

Committente:

La Pineta Srl
Saronno (Va) via Parini 19/a

Progetto:

"PIANO ATTUATIVO AS8 IN VARIANTE AL PGT"
VIA GIOVIO – VIA PETRARCA
COMUNE DI CADORAGO (CO)
FOGLIO 9 MAPP.3633 - 4884

Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA
DI COMPATIBILITA'

Redattore:

DOTT. GEOL. SESANA STEFANO



N.°	Data	Rev.	Riferimento
00	23/07/2024	PRIMA EMISSIONE	R.Geo
01			
02			
03			

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. Fattibilità geologica	4
1.2. Carta di sintesi	5
1.3. Carta dei vincoli di carattere geologico	6
1.4. Pericolosità Sismica Locale	7
1.5. Descrizione degli interventi	8
2. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO	9
2.1. Inquadramento geografico geomorfologico	9
2.2. Caratteri geologici dell'area	9
2.3. Caratteri idrogeologici dell'area	10
2.4. Inquadramento idrografico	10
3. UNITÀ LITOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO	11
3.1. Indagini - Criteri e modalità esecutive	11
3.2. Prove penetrometriche dinamiche	11
3.3. Risultati dell'indagine - Unità litotecniche	11
4. PERMEABILITÀ DEL SOTTOSUOLO	13
4.1. Modalità esecutive	13
4.2. Valori di permeabilità	13
5. PROBLEMATICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE	14
5.1. Problematiche di carattere geotecnico	14
6. PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	15
6.1. Condizioni Litologiche	15
6.2. Condizioni Topografiche	16
6.3. Stima della pericolosità sismica	16
6.4. Valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti della liquefazione	19
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	20

1. PREMESSA

Su incarico della La Pineta Srl è stata redatta la presente relazione geologica a supporto del seguente progetto: "PIANO ATTUATIVO AS8 IN VARIANTE AL PGT" in via Giovio – via Petrarca Comune di Cadorago (CO).



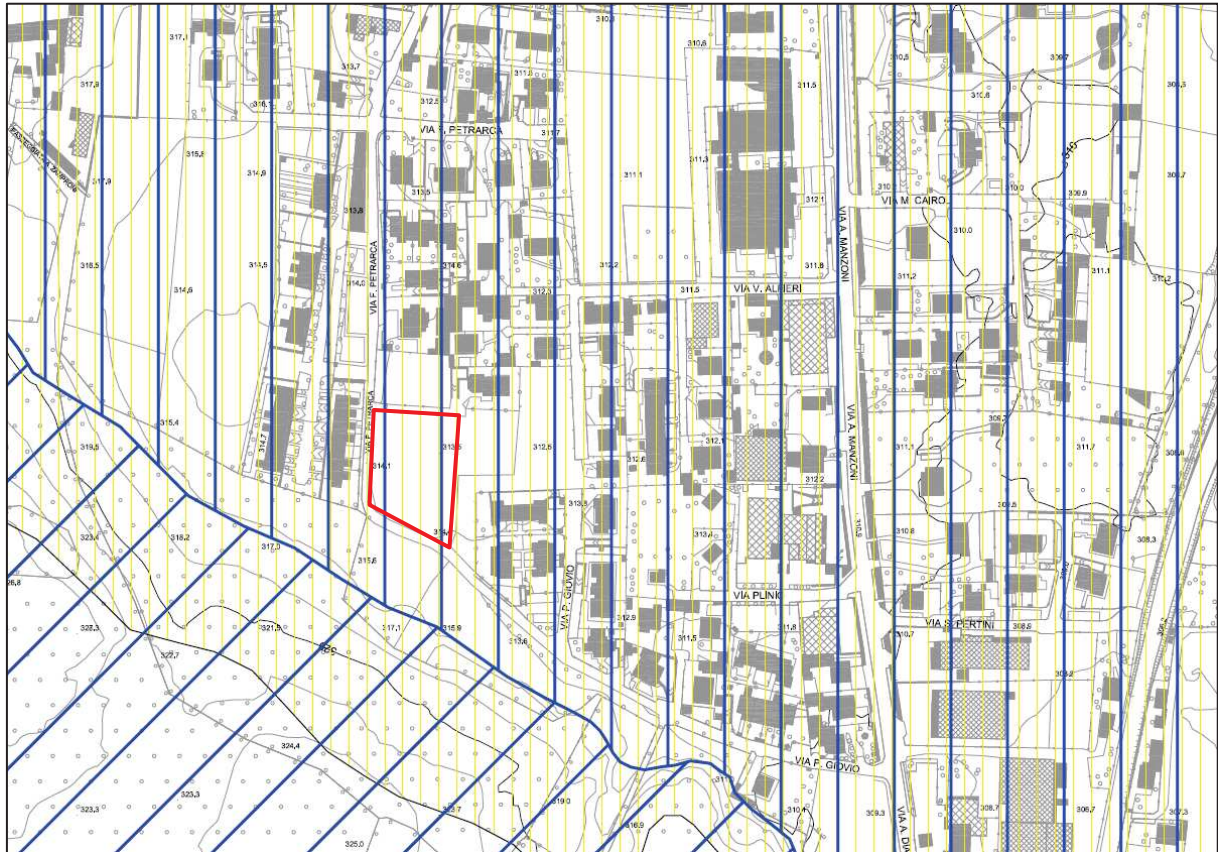
Figura 1: area oggetto d'intervento

Il presente elaborato è stato redatto secondo i seguenti riferimenti normativi:

- D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2016;

1.1. Fattibilità geologica

Sulla base delle informazioni desunte dallo Studio Geologico Comunale, parte integrante del P.G.T, l'ambito d'interesse è stato inserito in **Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni.**

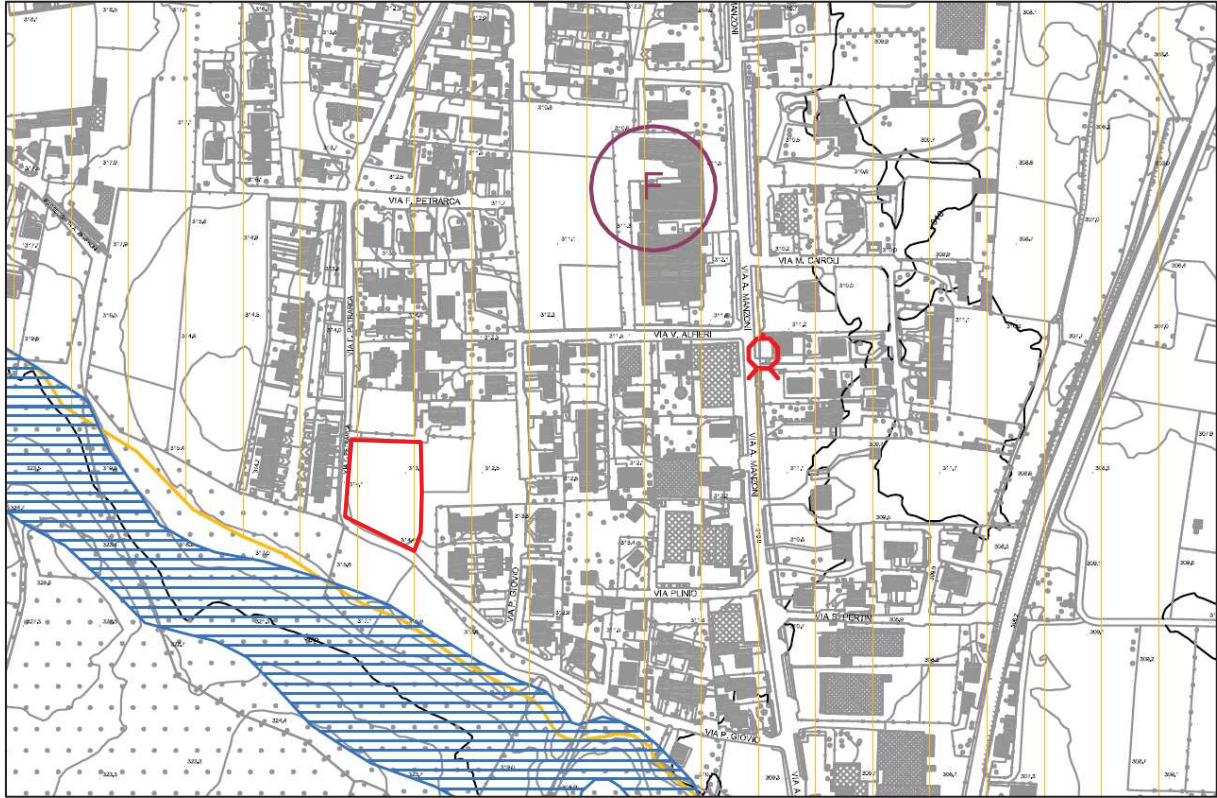


CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA	
	Classe di fattibilità 1 (senza particolari limitazioni)
	Classe di fattibilità 2 (con modeste limitazioni)
	Classe di fattibilità 3 (con consistenti limitazioni) 3a) Aree a pericolosità potenziale su pendii ad acclività superiore al 15° 3b) Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso potabile 3c) Aree soggette a ristagno idrico e/o torbose e paludose 3d) Aree estrattive dismesse 3e) Aree interessate da accumuli di materiali di riporto
	Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

Figura 2 : stralcio della fattibilità geologica

1.2. Carta di sintesi

La carta di sintesi rappresenta le zone omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera. Come si evince dallo stralcio riportato di seguito, l'area in esame ricade tra le aree con coltri a bassa consistenza di spessore localmente superiore a 3 m.



LEGENDA

— confine comunale

Elementi relativi alla stabilità del versanti

Area a franosità superficiale attiva diffusa

Area esposta a rischio di frana

Area a pericolosità potenziale legata alla possibile mobilizzazione di depositi sciolti (pendenza > 15°)

Area con acclività compresa tra 5° e 15°

Elementi Idrogeologici ed Idraulici

Corso d'acqua

Specchio lacustre

Area Interessata da solchi di erosione concentrata

Area di pertinenza idraulica e/o potenzialmente inondabile

Area ad elevata vulnerabilità della falda

Pozzo privato

Pozzo pubblico

Elementi di carattere geotecnico

Area soggetta a ristagno idrico e/o torbosa e paludosa

Area con accumuli di materiale di riporto

Area con coltri a bassa consistenza di spessore localmente superiore a 3 m

Elementi antropici

Area estrattiva dismessa

Indagini geognostiche

Gruppi di prove SCPT e/o sondaggi geognostici (con lettera di identificazione)

Figura 3: stralcio della carta di sintesi

1.3. Carta dei vincoli di carattere geologico

L'area in oggetto non è interessata da alcun vincolo di carattere geologico o idrogeologico.

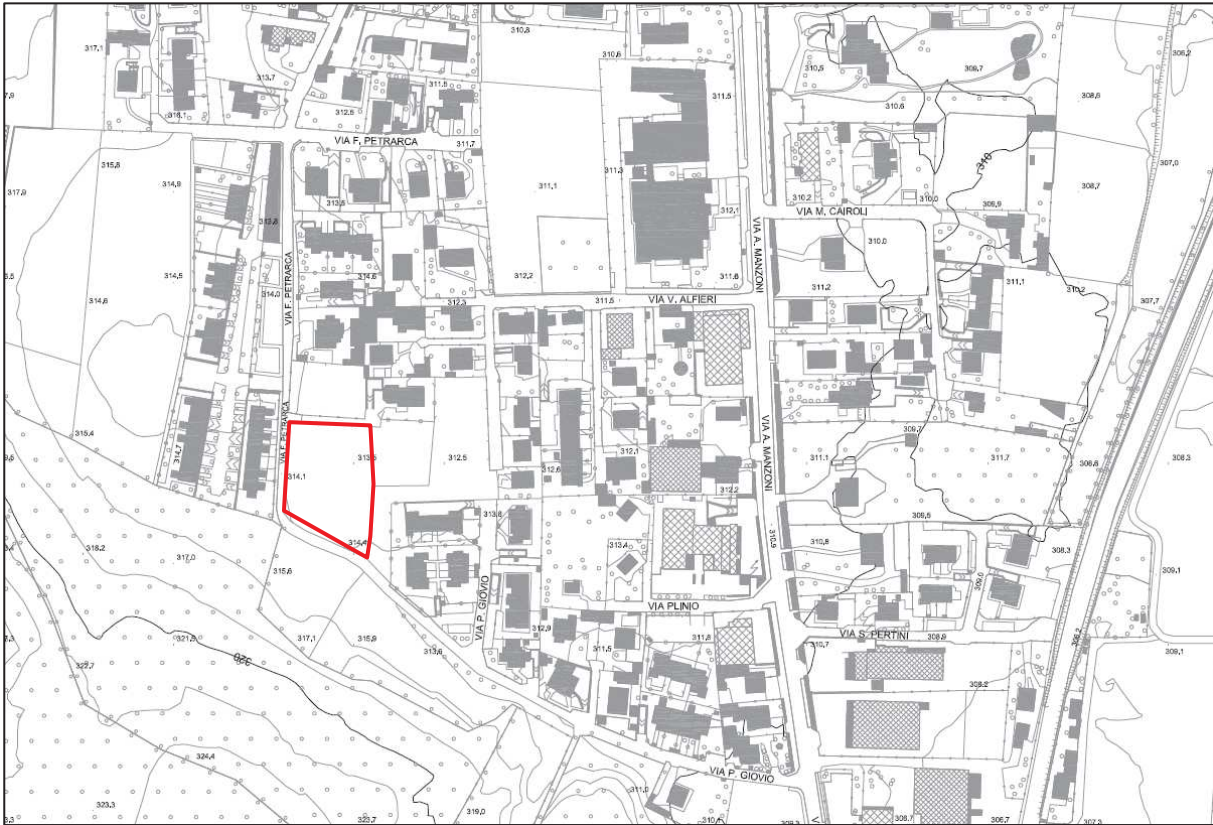


Figura 4: stralcio della carta dei vincoli (da Componente Geologica del PGT)

1.4. Pericolosità Sismica Locale

La figura seguente riporta uno stralcio della carta di pericolosità sismica locale allegata al PGT.

L'area ricade all'interno di uno scenario di tipo "**Z4a**": Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

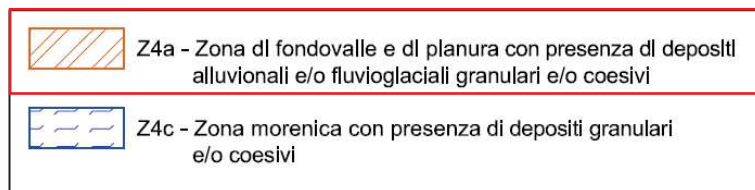
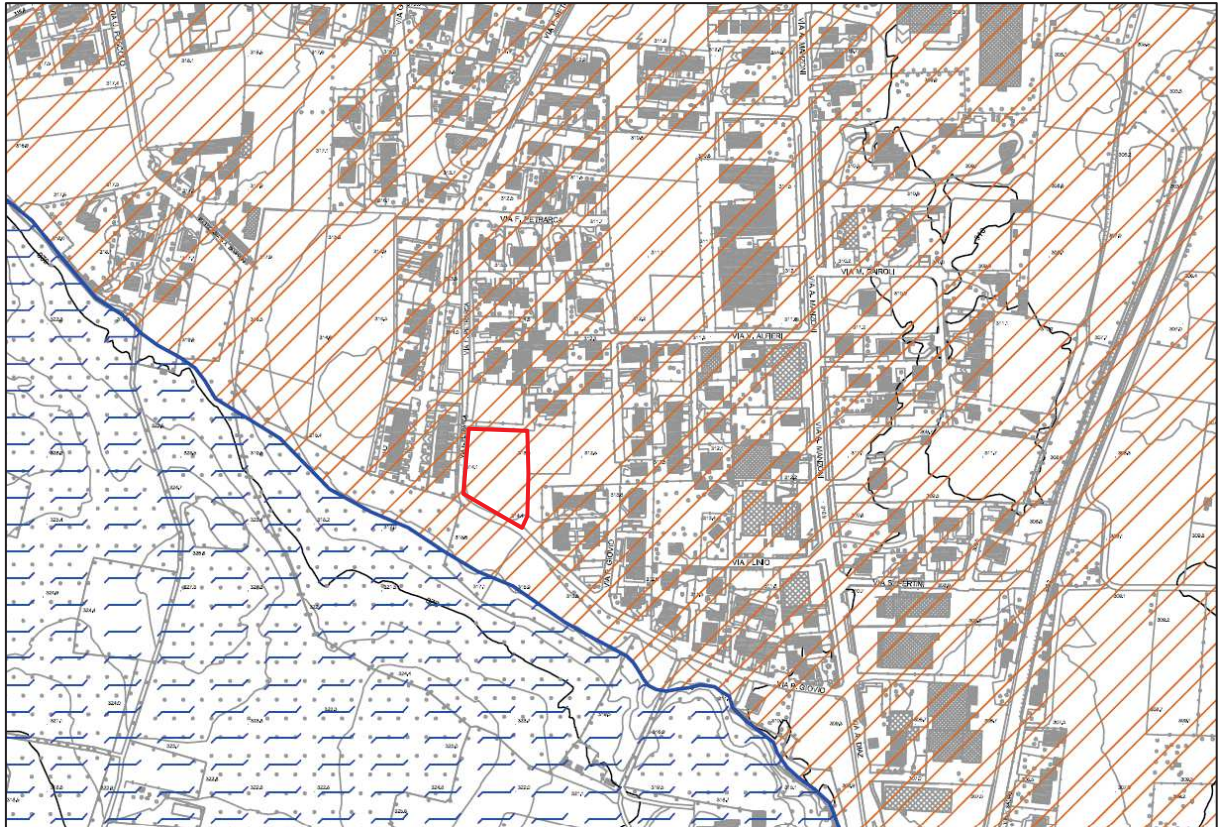


Figura 5: stralcio della carta della pericolosità sismica (da Componente Geologica del PGT)

Il territorio comunale di Cadorago è stato classificato in **Zona Sismica 4**.

1.5. Descrizione degli interventi

L'intervento in progetto consiste nella realizzazione di N.2 unità abitative residenziali dotate di interrato e relative opere di urbanizzazione.

Di seguito è riportato uno stralcio dell'elaborato di progetto a cui si rimanda per ulteriori dettagli.



Figura 6: stralcio da un elaborato di progetto

2. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

2.1. Inquadramento geografico geomorfologico

L'ambito in esame si colloca nella porzione meridionale del territorio Comunale di Cadorago (CO) ad una quota di circa 314 m s.l.m., stabile senza alcuna evidenza di fenomeni morfologici attivi o quiescenti.

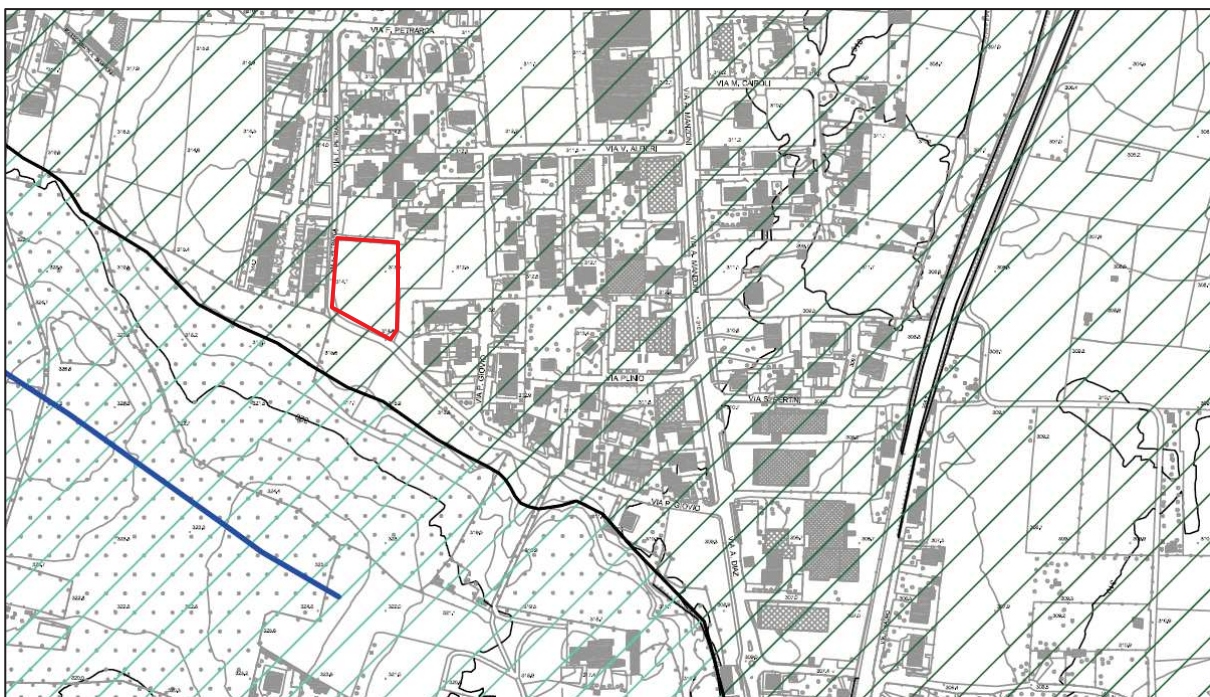
L'area si presenta completamente pianeggiante, essa infatti è ubicata all'interno dei depositi fluvioglaciali rissiani che si sviluppano attorno ai rilievi collinari di natura morenica e di età sempre rissiana: I cordoni morenici risalenti a questa glaciazione appaiono intensamente modificati e la loro continuità è spesso interrotta dall'erosione imposta dall'attività fluvioglaciale e fluviale.

2.2. Caratteri geologici dell'area

Nel sito di intervento affiorano depositi di origine fluvioglaciale, riferiti alla glaciazione rissiana (secondo la nomenclatura tradizionale), la cui genesi è riconducibile all'azione delle acque di fusione glaciale.

Da un punto di vista litologico, tali depositi sono costituiti da ghiaie e sabbie con percentuale variabile, ma in generale modesta, di matrice limosa, e presentano una coltre d'alterazione superficiale argillosa pari a 4-5 m, di colore rossastro, dovuta alla ferrettizzazione tipica delle fasi glaciali più antiche. Questi depositi danno luogo alle aree pianeggianti di raccordo tra i rilievi di origine morenica.

Nello specifico l'area in oggetto è ubicata in corrispondenza dei depositi di contatto morenico appartenenti **all'Unità di Cadorago**: si tratta di ghiaie medio fini a supporto di matrice, diamicton massivi a supporto di matrice e ghiaie medio grossolane massive a supporto sia di matrice sia clastico, sabbie medio fini massive con clasti (depositi fluvioglaciali).



	Unità di Cadorago (BEE) Ghiaie medio fini a supporto di matrice; diamicton massivi a supporto di matrice; dep. di contatto glaciale; ghiale medio grossolane massive a supporto sia di matrice sia clastico; sabbie medio fini massive con clasti; dep. fluvioglaciali		Orlo di terrazzo morfologico stabile
	Unità di Guanzate (BEZ) Diamicton massivi a supporto di matrice; dep. glaciali; ghiale massive a supporto di matrice; dep. fluvioglaciali		Asse di cordone morenico
			Orlo di scarpata
			Erosione spondale

Figura 7: stralcio della carta geologica (da Componente Geologica del PGT)

2.3. Caratteri idrogeologici dell'area

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico dell'area in esame, ricostruito sulla base delle stratigrafie dei pozzi ubicati nelle immediate vicinanze, si evidenzia la presenza di una falda freatica con direzione di flusso NW-SE posta all'interno dei depositi ghiaioso-conglomeratici riferibili al Ceppo, con soggiacenza di circa 70 m rispetto al piano campagna. La piezometria della falda è compresa tra i 230 e i 240 m s.l.m.

Data la natura dei terreni presenti, non si può escludere la presenza nell'area di falde sospese a bassa soggiacenza, legate a variazioni locali della permeabilità dei terreni (presenza di maggior percentuale di fine) e/o di lenti leggermente cementate. Le indagini eseguite non hanno evidenziato la presenza di falde superficiali.

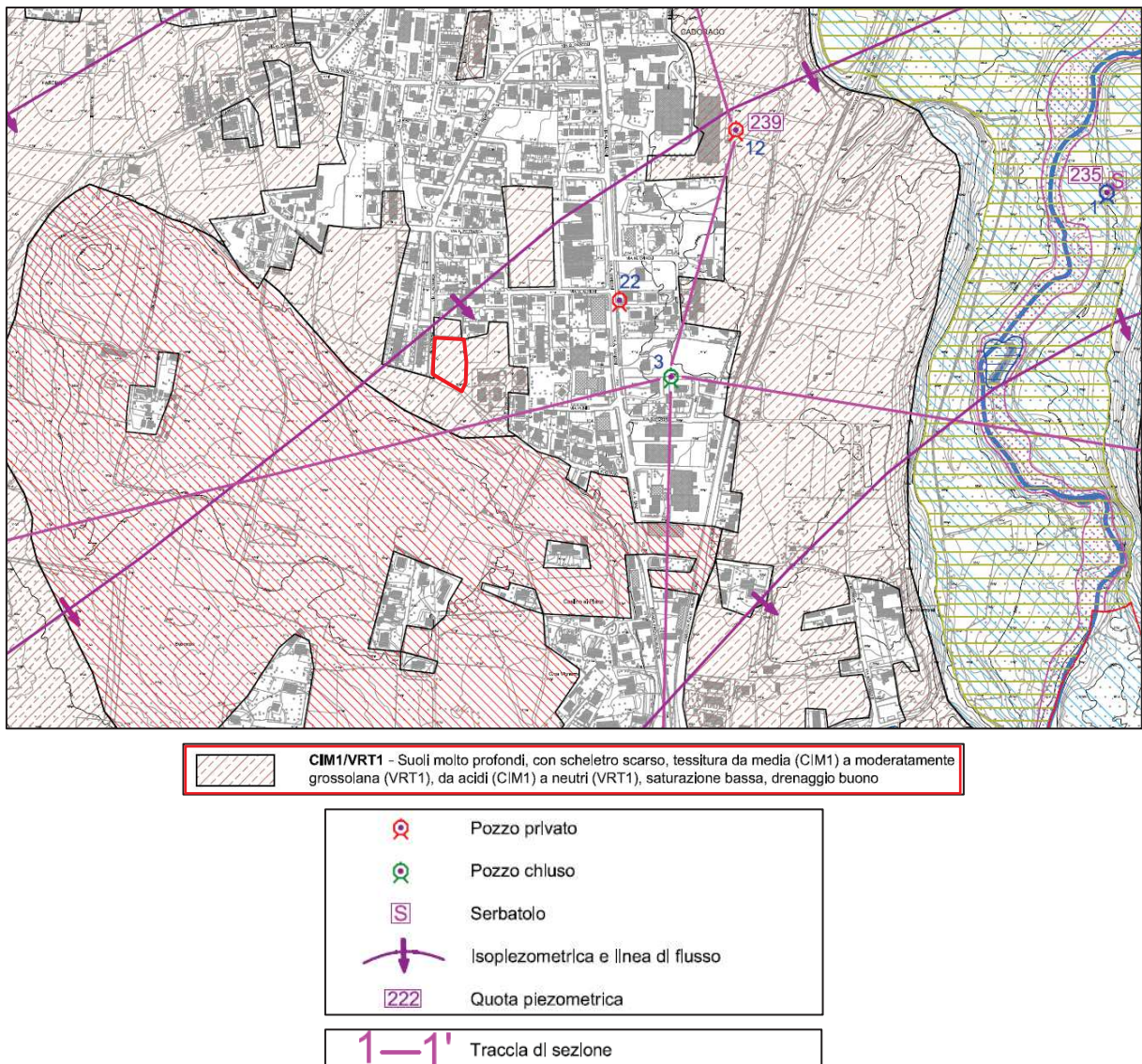


Figura 8: stralcio della carta idrogeologica (da Componente Geologica del PGT)

2.4. Inquadramento idrografico

Nell'intorno dell'area non sono presenti corpi idrici d'interesse. Si segnala la presenza del Torrente Lura che attraversa il territorio comunale con andamento circa N-S e scorre ad una distanza di almeno 600 m ad est dall'area in esame.

3. UNITÀ LITOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

3.1. Indagini - Criteri e modalità esecutive

Per una prima caratterizzazione sito specifica dell'area, l'identificazione delle unità litotecniche del sottosuolo e successivamente per la definizione della parametrizzazione geotecnica del terreno, sono stati consultati i risultati di una precedente campagna di indagine eseguita dallo scrivente nel terreno posto immediatamente a est dell'area in oggetto, consistita in **n.5 prove penetrometriche dinamiche (DPSH)**.

3.2. Prove penetrometriche dinamiche

Le prove penetrometriche sono state eseguite secondo i criteri standardizzati normalmente in uso, impiegando un penetrometro semovente superpesante (DPSH) tipo "Meardi AGI", avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Peso del maglio: 73 kg
- Altezza di caduta: 75 cm
- Diametro della punta: 51 mm
- Conicità della Punta: 60°

La massima profondità investigata è di 7,2 m dal p.c.

Tutte le prove si sono interrotte per arresto all'avanzamento della punta (rifiuto), le profondità indagate sono comunque sufficienti ad acquisire i dati necessari alla risoluzione delle problematiche geotecniche inerenti all'intervento in esame.

La quota di inizio delle prove coincide con il piano campagna.

I diagrammi penetrometrici ottenuti sono riportati in allegato, i grafici delle prove indicano in ascissa il numero di colpi necessario per far avanzare la punta di 30 cm (N_{SCPT}), in ordinata invece la profondità di avanzamento della punta (m).

3.3. Risultati dell'indagine - Unità litotecniche

La caratterizzazione del sottosuolo viene effettuata mediante l'interpretazione dei diagrammi penetrometrici, alla luce della storia geologica che ha interessato l'area di indagine, nonché della composizione litologica del materiale, informazioni dedotte dalle fonti di seguito allegate:

- studio geologico Comunale;
- indagini eseguite;

Le informazioni litostratigrafiche derivanti dalle indagini geognostiche condotte hanno consentito il raggiungimento di una definizione del quadro litologico e litostratigrafico del primo sottosuolo dell'area di indagine. Le indagini hanno permesso di individuare **n.3 unità litotecniche**:

PRIMO STRATO $N_{SCPT} 2\div 3$

È il più superficiale, composto da terreno di coltura (humus) e dalla prima porzione di deposito fluvio-glaciale (limi sabbiosi con ghiaia e ciottoli completamente alterati). I valori di N_{SCPT} sono decisamente bassi, si tratta di un terreno sciolto e poco addensato, composto da frazioni fini, ricco di sostanze organiche soprattutto nei primi 1.5 - 2,0 m; con spessori variabili ma contenuti (da 1.2m in P1 a 2.1m in P4).

SECONDO STRATO N_{scPT} 3÷8

Si tratta di un orizzonte da sciolto a poco addensato, caratterizzato da una scarsa percentuale di materiale frizionale (sabbia e ghiaia). Si rinviene fino alla profondità di 6.9m con spessori di 4÷6m.

TERZO STRATO N_{scPT} > 20

Presenta una resistenza penetrometrica alta, valori propri di terreni coerenti, le cui caratteristiche geotecniche rientrano nelle categorie superiori, materiali consistenti all'interno del quale le prove si arrestano per rifiuto all'avanzamento.

Tale strato rappresenta un orizzonte ben definito alla base del secondo strato. Il repentino arresto delle prove non ha consentito di indagarne un elevato spessore, la continuità laterale dello stesso fa propendere per un livello di spessore comunque elevato.

	P1	P2	P3	P4	P5
0.3	10	3	4	4	6
0.6	3	3	2	2	2
0.9	1	2	2	2	2
1.2	2	3	1	1	2
1.5	9	2	2	2	4
1.8	6	4	1	2	4
2.1	8	3	3	2	3
2.4	6	3	6	5	5
2.7	5	7	3	5	5
3.0	4	4	2	7	12
3.3	11	6	6	9	4
3.6	4	6	4	6	3
3.9	5	7	2	3	4
4.2	3	3	5	4	4
4.5	4	6	2	3	4
4.8	5	5	7	5	3
5.1	7	100	4	3	8
5.4	16		3	3	4
5.7	16		5	5	5
6.0	100		5	6	3
6.3			100	4	3
6.6				21	5
6.9				100	6
7.2					100

Tabella 1- unità litotecniche

4. PERMEABILITÀ DEL SOTTOSUOLO

Il valore di permeabilità è stato desunto dalle prove infiltrometriche in pozzetto superficiale eseguite in un cantiere prossimo all'area in oggetto.

4.1. Modalità esecutive

La prova infiltrometrica può essere eseguita in due modi:

- a umidità naturale, quando serve a simulare il drenaggio del terreno in condizioni normali, cioè in assenza di saturazione, che potrebbe essere causata, ad esempio, dall'assenza di piogge prolungate.
- a umidità modificata, il terreno viene artificialmente portato il più vicino possibile alle condizioni di totale saturazione, per simulare le condizioni di drenaggio quando il terreno è già saturo, ad esempio dopo una lunga serie di giorni di pioggia o dopo una pioggia molto intensa. In questo caso è corretto interpretare i risultati in termini di permeabilità effettiva del terreno.

Nel caso in esame le prove sono state condotte a umidità naturale.

4.2. Valori di permeabilità

Si riassumono i valori di permeabilità ottenuti dalle prove infiltrometriche:

$$k_1 = 1.16 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$k_2 = 3.81 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$k_3 = 4.14 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

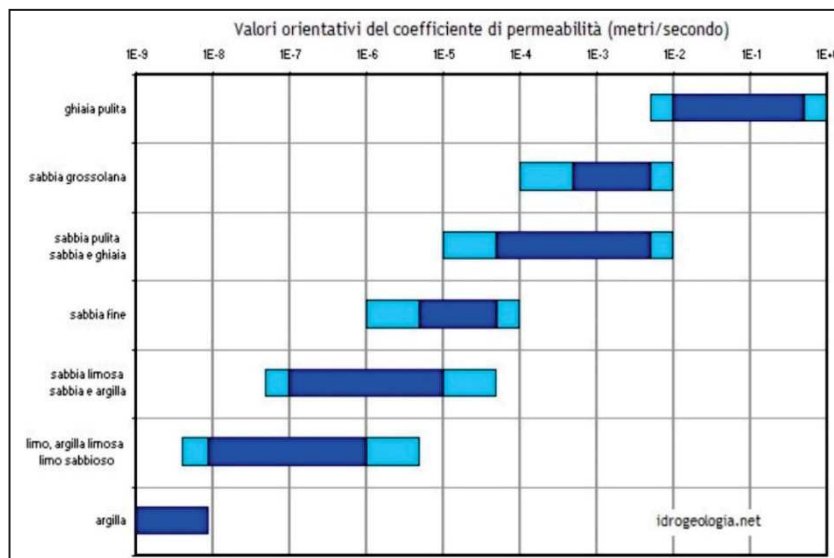


Figura 9 - Valori orientativi del coefficiente di permeabilità orizzontale in m/s per terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille

5. PROBLEMATICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

Alla luce della tipologia dell'intervento in oggetto, viste:

- le risultanze emerse dalle indagini;
- i caratteri geologici e geomorfologici dell'area e del suo intorno significativo;
- la classe di fattibilità geologica dell'area;

è possibile affermare che l'opera in oggetto è compatibile con il sito individuato per la realizzazione.

Le problematiche che interessano l'intervento sono quindi riconducibili:

1. problematiche di carattere geotecnico (identificazione della più idonea tipologia fondazionale, dimensionamento fondazionale).

5.1. Problematiche di carattere geotecnico

Le problematiche geotecniche sono riconducibili alle scarse proprietà meccaniche del primo strato. Le fondazioni dovranno essere dimensionate per tenere in considerazione tale criticità, andranno trasferite al suolo pressioni modeste al fine di contenere il più possibile i cedimenti.

In fase esecutiva, è necessario verificare i seguenti fattori:

- presenza di sottoservizi sotto l'impronta delle fondazioni;
- in caso di presenza di reti idriche e fognarie verificare l'esistenza di possibili inconvenienti derivanti da immissioni o perdite nel sottosuolo;
- presenza di manufatti interrati.

6. PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

6.1. Condizioni Litologiche

Per le condizioni litologiche andrà attribuita una specifica categoria di suolo (previa esecuzione di specifiche indagini), tra quelle definite dalla tabella 3.2.II delle NTC 2018 ripresa di seguito, sulla base del profilo di Vs.

I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

h_i = spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II. Dalle indagini condotte presso un'area prossima a quella in oggetto, è emersa una categoria di terreno tipo **"B"** con **Vs 30 pari a 540 m/s.**

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	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.
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.
C	Depositati 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.
D	Depositati 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.
E	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.

Tabella 2: Tabella delle categorie di suolo

6.2. Condizioni Topografiche

Per condizioni topografiche invece se ci si trova davanti a condizioni complesse sarà necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni semplici si può adottare seguente la classificazione riportata in tabella 3.2.III – NTC 2018.

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30m.

Nel caso in esame le inclinazioni medie sono inferiori ai 15°, la categoria di appartenenza è la "T1".

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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 $i > 30^\circ$

Tabella 3: Tabella delle categorie topografiche

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.V, in funzione delle categorie topografiche definite in precedenza oltre naturalmente all'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tabella 4: Tabella dei valori massimi di S_T

6.3. Stima della pericolosità sismica

Il primo passo consiste nella determinazione di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido).

Per tale determinazione è necessario conoscere le coordinate geografiche dell'opera da verificare.

Si determina quindi la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto.

La vita nominale " V_N " di un'opera strutturale (NTC) è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella **Tabella 5** (Tab. 2.4.I delle NTC 18) e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Nel caso in esame trattandosi di un'opera ordinaria la V_N sarà 50 anni:

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 5

CLASSI D'USO (§ 2.4.2 NTC 18)

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Nel caso in esame ricade in classe II, costruzioni il cui uso preveda grandi affollamenti ($C_U = 1,0$):

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in *Tabella 6* (Tab. 2.4.II. delle NTC 18).

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 6

PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA (§2.4.3 NTC 18)

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U (se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni):

$$V_R = V_N \times C_U = 50$$

Dopo aver raccolto tutti i dati (fattore di struttura etc.) ed aver determinato la categoria di sottosuolo, si potrà procedere con il calcolo dell'azione sismica e la determinazione dei seguenti parametri sismici: K_h , K_v e A_{max} , in funzione dello stato limite di riferimento.

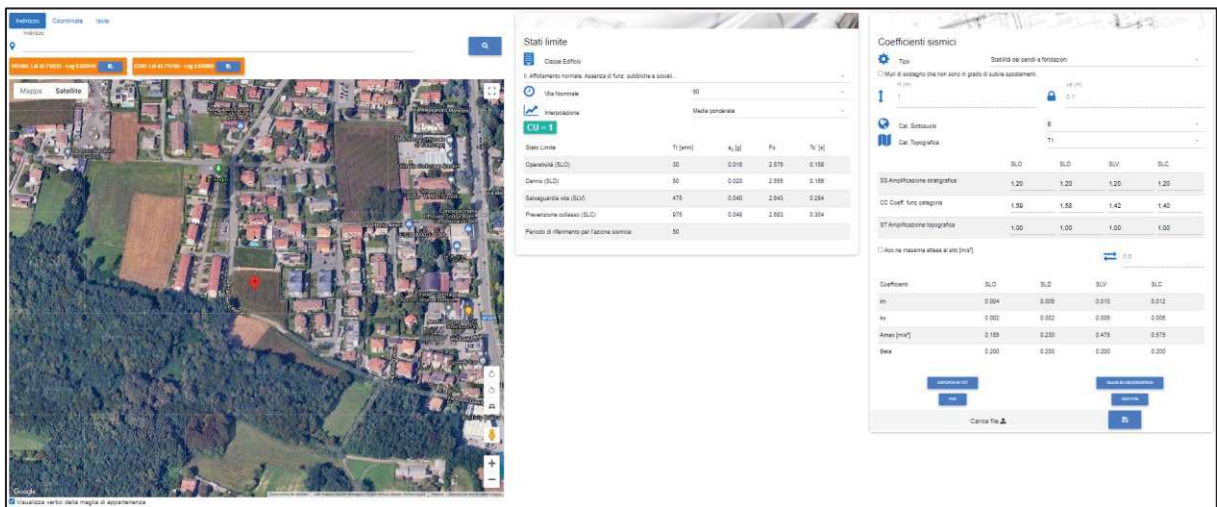


Figura 10 - parametri sismici (www.qeostru.com)

6.4. Valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti della liquefazione

Il § 7.11.3.4.1 delle NTC 18 “Generalità” si afferma che:

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

Al § 7.11.3.4.2 vengono indicate le condizioni per il quale, al verificarsi di almeno una di queste, può essere omessa la verifica a liquefazione:

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 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

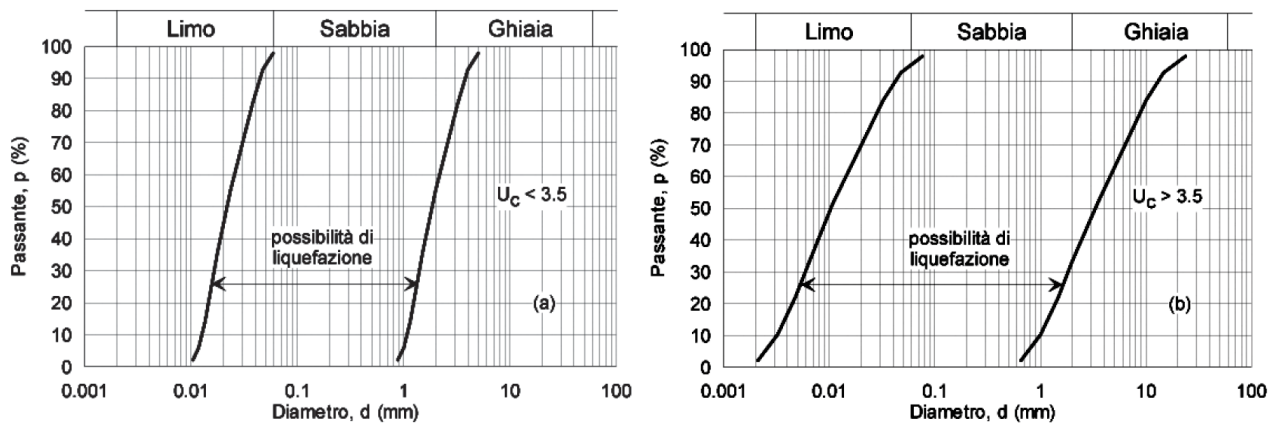


Figura 11: fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione (figura 7.11.1 NTC 2018)

Quando la condizione 1 non risulta soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Visto il verificarsi delle seguenti condizioni:

- l'accelerazione orizzontale massima $a_g < 0,1$;

È possibile affermare che non sussistono le condizioni di suscettibilità alla liquefazione.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area oggetto di studio si colloca in via Giovio – via Petrarca nel Comune di Cadorago (CO), in un contesto morfologico pianeggiante completamente stabile, ad una quota di 314 m s.l.m.

La struttura geologica è caratterizzata dalla presenza di depositi quaternari, di origine continentale, legati unicamente all'attività glaciale. Nello specifico l'area in oggetto è ubicata in corrispondenza dei depositi di contatto morenico appartenenti **all'Unità di Cadorago**: si tratta di ghiaie medio fini a supporto di matrice, diamicton massivi a supporto di matrice e ghiaie medio grossolane massive a supporto sia di matrice sia clastico, sabbie medio fini massive con clasti.

L'intervento in progetto è compatibile con le limitazioni previste dalla classe di fattibilità geologica indicata dallo studio geologico comunale di supporto allo strumento urbanistico vigente.

Caratteri Sismici del sito:

- con Delibera di Giunta Regionale dell'11 luglio 2014 - n. X/2129, la Regione Lombardia ha provveduto all'aggiornamento delle zone sismiche. **Per il Comune di Cadorago è stata confermata la Zona Sismica 4;**
- lo scenario di pericolosità sismica locale attribuito in sede di PGT è **"Z4a"**;
- l'approfondimento condotto in un cantiere prossimo all'area in oggetto, ha consentito di attribuire la **categoria di suolo "B"**;
- mentre la **categoria topografica è la T1.**

Le problematiche geotecniche sono riconducibili alle scarse proprietà meccaniche del primo e, in parte del secondo orizzonte. Le fondazioni dovranno essere dimensionate per tenere in considerazione tale criticità, andranno trasferite al suolo pressioni modeste al fine di contenere il più possibile i cedimenti.



Dr. Geol. Stefano Sesana