore $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.4570	1.0900	0.7440	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	1.9600	5.9000	5.1700	0.6640	0.1120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	1.3700	6.0600	6.9000	2.7700	0.4890	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.5040	4.5600	6.5100	3.9800	0.7180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0702	2.6700	5.0600	3.7600	0.6830	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0247	1.4700	3.7000	3.0700	0.5380	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0038	0.5950	1.8400	1.2200	0.1610	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.2590	1.0600	0.6720	0.0799	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.3830	2.2200	3.4000	2.9100	0.0420	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.1390	1.4300	2.4900	2.1800	0.0436	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0287	0.7690	1.5600	1.3500	0.0505	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0018	0.4070	1.0200	0.8430	0.0538	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.1510	0.5070	0.3580	0.0543	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0698	0.3410	0.2660	0.0531	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

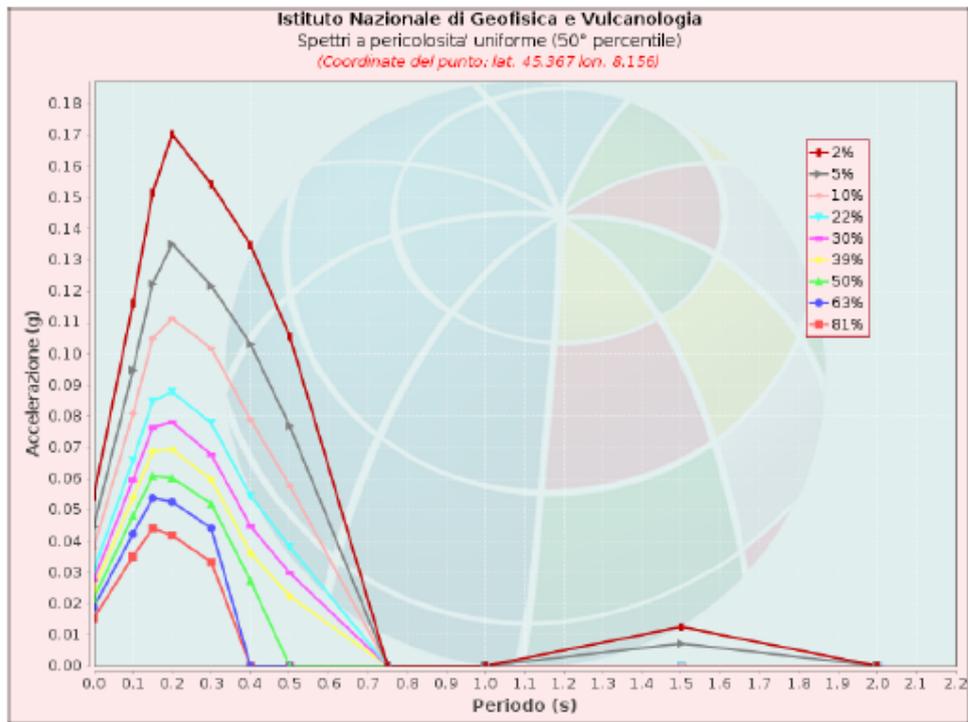
Valori Medi: magnitudo = 5.34 ; distanza = 109.0 ; epsilon = 2.02

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	0.022	0.054	0.068
0.0010	0.017	0.045	0.055
0.0021	0.013	0.038	0.045
0.0050	0.000	0.031	0.036
0.0071	0.000	0.027	0.033
0.0099	0.000	0.025	0.030
0.0139	0.000	0.022	0.027
0.0199	0.000	0.019	0.023
0.0332	0.000	0.015	0.019

Figura 19: Curve di pericolosità



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)

PoE in 50 anni	Accelerazione (g)										
	Periodo (s)										
	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.054	0.116	0.152	0.170	0.154	0.135	0.106	0.000	0.000	0.013	0.000
5%	0.045	0.095	0.122	0.135	0.122	0.103	0.077	0.000	0.000	0.007	0.000
10%	0.038	0.081	0.105	0.111	0.102	0.079	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000
22%	0.031	0.066	0.085	0.088	0.078	0.054	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000
30%	0.027	0.060	0.076	0.078	0.068	0.045	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
39%	0.025	0.054	0.069	0.069	0.060	0.036	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000
50%	0.022	0.048	0.061	0.060	0.052	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
63%	0.019	0.042	0.054	0.053	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
81%	0.015	0.035	0.044	0.042	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura 20: Spettri a pericolosità uniforme

9.2 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., Loli, 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.

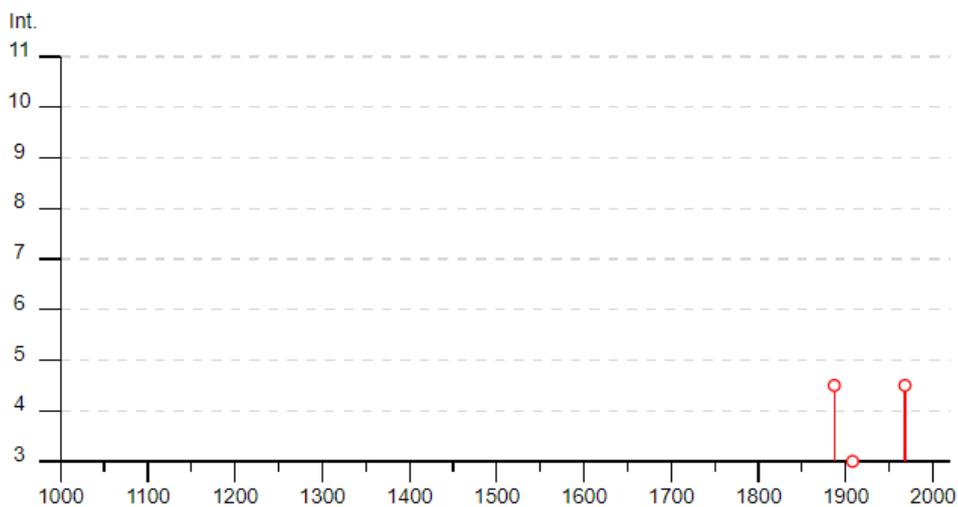
Il DBMI v2.0 fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani aggiornato alla finestra temporale 1000-2017. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

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/.

Cavaglià

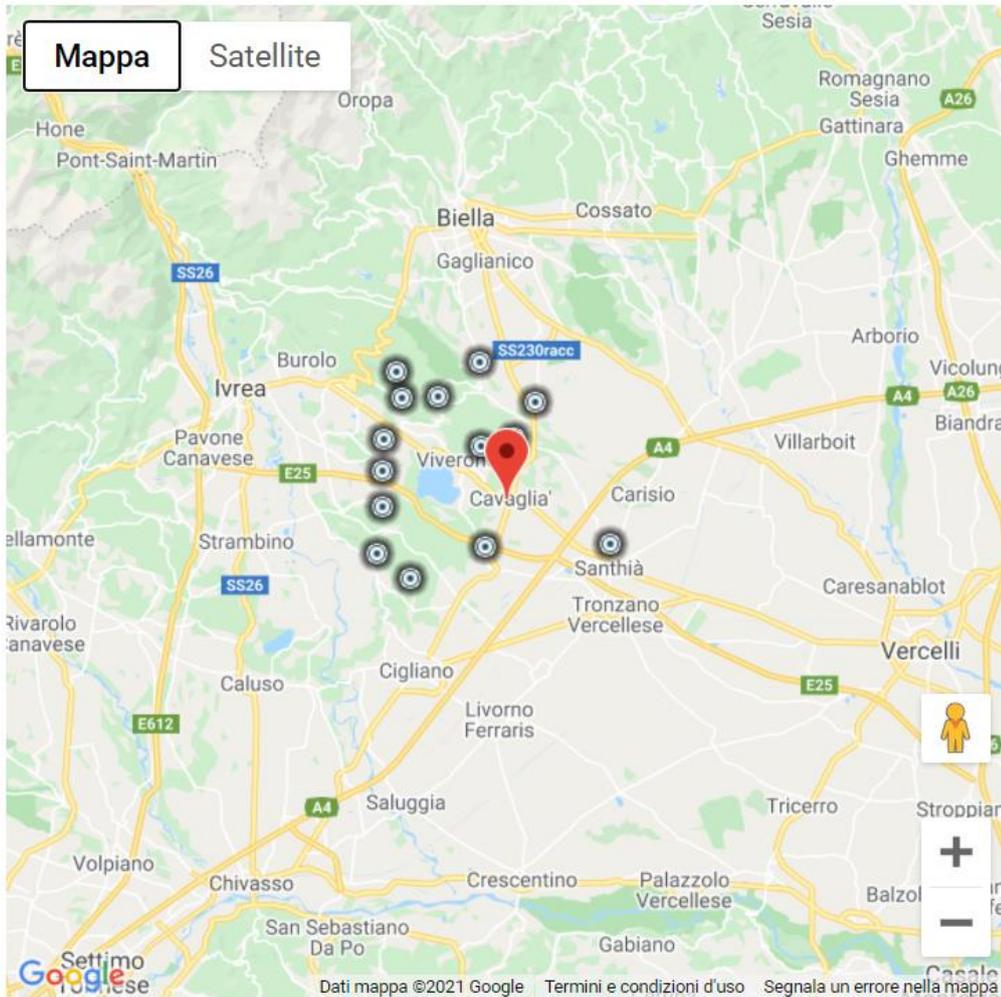
PlaceID IT_02947
 Coordinate (lat, lon) 45.404, 8.092
 Comune (ISTAT 2015) Cavaglià
 Provincia Biella
 Regione Piemonte
 Numero di eventi riportati 5



Effetti	In occasione del terremoto del						Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se				
4-5	1887	02	23	05	21	50	Liguria occidentale	1511	9	6.27
3	1908	05	24	08	37		Piemonte centro-settentrionale	36	4	4.10
2-3	1960	03	23	23	10		Vallese	178	7	5.00
4-5	1968	06	18	05	27		Valle d'Aosta	60	6	4.86
NF	2005	09	08	11	27	0	Massif du Mont-Blanc	281		4.44

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Dorzano	1	2
Roppolo	1	3
Alice Castello	2	5
Salussola	1	5
Zimone	1	7
Cerrione	2	7
Santhià	2	8
Settimo Rottaro	1	8
Cossano Canavese	2	8
Azeglio	6	8
Piverone	2	8
Maglione	3	9
Borgomasino	2	9
Magnano	3	9



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

Figura 21: Dati desunti dalla consultazione del CPTI15 e DBMI15 per l'area di Cavaglia

9.3 INDAGINI SISMICHE

Per la definizione dal punto di vista sismico dell'area oggetto di studio, vista l'omogeneità dei depositi presenti sono state prese di riferimento n.2 indagini sismiche MASW eseguite nel 2021 per un termovalorizzatore in un'area che dista circa 450 metri.

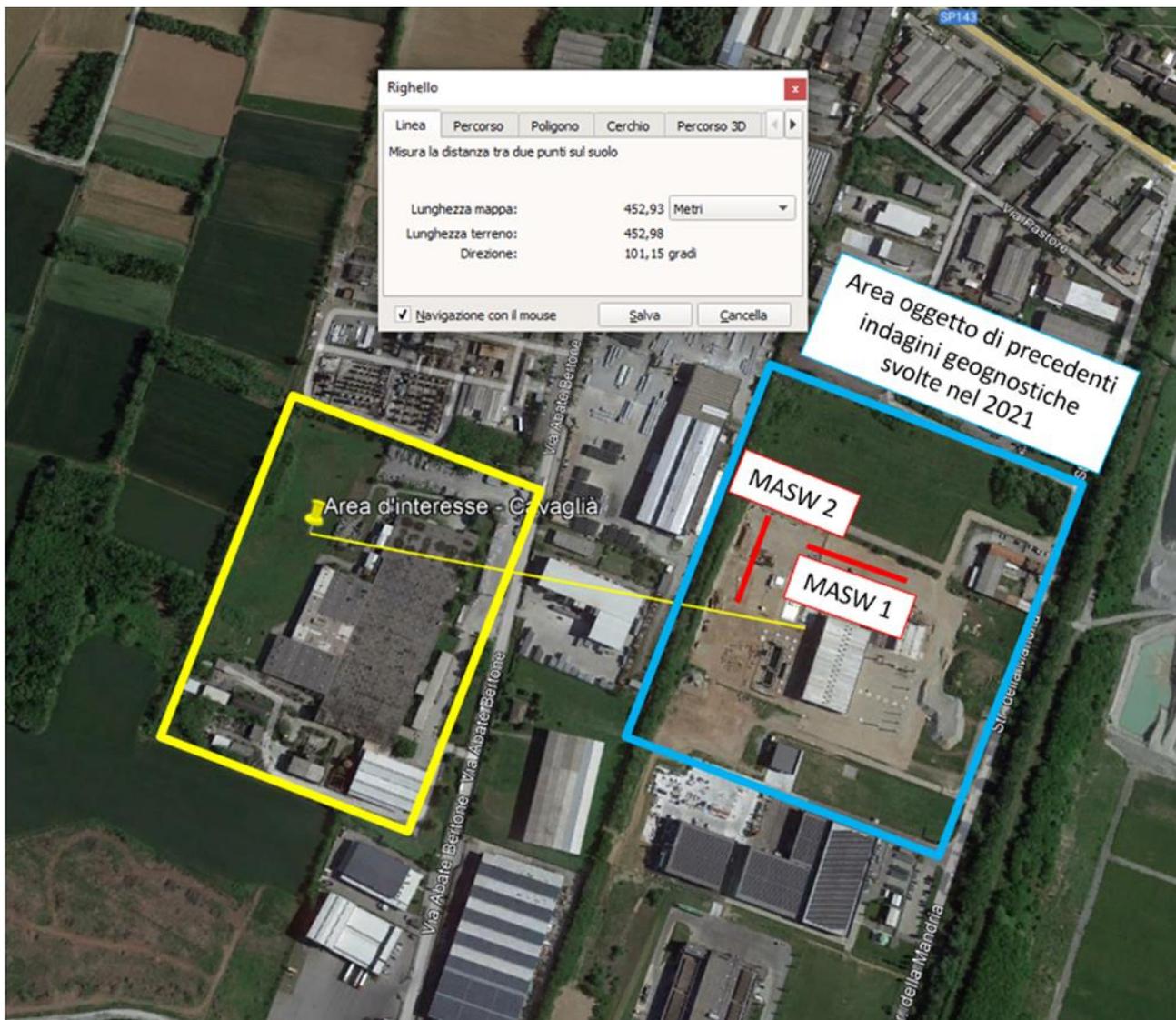


Figura 22: Stralcio Google Earth con distanza MASW di riferimento

9.3.1 Prove sismiche MASW

Lo studio è consistito nell'esecuzione di n°2 stendimenti sismici con metodologia MASW, per la determinazione del profilo verticale delle onde di taglio e del valore $V_{s,eq}$, necessario per la classificazione dei terreni di fondazione degli interventi in progetto nelle categorie di suolo descritte al paragrafo 3.2.2 delle N.T.C. 2018 "D.M. 17 del 17/01/2018".

L'acquisizione dei dati sismici è così avvenuta:

➤ **metodo attivo:** è stata effettuata 2 stese sismiche con passo intergeofonico di 3 metri e 16 geofoni utilizzando la tecnica dell'interlaccio, ottenendo un profilo sismico equivalente ad una stesa di 32 geofoni e passo 1,5 metri ubicata come dalla planimetria riportata di seguito.

Si sono acquisiti vari shot ad entrambi gli estremi del profilo in modo da avere un maggior set di dati e poter scegliere quelli più adatti alla successiva elaborazione. La frequenza propria dei sensori è la classica e raccomandata per tale tipologia di indagini (4,5 Hz).

➤ **metodo passivo:** sulle stesse stese utilizzate per il metodo attivo si sono realizzate 2 acquisizioni di sismica passiva, di 1 minuto ciascuna, concatenate, in fase di pre-processing, in un unico file di 2 minuti, in modo da colmare il "vuoto" alle basse frequenze della sismica attiva.

L'indagine sismica, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di -30,00 metri da p.c., ha permesso la determinazione della velocità delle V_{seq} , ricavata dalla formula riportata nel D.M. 17 del 17 Gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni":

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove h_i e $V_{S,i}$ rappresentano rispettivamente lo spessore e la velocità di propagazione delle onde di taglio attraverso lo strato i -esimo entro 30 metri di profondità. H rappresenta la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s.

9.3.1.1 Risultati dell'indagine sismica

Risultati MASW 1:

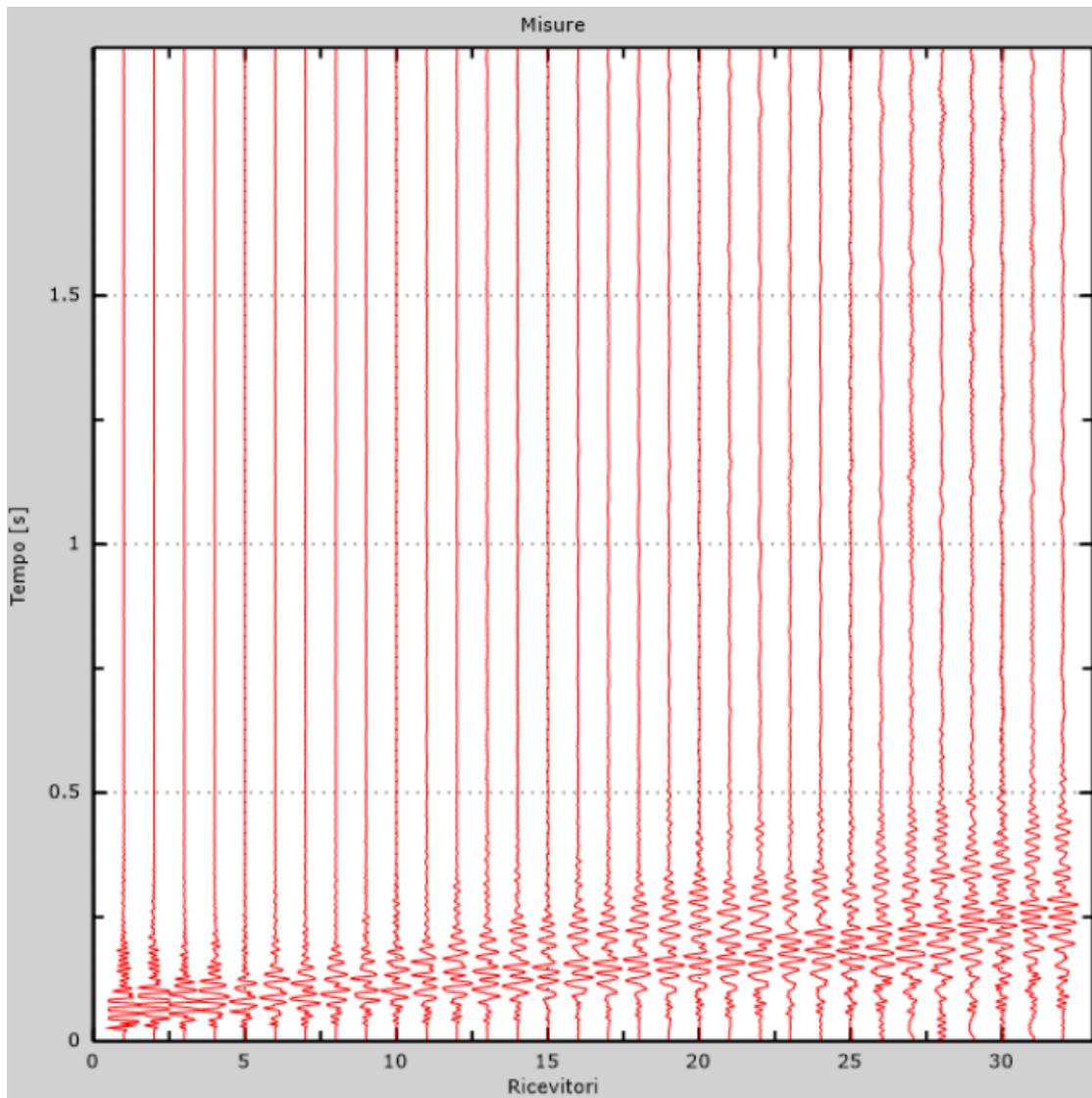


Figura 23: Tracce sperimentali indagine attiva

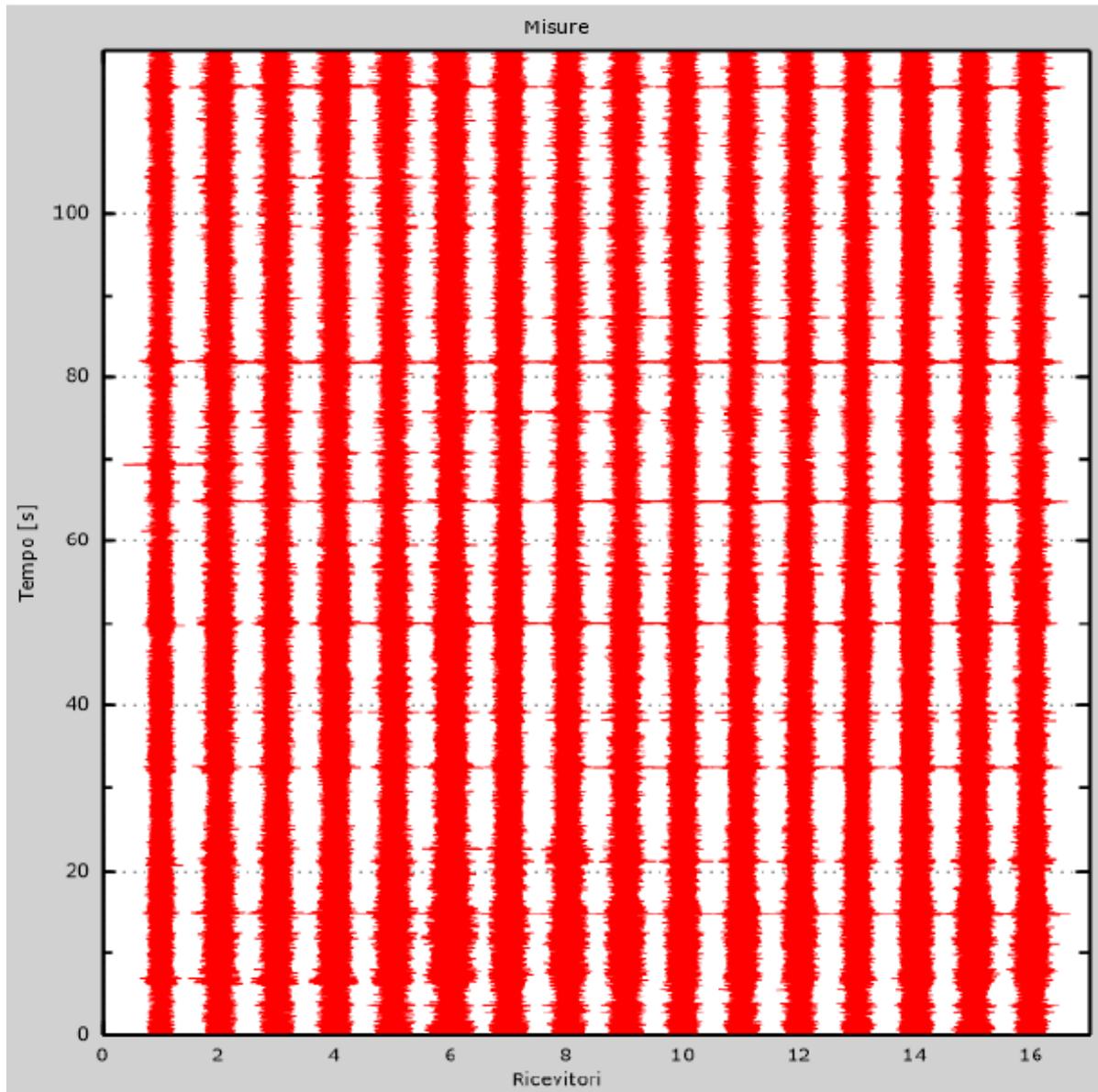


Figura 24: Tracce sperimentali indagine passiva

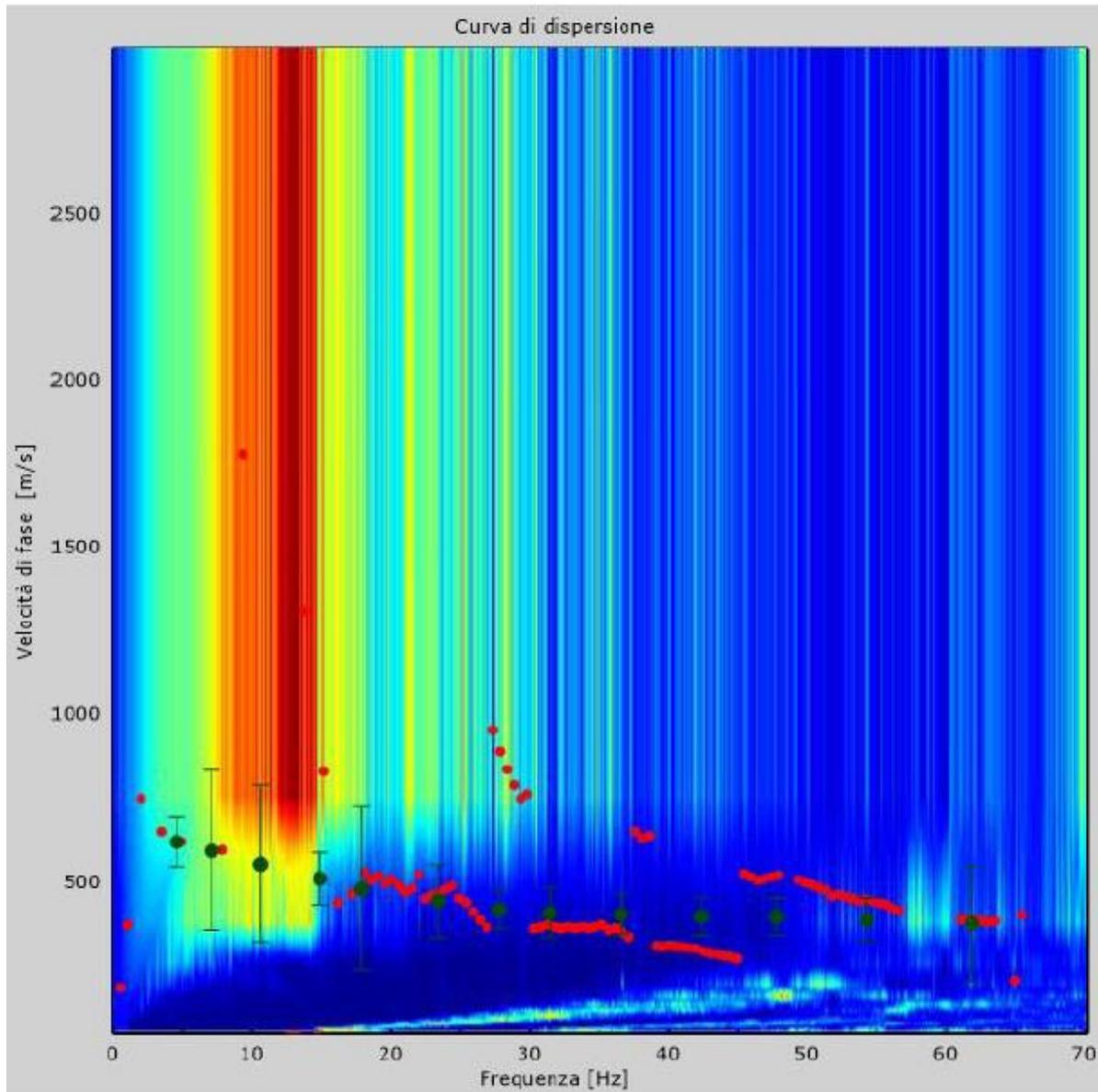


Figura 25: Curva di dispersione sperimentale

Dall'esecuzione dell'indagine sismica è emersa la seguente successione della velocità delle onde sismiche.

Strato	h [m]	z [m]	Vs fin. [m/s]
Strato 1	2,0	-2,0	425
Strato 2	3,0	-5,0	404
Strato 3	3,0	-8,0	459
Strato 4	4,0	-12,0	536
Strato 5	4,0	-16,0	591
Strato 6	10,0	-26,0	623
Strato 7	6,0	-32,0	665
Strato 8	/	-∞	702

Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh e del modello che ne deriva previa inversione dei dati.

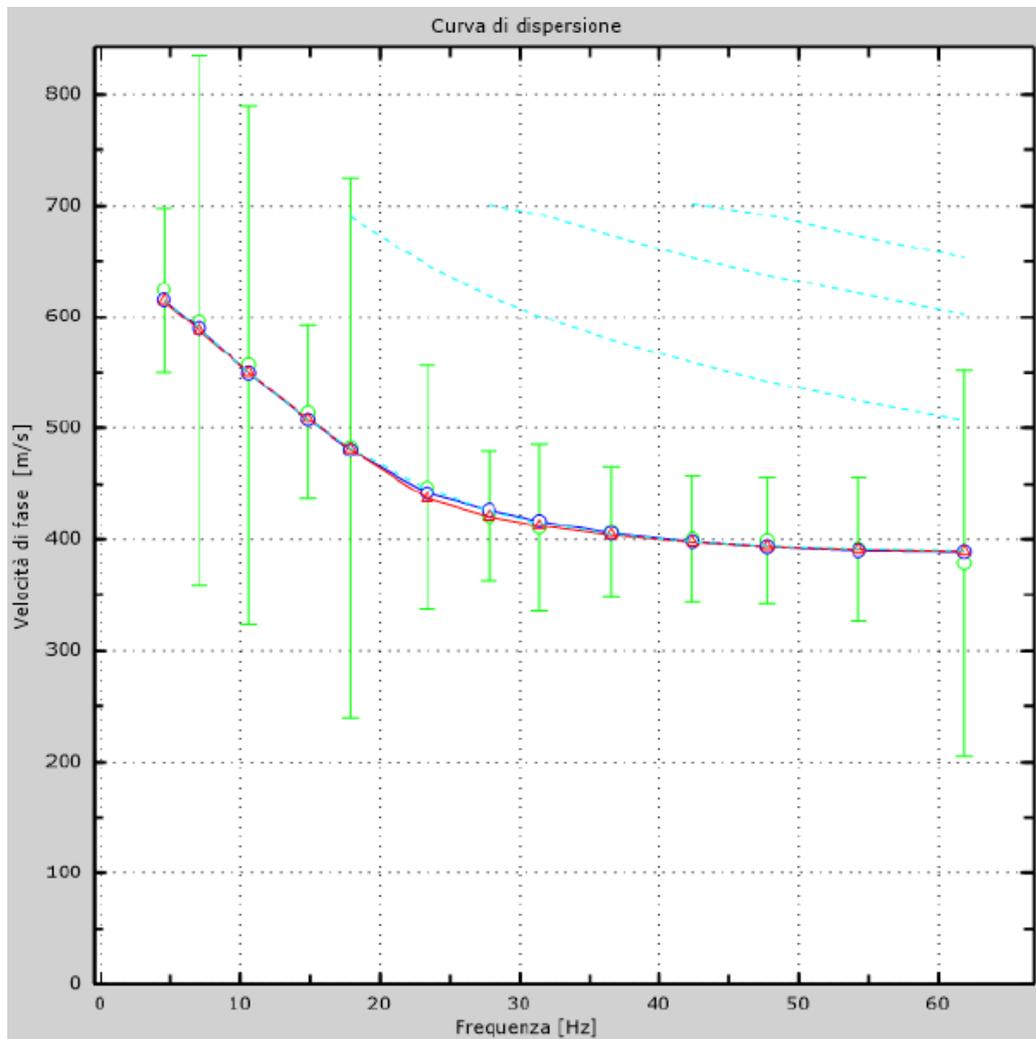


Figura 26: Velocità numeriche (Punti sperimentali - verde, modi di Rayleigh - ciano, curva apparente - blu, curva numerica - rosso)

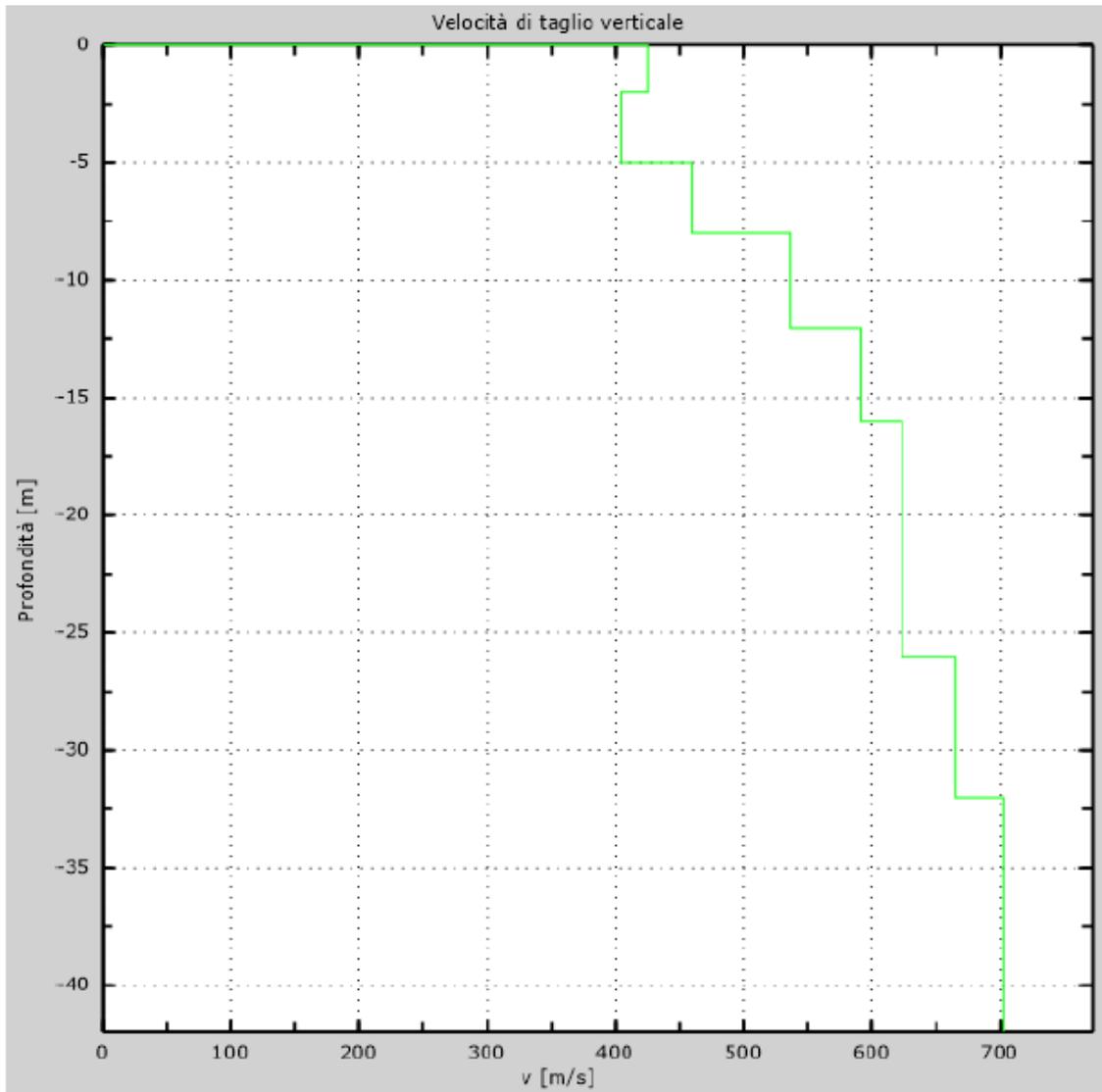


Figura 27: Profilo verticale di velocità delle Vs

Vseq = 545 m/s

I terreni di fondazione interessati dalla progettazione sismica, come prescritto al paragrafo 3.2.2 dal D.M. 17 Gennaio 2018, appartengono a:

Suolo di fondazione di tipo B

ovvero, come definito in Tabella 3.2.II (Categorie di sottosuolo): Tipo B: 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.

Risultati MASW 2:

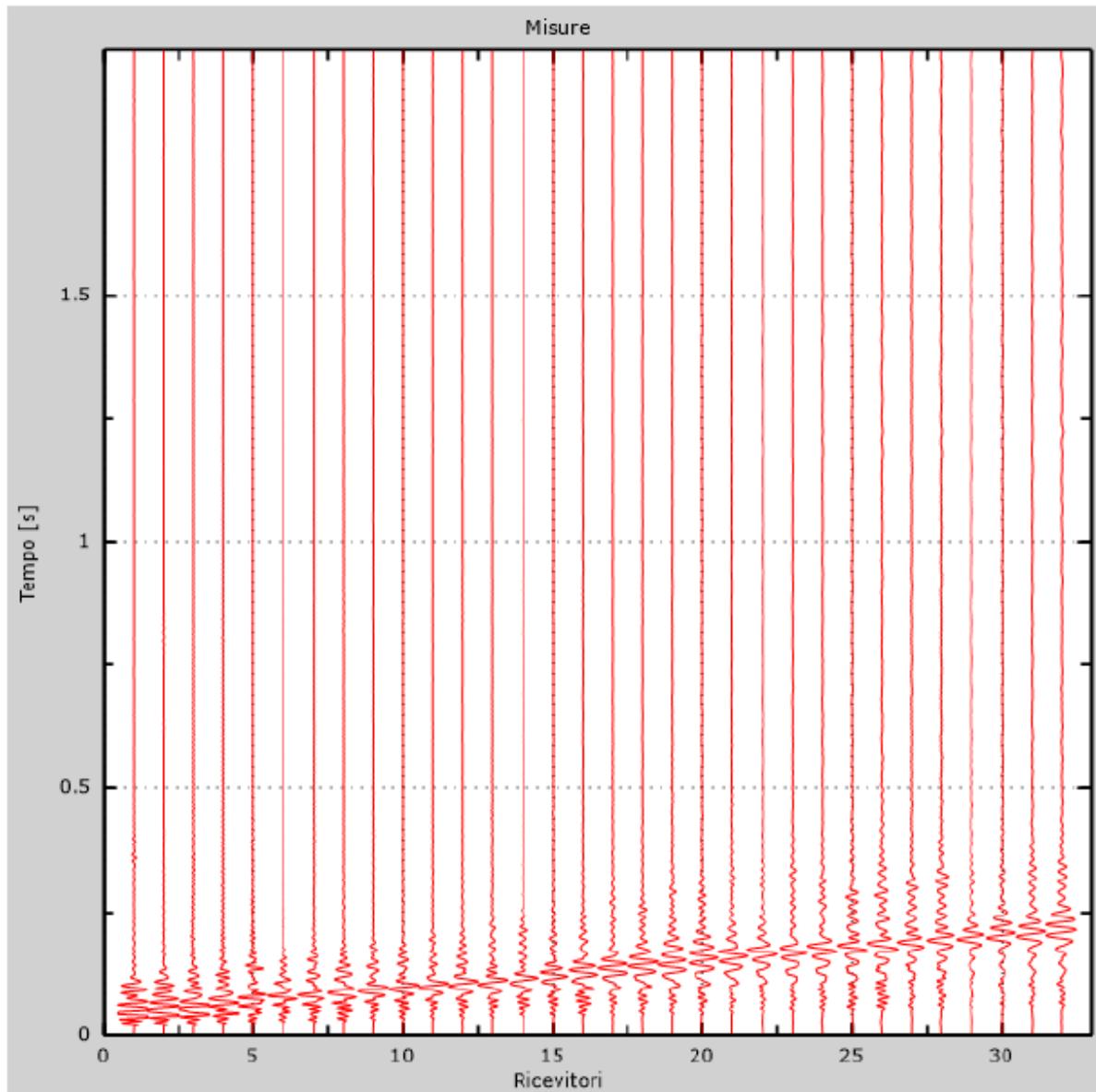


Figura 28: Tracce sperimentali indagine attiva

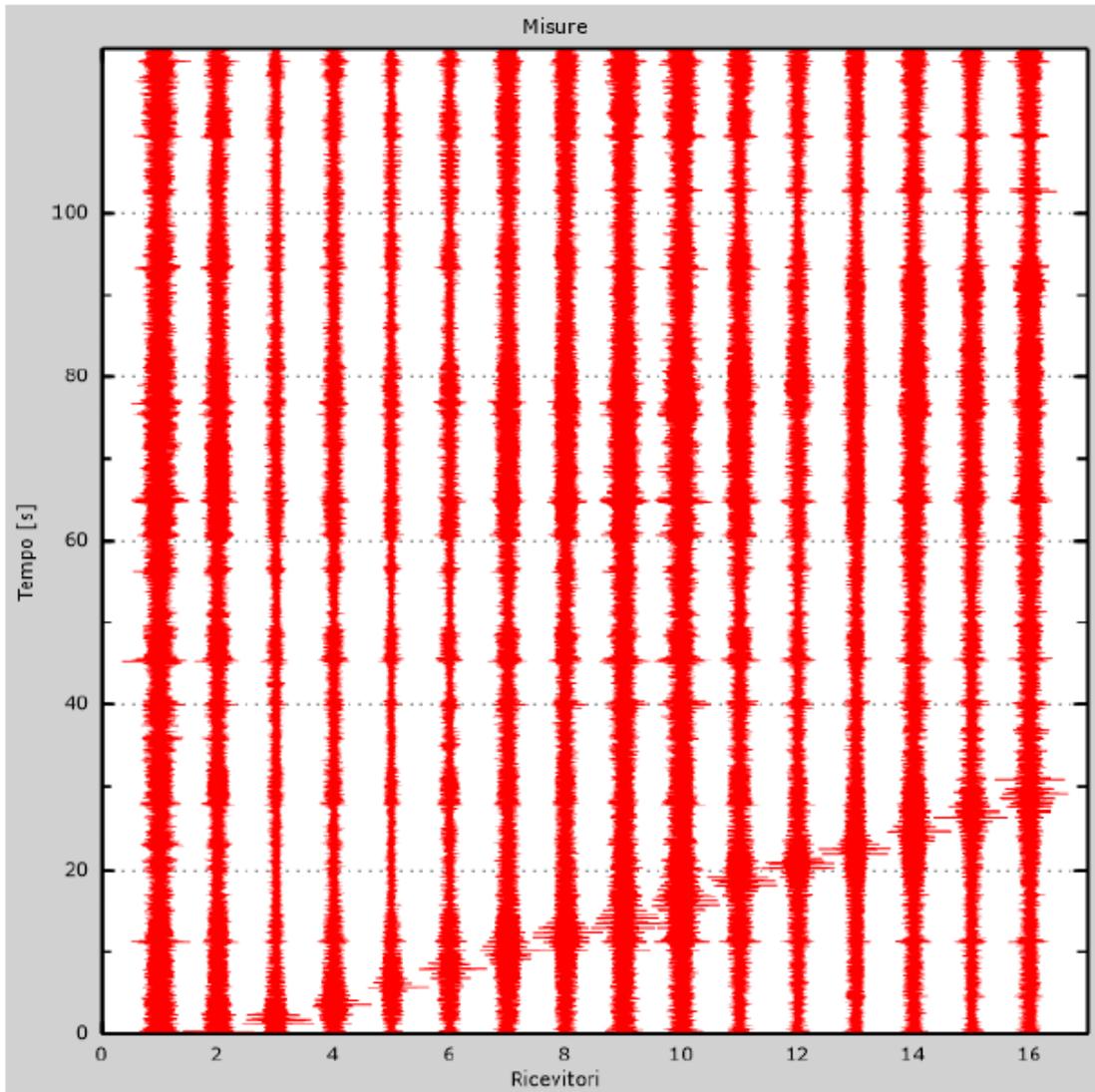


Figura 29: Tracce sperimentali indagine passiva

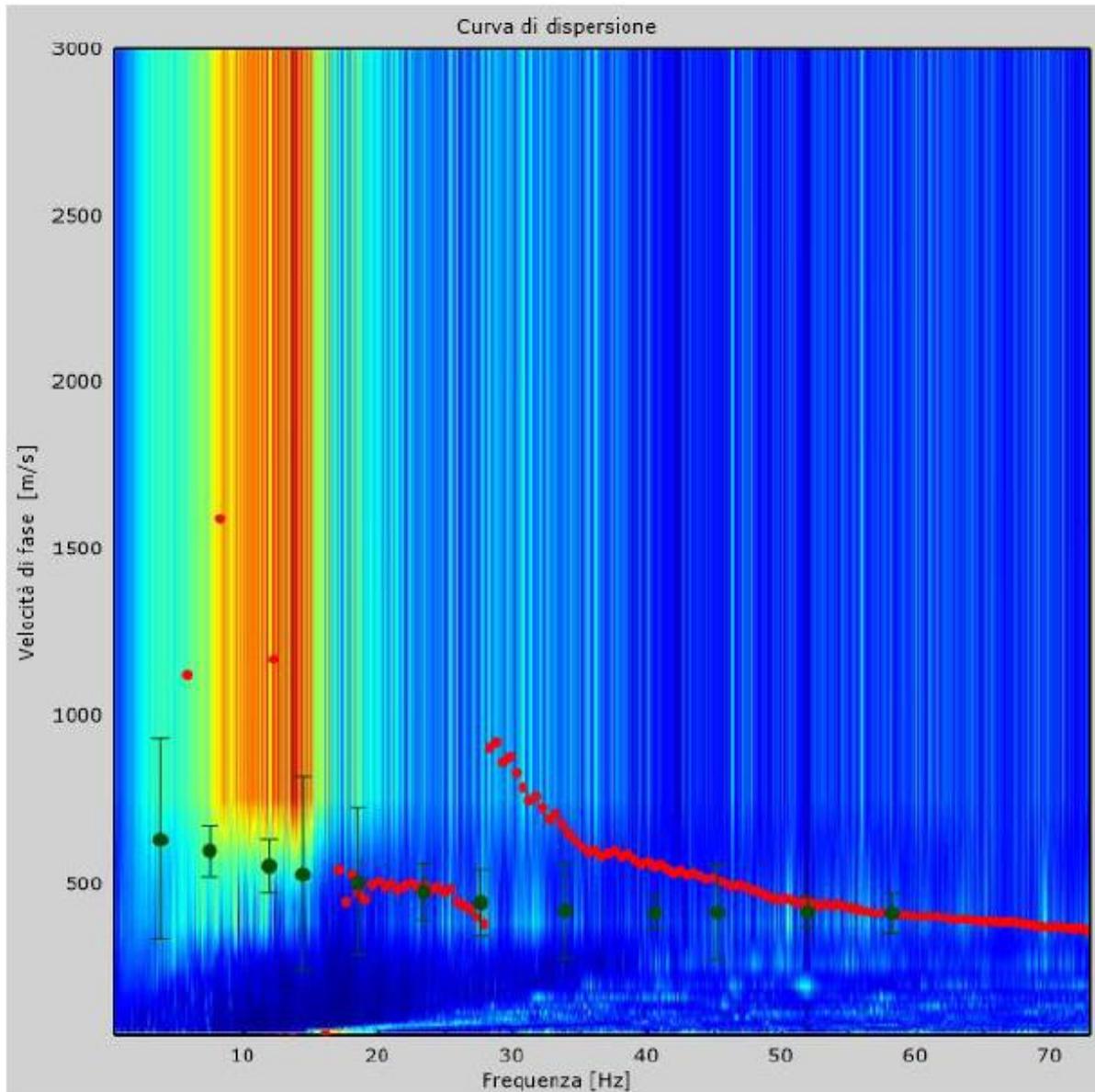


Figura 30: Curva di dispersione sperimentale

Dall'esecuzione dell'indagine sismica è emersa la seguente successione della velocità delle onde sismiche.

Strato	h [m]	z [m]	Vs fin. [m/s]
Strato 1	2,0	-2,0	470
Strato 2	3,0	-5,0	400
Strato 3	3,0	-8,0	487
Strato 4	4,0	-12,0	561
Strato 5	4,0	-16,0	588
Strato 6	10,0	-26,0	627
Strato 7	6,0	-32,0	679
Strato 8	/	-∞	706

Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh e del modello che ne deriva previa inversione dei dati.

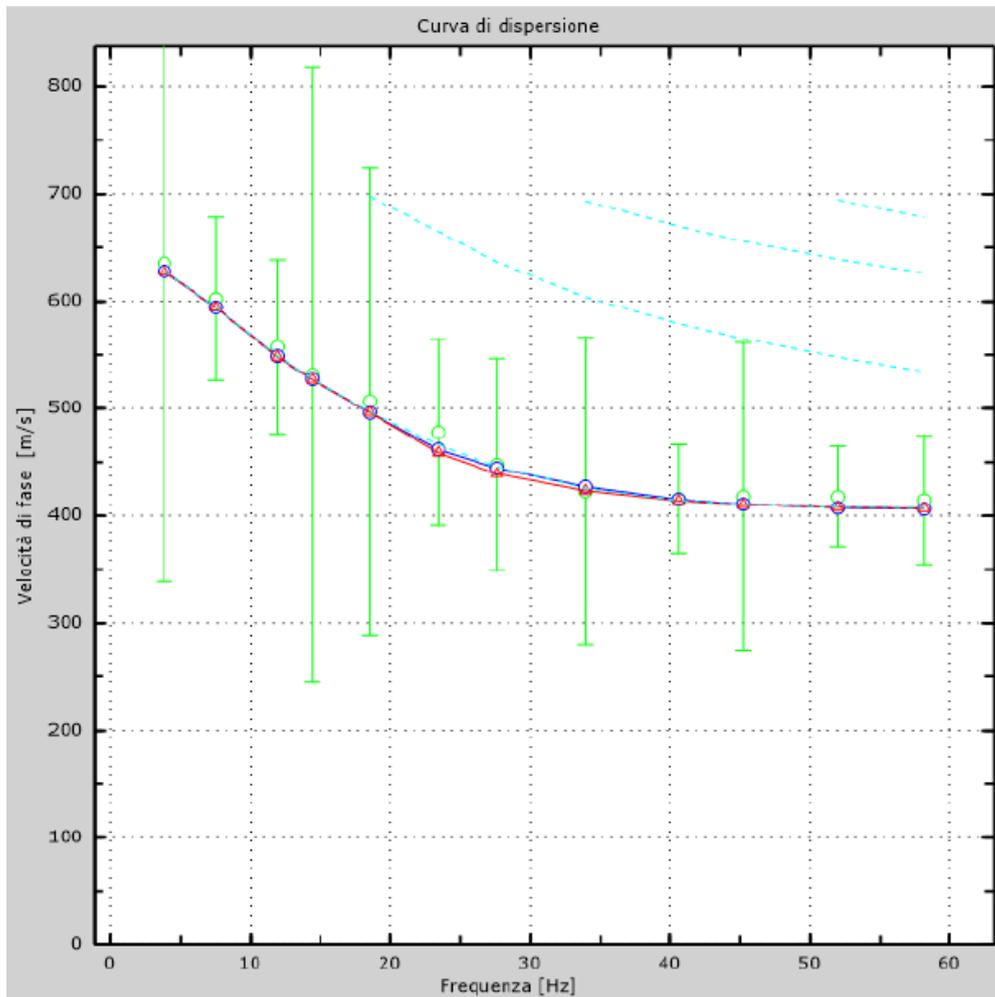


Figura 31: Velocità numeriche (Punti sperimentali - verde, modi di Rayleigh - ciano, curva apparente - blu, curva numerica - rosso)

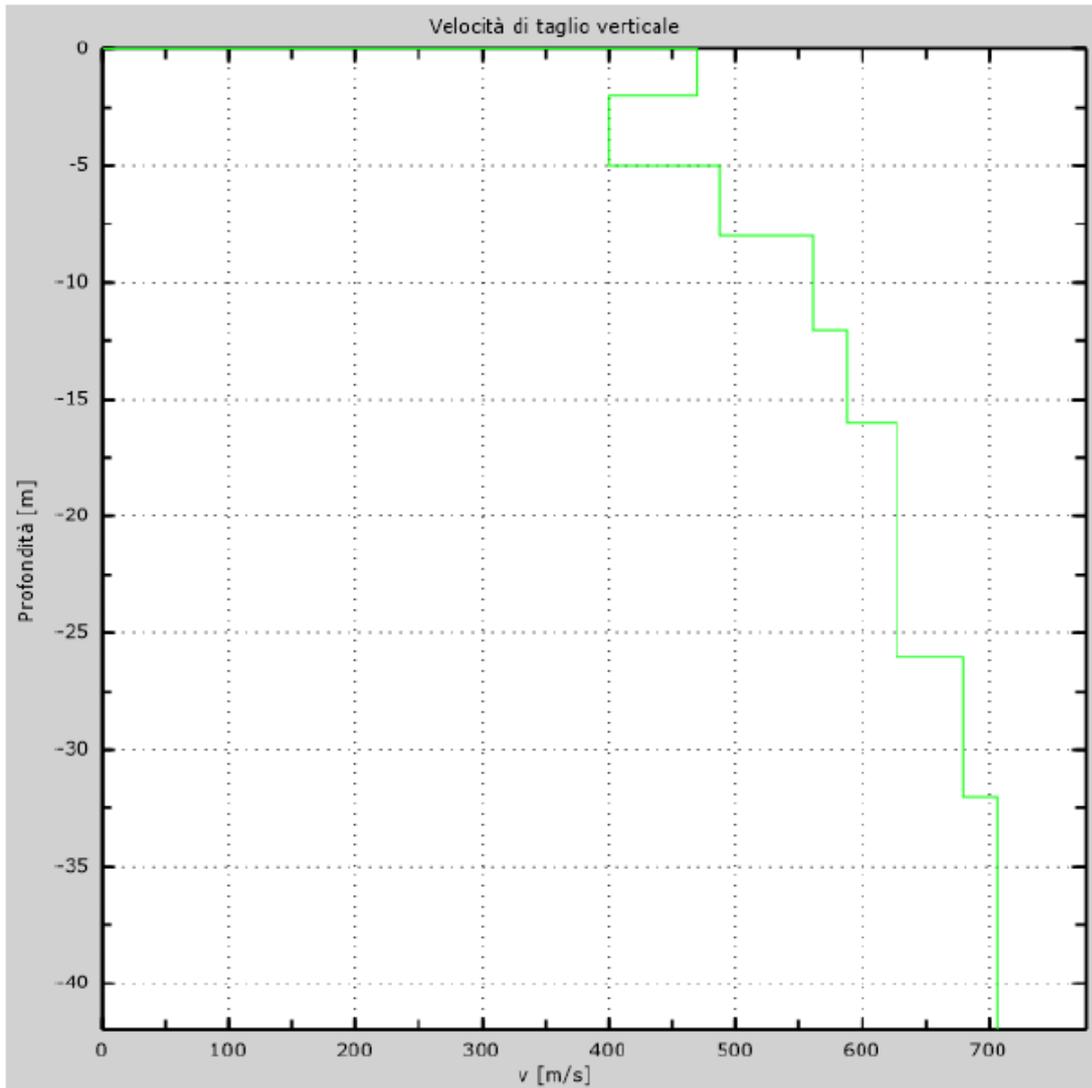


Figura 32: Profilo verticale di velocità delle Vs

Vseq = 558 m/s

I terreni di fondazione interessati dalla progettazione sismica, come prescritto al paragrafo 3.2.2 dal D.M. 17 Gennaio 2018, appartengono a:

Suolo di fondazione di tipo B

ovvero, come definito in Tabella 3.2.II (Categorie di sottosuolo): Tipo B: 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.

9.4 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 3.2.11 (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 $V_s > 800$ 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 **545.0 m/s** per la prova MASW 1 e V_{s30} pari a **558.0 m/s** per la prova MASW 1 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 B**: *"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 360m/s e 800m/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 33: Tabella 3.2. Il "Categoria di sottosuolo" – D.M. 17.10.2018

9.5 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

10 LIQUEFAZIONE

Secondo le norme NTC 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa nel caso si verificano 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 34 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 35 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

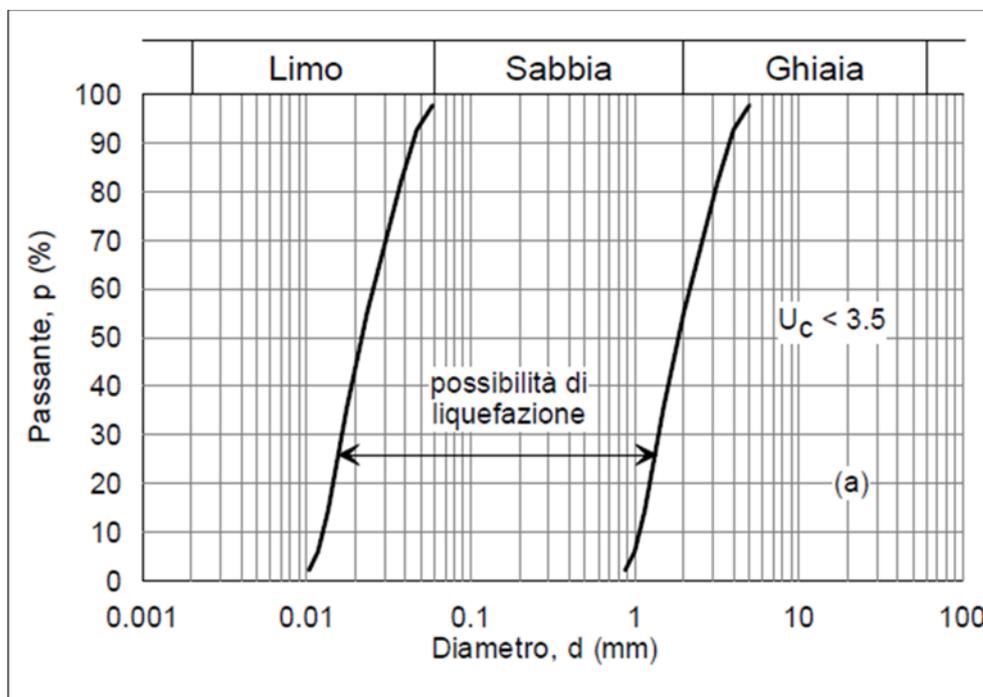


Figura 34: Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.

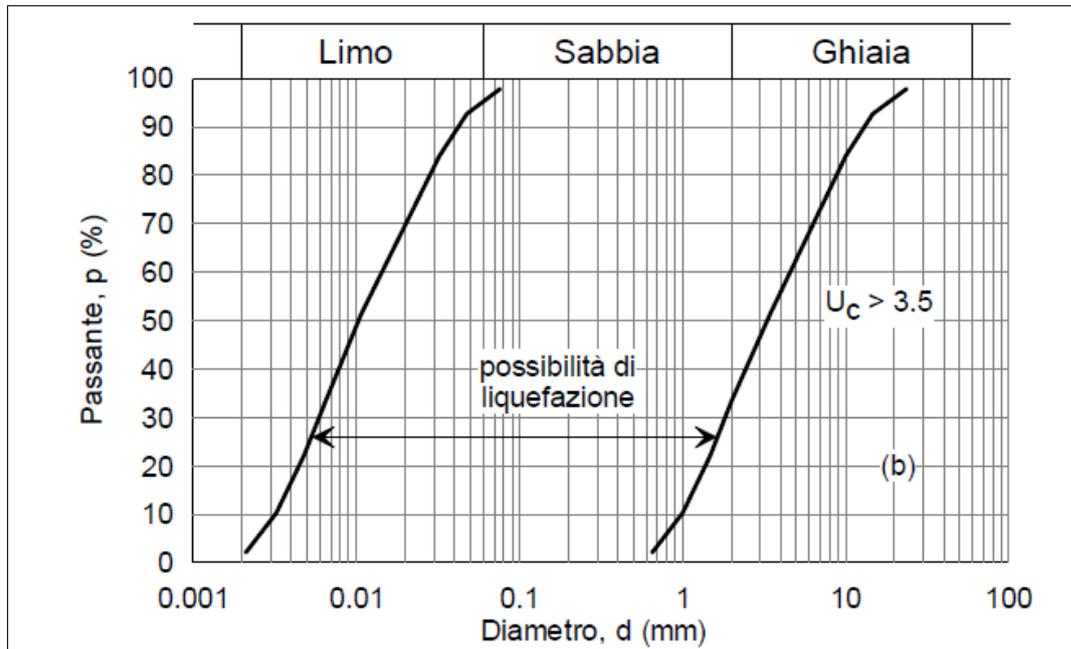


Figura 35: Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.

La verifica a liquefazione è stata omessa in quanto rispondente ai punti 1-2 richiesti dalla normativa vigente.

11 PARAMETRI GEOTECNICI MEDI

Si riportano in seguito la tabella riassuntiva dei parametri geotecnici medi utilizzati.

Suolo	Profondità [m]	γ [KN/m ³]	C' [Kpa]	ϕ' [°]	E [Mpa]
Ghiaia sabbie con ciottoli centimetrici in matrice sabbiosa grigia	0 m – 40 m	20	0	30-40	100-150

La soggiacenza della falda è variabile tra 30 e 36 m da p.c.

12 CONCLUSIONI

Sulla base di quanto esposto si conclude quanto segue:

- L'area d'interesse è caratterizzata dalla presenza di terreni a tessitura grossolana alluvionali, costituiti prevalentemente da ghiaie sabbiose, talora differenziati in lenti a debole coesione di modesta estensione laterale, legati allo smantellamento della cerchia morenica eporediese. Lo spessore di tali depositi è compreso tra i 55 e i 60 m.
- Il paleosuolo di questi depositi fluvio-glaciali è caratterizzato dalla presenza superficiale di un debole strato d'alterazione bruno-giallastro che in superficie, per la profondità di alcuni decimetri, è stato profondamente modificato nella composizione e nelle caratteristiche fisico-chimiche dalle colture agrarie.
- Nell'area non sono presenti corsi d'acqua naturali di grosse dimensioni, ma è piuttosto caratterizzata, a causa dell'uso agricolo del suolo, da una fitta rete di canali irrigui dei quali il più importante è il Navilotto (poco a est rispetto all'area d'interesse).
- L'area in studio si differenzia per la scarsità di livelli fini interposti e per la maggior profondità della falda superficiale rispetto all'assetto generale della pianura Biellese-Vercellese-Novarese.
- Nel 2022 è stata effettuata una campagna di indagine al fine della caratterizzazione geologica e geotecnica, composta dalle seguenti indagini:
 - n.1 sondaggio a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT in foro spinto fino a -40 m da p.c. attuale (ZC1)
 - n.2 sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT in foro spinti fino a -20 m da p.c. attuale (ZC2 e ZC3)
- Per la definizione dal punto di vista sismico dell'area oggetto di studio, vista l'omogeneità dei depositi presenti sono state prese di riferimento n.2 indagini sismiche MASW eseguite nel 2021 per un termovalorizzatore in un'area che dista circa 450 metri.
- Tramite queste indagini il suolo è classificato di **tipo B**
- Per quanto riguarda la classificazione sismica per il territorio di Cavaglià, 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, il comune di Cavaglià è classificato in **sottozona sismica 4**
- I terreni non sono liquefacibili
- L'area non risulta interessata da rischi di esondabilità

- Vista la natura granulare/grossolana dei terreni in sito si ritiene si possa dare corso alla progettazione di fondazioni dirette.

ALLEGATO – CAMPAGNA D'INDAGINE 2022

3BA Ingegneria Integrata		Località:		SONDAGGIO					
INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE		Comune di Cavaglià – Loc. Gerbido Via Bertone		N° ZC1					
		Coordinate: Lat: 45.394108° Long: 8.119497°		Piano campagna: 226 mt					
				DATA 30/05/2022					
Litologia	Profondità (mt.)	Spessore strati (mt.)	PZ	Falda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.			NOTE
								mt.	
		1.00			Riparto con presenza di argilla e ghiaia				
	-1.50	1.00			Ghiaia con sabbia	R		-3.00	
	-3.00	2.00			Ghiaia in matrice fine				
	-5.00					12	15	21	-6.00
	-8.00	4.00			Ghiaia e ciottoli con fiavelli fini				
	-8.50					R			-9.00
	-11.50	5.00			Ghiaia e ciottoli con sabbia	21	29	34	-12.00
	-14.50					17	32	28	-15.00
						19	32	36	-18.00
		11.00			Ghiaia e ciottoli con rara sabbia	25	33	38	-21.00
						R			-24.00
	-21.50					14	24	29	-27.00
						34	46	41	-30.00
		14.00			Ghiaia con ciottoli e sabbia	34	33	45	-33.00
				-34.50		28	36	38	-36.00
						28	35	41	-39.00
	-48.00								

CAMPIONE: ■ Rimaneggiato ● Indisturbato		CASSETTE CATALOGATRICI	LIVELLO FALDA			
			DATA	Prof. foro	Prof. riv.	Uvello acqua

 3BA ingegneria integrata INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE				Località:		SONDAGGIO N° ZC2																								
				Comune di Cavaglià – Loc. Gerbido Via Bertone																										
				Coordinate: Lat: 45.385264° Long: 8.119629°		Piano campagna: 227 mt		DATA 03/06/2022																						
Litologie	Profondità (mt.)	Spessore strati (mt.)	PZ	Falda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.			NOTE																					
								mt.																						
	-1.50	6.50			Ghiala e ciottoli in matrice fine	R		-3.00																						
						36	R	-6.00																						
	-11.50	11.50			Ghiala e ciottoli con sabbia	38	40	R	-9.00																					
						40	R	-12.00																						
	-18.00	2.00			Ghiala e rari ciottoli con sabbia	R		-15.00																						
	-21.00					30	33	32		-18.00																				
CAMPIONE: ■ Rimaneggiato ● Indisturbato						CASSETTE CATALOGATRICI			LIVELLO FALDA																					
									<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DATA</th> <th>Prof. foro</th> <th>Prof. rlv.</th> <th>Livello acqua</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		DATA	Prof. foro	Prof. rlv.	Livello acqua																
DATA	Prof. foro	Prof. rlv.	Livello acqua																											

 <p>3BA Ingegneria Integrata</p> <p>INDAGINI GEONOSTICHE E GEOTECNICHE</p>				Località:			SONDAGGIO			
				Comune di Cavaglià – Loc. Gerbido Via Bertone			N° ZC3			
				Coordinate: Lat: 45.385780° Long: 8.120480°		Piano campagna: 226 mt		DATA 06/06/2022		
Litologia	Profondità (mt.)	Spessore strati (mt.)	PZ	Falda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.			NOTE	
								mt.		
	-7.50	7.50			Ghiala e ciottoli in matrice fine	22	25	26	-3.00	
						31	38	36	-6.00	
	R			-9.00						
	29	38	R	-12.00						
-17.00	10.00				Ghiala e ciottoli con sabbia	40	38	36	-15.00	
						37	40	36	-18.00	
-33.00	2.50				Ghiala e rari ciottoli con sabbia					

CAMPIONE: ■ Rimaneggiato ● Indisturbato		CASSETTE CATALOGATRICI	LIVELLO FALDA			
			DATA	Prof. foro	Prof. rlv.	Livello acqua