COMUNE DI ARZIGNANO

Provincia di Vicenza

REALIZZAZIONE DI NUOVI EDIFICI RESIDENZIALI IN VIA STADIO E VIA B. MENEGHINI IN COMUNE DI ARZIGNANO (VI)

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA

DATA:

Marzo 2021

Committente:

Costruzioni Dalla Verde SpA
Via Ghiotto, 2
36075 Montecchio Maggiore (VI)

Il relatore:

DOTT. GEOL. GIUSEPPE FRANCO DARTENI

Commessa G_028/21_n.t.

GIARA ENGINEERING SRL Via Puccini 10 - 36100 Vicenza
Telefono 0444960757 Fax 0444961408
e-mail: giaraeng@gmail.com pec: giaraeng@pec.it
P.IVA e C.F. 00900800244 – REA di Vicenza 212070
Cap. Sociale € 10.400 – Polizza Ass. UnipolSai 1/1924/122/48609441

LIMITAZIONI DI RESPONSABILITA'

La presente relazione si basa sull'applicazione di conoscenze e leggi scientifiche riconosciute a livello nazionale e internazionale, ma anche su calcoli e valutazioni professionali in merito a eventi e/o fenomeni suscettibili a interpretazione.

Le stime e le considerazioni espresse al suo interno sono basate su informazioni e dati acquisiti, o comunque disponibili, al momento dell'indagine e sono strettamente condizionate dai limiti imposti dalla tipologia e dalla consistenza dei dati utilizzabili, dalle risorse fruibili per la fattispecie, nonché dal programma di lavoro concordato con il Committente.

Questo elaborato si basa inoltre sulla conoscenza professionale degli attuali standard, codici, tecnologie e legislazione della Comunità Europea.

Modifiche e aggiornamenti di quanto sopra citato potrebbero rendere inappropriate o scorrette le definizioni, le prescrizioni, le raccomandazioni e le indicazioni inserite nel testo.

Le conclusioni, le prescrizioni costruttive e i suggerimenti operativi contenuti nel presente elaborato vanno intesi come proposte di intervento e non come azioni vincolanti, salvo ciò non sia specificatamente indicato.

Giara Engineering non intende, inoltre, fornire alcuna garanzia, espressa o implicita, utilizzabile per qualsiasi finalità, relativa allo stato di qualità ambientale di settori di territorio non indagati e, più in generale, al valore commerciale del sito in esame.

Si tiene a precisare inoltre che le valutazioni contenute in questa relazione sono state elaborate da tecnici e pertanto rivestono un carattere esclusivamente tecnico, non costituendo in alcun modo parere legale.

Gli Autori rispondono unicamente alla Committenza circa la corrispondenza del rapporto emesso in ordine agli obiettivi delle ricerche definite nell'ambito dell'incarico e non possono farsi carico di responsabilità per danni, rivendicazioni, perdite, azioni o spese, qualora subite anche da terzi, come risultato di decisioni prese o azioni condotte e basate sul rapporto stesso.

INDICE

1 PREMESSA 3
2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA 3
3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA 4
4 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO 6
5 INQUADRAMENTO URBANISTICO E VINCOLISTICO 6
6 METODOLOGIE D'INDAGINE 8
7 SUDDIVISIONE STRATIGRAFICA DEI TERRENI 16
8 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI (ANALISI STATISTICA) 19
9 TERRENI DI FONDAZIONE E PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE 21
10 INQUADRAMENTO SISMICO 25

1 PREMESSA

Per conto di ***Costruzioni Dalla Verde SpA***, questo studio ha redatto la presente relazione geologica – geotecnica sui terreni interessati dal progetto di realizzazione di nuovi edifici residenziali in Via Stadio ed in Via B. Meneghini in comune di Arzignano (VI).

Il piano di indagine finalizzato alla caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni presenti nel lotto in esame, ha previsto l'esecuzione da parte del Laboratorio Giara Engineering srl di Vicenza delle seguenti indagini geognostiche:

- ***n. 4 Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti (DPSH)***

Tipo di prova	Prova n.	Profondità [m da p.c.]	Quota falda [m da p.c.]
DPSH	1	7.6	+/- 7.0 m*
DPSH	2	4.4	n.r.*
DPSH	3	6.0	n.r.*
DPSH	4	6.8	n.r.*
Note: * misura eseguita all'interno del foro di prova alla conclusione dell'operazione di estrazione delle aste			

- ***n. 6 Trincee esplorative*** **(T)** mediante escavatore meccanico

Tipo di prova	Prova n.	Profondità [m da p.a.]	Quota falda [m da p.a.]
T	1	2.0	n.r.
T	2	2.0	n.r.
T	3	2.0	n.r.
T	4	2.0	n.r.
T	5	2.0	n.r.
T	6	2.0	n.r.

- ***n. 1 Rilievo Sismico*** con tecnica di sismica passiva, eseguiti mediante tromografo digitale (Tromino), per la caratterizzazione sismica dei terreni ai sensi della normativa tecnica (NTC 2018)

La presente relazione è uniformata ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" e contiene l'inquadramento geografico, geologico, idrogeologico, urbanistico/vincolistico e sismico dell'area di studio, la determinazione delle caratteristiche geotecniche e le prescrizioni costruttive per le opere in progetto.

Allegati fuori relazione:

- Certificati di prova n. 2621, 2622, 2623 e 2624 del 25 Febbraio 2021 del Laboratorio Indagini in Sito Giara Engineering srl.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

L'area di studio si colloca all'interno del fondovalle della Valle del Torrente Chiampo ad Ovest dell'abitato di Arzignano e a Sud-Est di quello di Chiampo, in sinistra idrografica del Torrente Chiampo, a una quota altimetrica di circa 124 m s.l.m.. Per maggiori dettagli si rimanda all'estratto non in scala della Carta Tecnica Regionale sezione 124080 *Chiampo* e alla vista da satellite dell'area di seguito riportati.

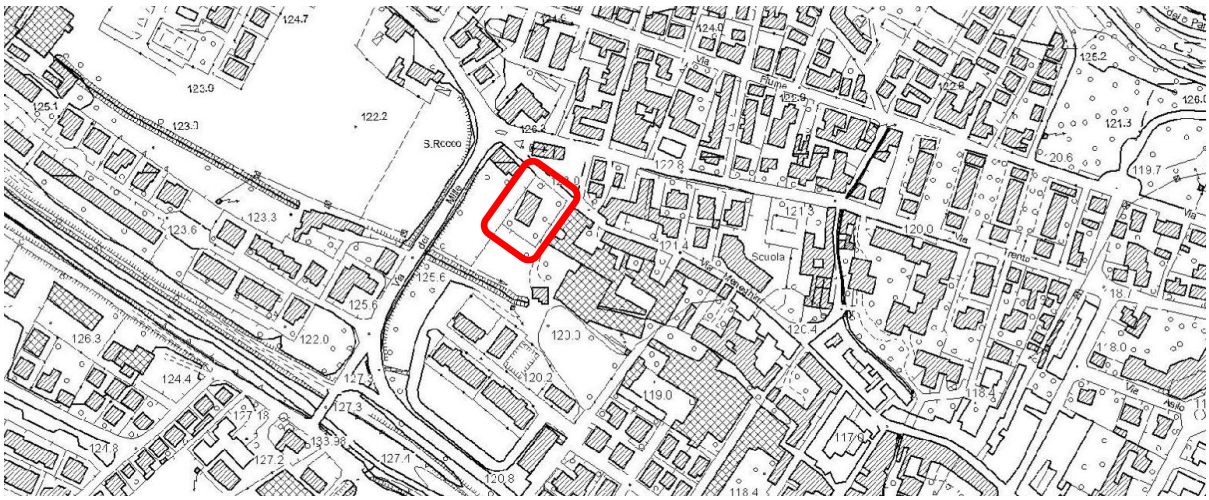


Figura 1 – Estratto non in scala della Carta Tecnica Regionale sezione 124080 *Chiampo*

Figura 2 – Ortofoto dell'area di interesse

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA

Dal punto di vista geologico l'area in esame si colloca sulla piana di espansione di fondovalle del Torrente Chiampo. Quest'ultimo, nelle ere geologiche passate ha infatti depositato una serie di depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi e ghiaiosi-sabbiosi con intercalazioni di livelli sabbiosi e sabbioso limosi durante il suo naturale percorso verso il mare. Tali depositi alluvionali grossolani vanno a ricoprire i basalti colonnari, compatti o bollosi o scoriacei o a cuscini, delle colate o dei camini vulcanici, filoni di età Miocenica inferiore – Cretacica superiore, ed i tufi ed ialoclastiti basaltici degli accumuli esplosivi sottomarini e subaerei e delle colate sottomarine oligoceniche-cretaciche superiori che formano l'ossatura dei rilievi collinari costituenti le pendici sudorientali dei Monti Lessini.

Per maggiori dettagli si rimanda all'estratto non in scala della Carta Geologica d'Italia Fg. 49 *Verona* ed alla sezione geologica (non in scala) tratta dalla Carta Geologica d'Italia Fg. 49 *Verona* di seguito riportati.

Figura 3 – Estratto non in scala della Carta Geologica d'Italia Foglio n. 49 *Verona*

Figura 4 – Sezione geologica non in scala tratta dalla Carta Geologica d'Italia Foglio n. 49 *Verona* con riportata la posizione indicativa dell'area di studio

Secondo quanto riportato nell'Elaborato C_05_01_01 - Carta Litologica del Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) vigente nel Comune di Arzignano, l'area di studio viene ricompresa all'interno di un'area caratterizzata dalla presenza di materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa (terreni alluvionali ghiaioso sabbiosi delle conidi del Chiampo e del Guà). Per maggiori dettagli si rimanda all'estratto non in scala dell'Elaborato C_05_01_01 - Carta Litologica del P.A.T. vigente in comune di Arzignano di seguito riportato.

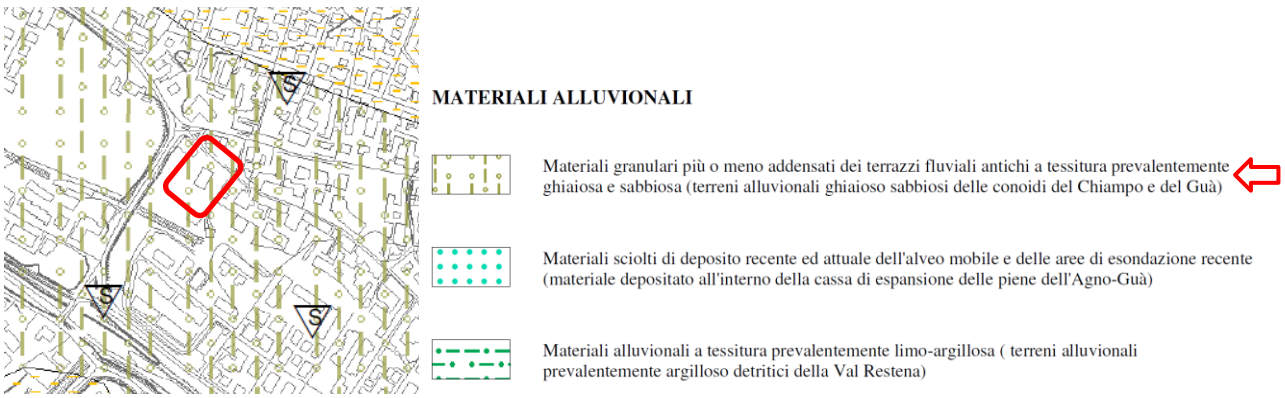


Figura 5 – Estratto non in scala dell'Elab. C_05_01_01 - Carta Litologica del P.A.T. vigente ad Arzignano e legenda

4 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

Nel corso dell'indagine geognostica effettuata si è rilevata la presenza di circolazione idrica sotterranea in corrispondenza solo di una verticale indagata e coincidente con la prova DPSH1. Alla fine delle prove è stata misurata la presenza di acqua all'interno di ogni foro di prova. Le misurazioni effettuate hanno evidenziato che nell'area di studio è presente una falda freatica superficiale il cui livello piezometrico si attesta ad una profondità di circa 7.0 m dall'attuale piano campagna.

L'area in esame è interessata dalla presenza del Torrente Chiampo che scorre ad una distanza di circa 230 m dall'area in esame. Esso è il più importante corpo idrico presente nell'area e scorre in direzione Nord-Ovest/Sud-Est. Il corso d'acqua è spesso pressoché asciutto a causa delle forti dispersioni che si verificano nel sottosuolo. Come già descritto precedentemente il sottosuolo della zona indagata è costituito da terreni sciolti a granulometria prevalentemente grossolana, con presenza di frazione sottile e di livelli di materiale coerente, senza soluzione di continuità. L'area quindi è caratterizzata dalla presenza di un materasso alluvionale in cui è presente un acquifero permeabile ed idraulicamente indifferenziato ospitante una ricca falda freatica. L'alimentazione è garantita dalle forti dispersioni del Torrente Chiampo specie nel tratto montano. Il regime della falda risulta infatti particolarmente correlato con quello fluviale. Altre componenti di alimentazione sono dovute alle precipitazioni meteoriche dirette, all'irrigazione dei campi, al ruscellamento proveniente dai versanti e da corsi d'acqua minori presenti lungo la valle del Chiampo.

Per completezza di seguito si riporta un estratto della Carta Idrogeologica del P.A.T. di Arzignano da cui si può osservare che la profondità della falda freatica nel sito in esame si attesta alla profondità compresa tra i 2 ed i 5 m da p.c..

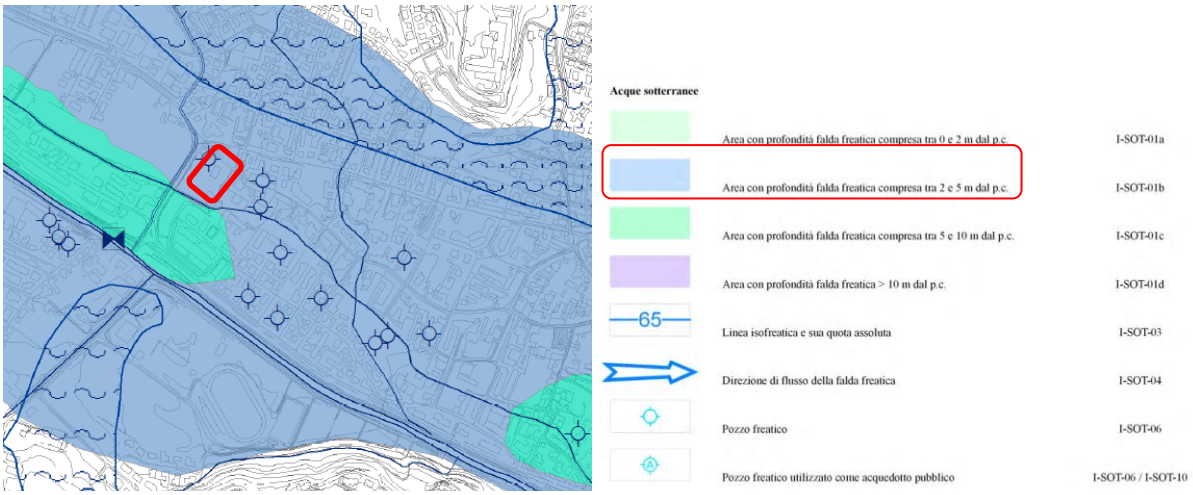


Figura 6 - Estratto della Carta Idrogeologica tratta dal PAT di Arzignano e legenda

Tuttavia, **non si esclude che, in concomitanza con eventi meteorici prolungati o di temporanei innalzamenti durante le stagioni piovose, il livello della falda freatica presente nell'area in esame possa rilevarsi a una quota superiore rispetto a quella precedentemente indicata**.

5 INQUADRAMENTO URBANISTICO E VINCOLISTICO

Secondo quanto riportato nella Tav. 13.1.10 D - Intero Territorio Comunale del Piano degli Interventi – Variante 10 dell'Aprile 2018 vigente nel comune di Arzignano, l'area di studio viene ricompresa all'interno di Zona A – Centri Storici (Art. 22 NTA – Op.), come appare evidente dall'estratto della tavola di seguito riportato.

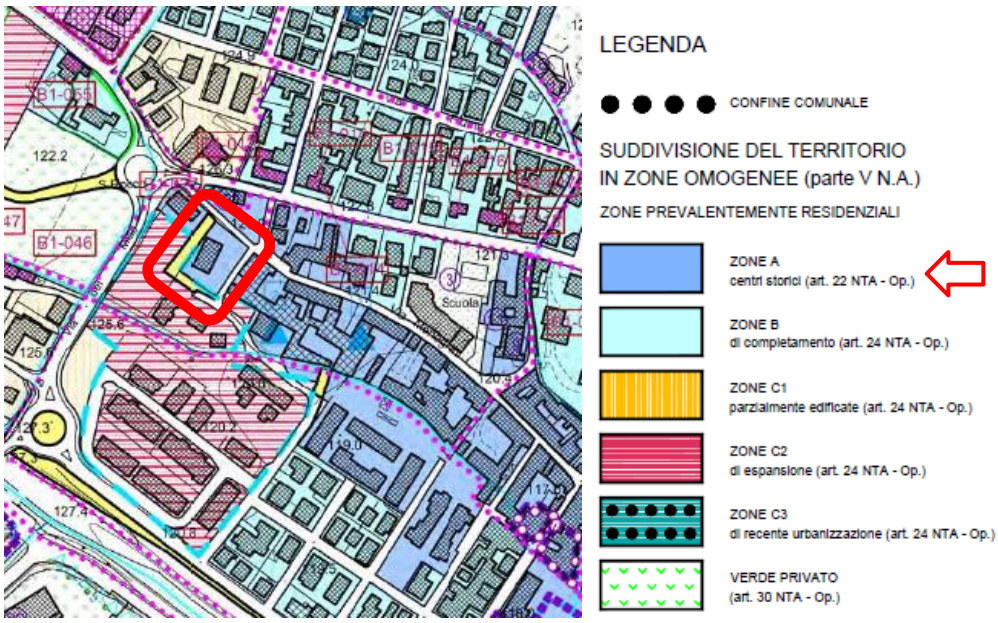


Figura 7 – Estratto della Tav. 13.1.10 D - Intero Territorio Comunale del Piano degli Interventi – Variante 10 dell'Aprile 2018 vigente nel comune di Arzignano e legenda

Secondo la Carta della Delimitazione degli Ambiti Territoriali Omogenei (A.T.O.) contenuta nel PAT vigente nel Comune di Arzignano, il sito rientra all'interno di ATO n. 1 – Arzignano Centro e più precisamente di Sub-ato 1.1 – Centro Storico e Castello.

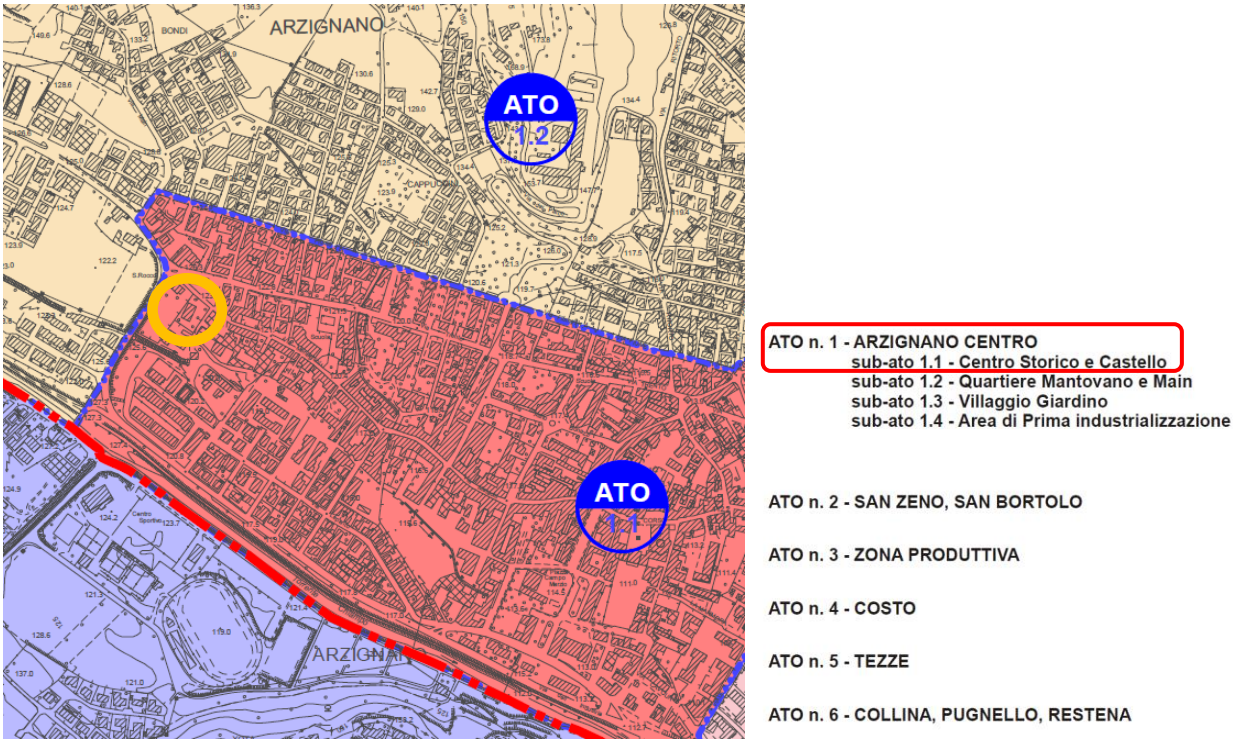


Figura 8 – Estratto della Carta della Delimitazione degli Ambiti Territoriali Omogenei (A.T.O.) contenuta nel PAT vigente nel Comune di Arzignano e legenda

Per quanto riguarda la compatibilità geologica (Tavola 3 del P.A.T.), l'area di studio è classificata come area idonea (art. 24 della N.T.A.), come appare evidente dall'estratto non in scala di seguito riportato.

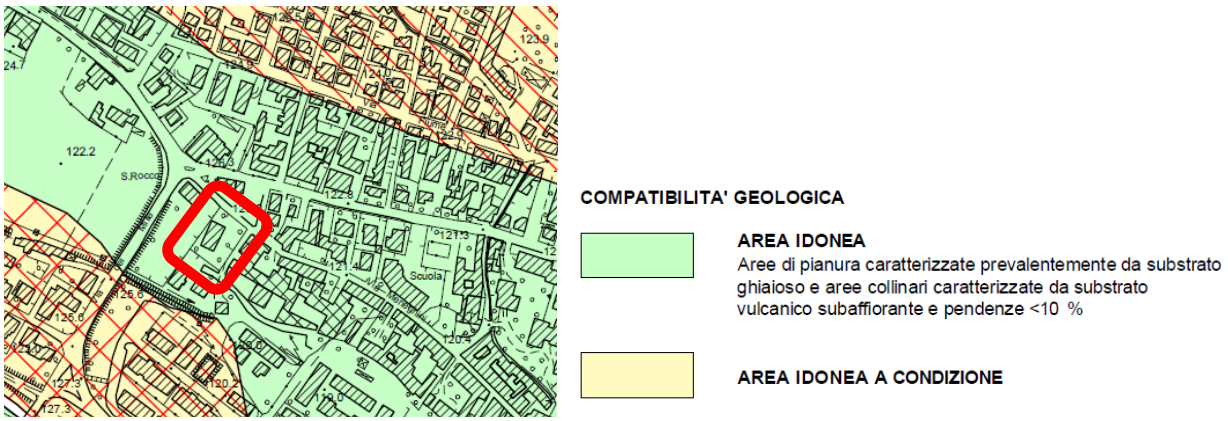


Figura 9 - Estratto non in scala della Tav. 3 - Carta delle Fragilità del P.A.T. di Arzignano e legenda d'interesse

Secondo l'Elab. 1 – Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale del P.A.T. vigente nel comune di Arzignano, l'area di studio risulta essere sottoposta a vincolo paesaggistico – D. Lgs. 42/2004 – Corsi d'acqua all'interno di Centri Storici per pianificazione di livello superiore, come appare evidente dall'estratto non in scala di seguito riportato.

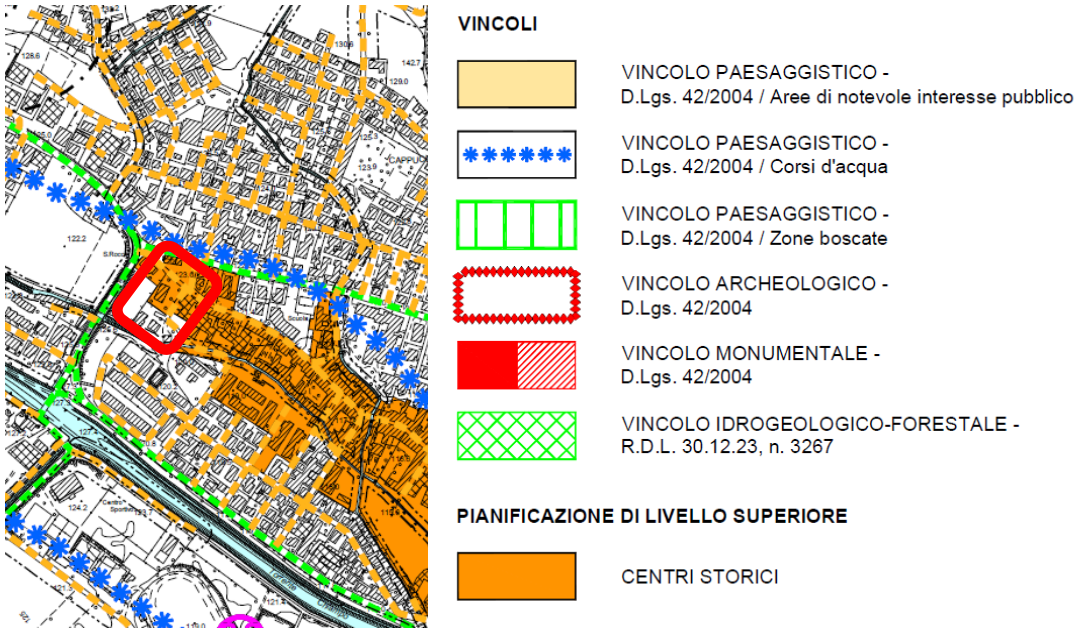


Figura 10 - Estratto dell'Elab. 1–Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale del P.A.T. di Arzignano e legenda

6 METODOLOGIE D'INDAGINE

Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti (DPSH)

Il metodo utilizzato consiste nel misurare quanti colpi di maglio da 63 Kg di peso, lasciato cadere da 75 cm di altezza, sono necessari per infiggere nel terreno per 20 cm una batteria di aste aventi in testa una punta conica del diametro di 50.8 mm.

Il numero dei colpi rilevato viene caricato su un programma che esegue:

a) il diagramma dei colpi in funzione della profondità;

b) il diagramma della resistenza dinamica in funzione della profondità;

c) la tabulazione dei valori della resistenza dinamica.

I valori di resistenza dinamica alla punta vengono valutati utilizzando la formula degli Olandesi.

$$Rpd = (M^2 \times H) / \{Ap \times e \times (M \times P)\}$$

Rpd = Resistenza dinamica alla punta (Kg/cm²)

M = Massa battente (Kg)

H = Altezza di caduta (cm)

Ap = Area della punta (cm²)

e = Infissione per colpo (s/Np) (cm)

P = Peso totale aste e sistema di battuta (Kg)

Dai valori della resistenza dinamica e dall'analisi dell'andamento della resistenza stessa in funzione della profondità si ottengono una serie di informazioni sui terreni attraversati.

Un'ampia casistica ha permesso di ottenere delle relazioni empiriche che legano i valori rilevati con i valori della capacità portante, con i valori di coesione o di angolo d'attrito del terreno attraversato.

L'interpretazione dei risultati è stata fatta sulla scorta delle esperienze riportate da Sanglerat in "*Le pénétromètre et la reconnaissance des sols*".

Per eseguire le prove viene utilizzato un penetrometro dinamico della ditta *Pagani Geotechnical Equipment* modello TG 73-200, come illustrato nelle figure riportate di seguito che illustrano i posizionamenti delle Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti DPSH1, DPSH2, DPSH3 e DPSH4 eseguite il giorno 24 Febbraio 2021 e spinte fino alla profondità massima di 7.6 m dall'attuale piano campagna.

Figura 11 – Penetrometro dinamico superpesante della ditta Pagani Geotechnical Equipment modello TG 73-200 posizionato sulle Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti DPSH1 (in alto a sinistra), DPSH2 (in alto a destra) DPSH3 (in basso a sinistra) e DPSH4 (in basso a destra)

Trincee Esplorative Superficiali (T)

A verifica dei terreni interessati dal progetto di realizzazione di nuovi edifici residenziali in Via Stadio in comune di Arzignano (VI), il giorno 24 Febbraio 2021 si è ritenuto opportuno eseguire **n. 6 Trincee Esplorative** (**T**) mediante escavatore meccanico. Le trincee esplorative, denominate da T1 a T6, si sono spinte fino ad una profondità di 2.0 m dall'attuale piano campagna.
Per completezza di seguito si riporta la documentazione fotografica delle trincee e le rispettive schede stratigrafiche.

Trincea Esplorativa T1

GIARA

GIARA ENGINEERING S.R.L.
Via Puccini, 10 - VICENZA
tel. 0444/960757 fax 0444/961408
e-mail giaraeng@gmail.com

Committente: COSTRUZIONI DALLA VERDE SpA
Cantiere: ARZIGNANO (VI) - Via Stadio / Via B. Meneghini
Commessa : G_028/21
Trincea: T1
Data: 24/02/2021
Modalità di esecuzione: Trincea esplorativa eseguita con escavatore meccanico
Tecnico di cantiere: Dr. Geol. Nicola Tomasi

Profondità (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Falda (m)	Tipo Campione	Campione n°
1.1		Terreno di riporto e rimaneggiato di modellazione morfologica ghiaioso sabbioso limoso di colore bruno giallo ad elementi eterometrici di natura prevalentemente calcarea di forma da angolare a ben arrotondata con ciottoli di natura calcarea e basaltica e con rari piccoli frammenti di cotto			
2.0		Terreno argilloso limoso sabbioso debolmente ghiaioso di colore bruno giallo molto scuro			

Note:

Trincea Esplorativa T2

GIARA

GIARA ENGINEERING S.R.L.
Via Puccini, 10 - VICENZA
tel. 0444/960757 fax 0444/961408
e-mail giaraeng@gmail.com

Committente: COSTRUZIONI DALLA VERDE SpA

Cantiere: ARZIGNANO (VI) - Via Stadio / Via B. Meneghini

Commessa : G_028/21

Trincea: T2

Data: 24/02/2021

Modalità di esecuzione: Trincea esplorativa eseguita con escavatore meccanico

Tecnico di cantiere: Dr. Geol. Nicola Tomasi

Profondità (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Falda (m)	Tipo Campione	Campione n°
1.2		Terreno di riporto e rimaneggiato di modellazione morfologica ghiaioso sabbioso limoso di colore bruno molto scuro ad elementi eterometrici di natura prevalentemente calcarea di forma da angolare a ben arrotondata con ciottoli di natura calcarea e basaltica e con rari piccoli frammenti di cotto			
1.8		Terreno argilloso limoso sabbioso debolmente ghiaioso di colore bruno giallo molto scuro			
2.0		Terreno ghiaioso sabbioso limoso di colore bruno giallo ad elementi di natura prevalentemente calcarea di forma da angolare ad arrotondata			

Note:

Trincea Esplorativa T3

GIARA

GIARA ENGINEERING S.R.L.
Via Puccini, 10 - VICENZA
tel. 0444/960757 fax 0444/961408
e-mail giaraengl@gmail.com

Committente: COSTRUZIONI DALLA VERDE SpA

Cantiere: ARZIGNANO (VI) - Via Stadio / Via B. Meneghini

Trincea: T3

Data: 24/02/2021

Commessa : G_028/21

Modalità di esecuzione: Trincea esplorativa eseguita con escavatore meccanico

Tecnico di cantiere:
Dr. Geol. Nicola Tomasi

Profondità (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Falda (m)	Tipo Campione	Campione n°
1.1		Terreno di riporto e rimaneggiato di modellazione morfologica ghiaioso sabbioso limoso di colore bruno molto scuro ad elementi eterometrici di natura prevalentemente calcarea di forma da angolare a ben arrotondata con ciottoli di natura calcarea e basaltica e con rari piccoli frammenti di cotto			
1.8		Terreno argilloso limoso sabbioso debolmente ghiaioso di colore bruno giallo molto scuro			
2.0		Terreno ghiaioso sabbioso limoso di colore bruno giallo ad elementi di natura prevalentemente calcarea di forma da angolare ad arrotondata			

Note:

Trincea Esplorativa T4

GIARA

GIARA ENGINEERING S.R.L.
Via Puccini, 10 - VICENZA
tel. 0444/960757 fax 0444/961408
e-mail giaraeng@gmail.com

Committente: COSTRUZIONI DALLA VERDE SpA

Cantiere: ARZIGNANO (VI) - Via Stadio / Via B. Meneghini

Commessa : G_028/21

Trincea: T4

Data: 24/02/2021

Modalità di esecuzione: Trincea esplorativa eseguita con escavatore meccanico

Tecnico di cantiere:
Dr. Geol. Nicola Tomasi

Profondità (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Falda (m)	Tipo Campione	Campione n°
1.5		Terreno di riporto e rimaneggiato di modellazione morfologica sabbioso ghiaioso limoso di colore bruno molto scuro con alcuni ciottoli di natura calcarea e basaltica e con rari piccoli frammenti di cotto			
2.0		Terreno di riporto e rimaneggiato ghiaioso sabbioso limoso di colore grigio bruno ad elementi di natura calcarea di forma da angolare ad arrotondata con alcuni frammenti di cotto e di calcestruzzo			

Note:

Trincea Esplorativa T5

GIARA

GIARA ENGINEERING S.R.L.
Via Puccini, 10 - VICENZA
tel. 0444/960757 fax 0444/961408
e-mail giaraeng@gmail.com

Committente: COSTRUZIONI DALLA VERDE SpA

Cantiere: ARZIGNANO (VI) - Via Stadio / Via B. Meneghini

Commessa : G_028/21

Trincea: T5

Data: 24/02/2021

Modalità di esecuzione: Trincea esplorativa eseguita con escavatore meccanico

Tecnico di cantiere: Dr. Geol. Nicola Tomasi

Profondità (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Falda (m)	Tipo Campione	Campione n°
2.0		Terreno di riporto e rimaneggiato di modellazione morfologica ghiaioso sabbioso limoso di colore bruno molto scuro con alcuni ciottoli di natura calcarea e basaltica e con alcuni frammenti di cotto			

Note:

Trincea Esplorativa T6

GIARA

GIARA ENGINEERING S.R.L.
Via Puccini, 10 - VICENZA
tel. 0444/960757 fax 0444/961408
e-mail giaraeng@gmail.com

Committente: COSTRUZIONI DALLA VERDE SpA
Cantiere: ARZIGNANO (VI) - Via Stadio / Via B. Meneghini
Commessa : G_028/21
Trincea: T6
Data: 24/02/2021
Modalità di esecuzione: Trincea esplorativa eseguita con escavatore meccanico
Tecnico di cantiere: Dr. Geol. Nicola Tomasi

Profondità (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Falda (m)	Tipo Campione	Campione n°
1.2		Terreno di riporto e rimaneggiato di modellazione morfologica ghiaioso sabbioso argilloso di colore bruno molto scuro con alcuni ciottoli di natura calcarea e basaltica e con rari frammenti di cotto			
2.0		Terreno di riporto e rimaneggiato argilloso limoso sabbioso ghiaioso di colore bruno grigio molto scuro con alcuni ciottoli di natura calcarea e basaltica			

Note:

Come integrazione e approfondimento dell'indagine sopracitata, si è ritenuto necessario eseguire n. **1 rilievo sismico** con tecnica di sismica passiva con tromografo digitale (TROMINO) per la caratterizzazione sismica dei terreni, la classificazione e la stima delle Vs_{30} in base alle Norme Tecniche.

Nella planimetria di progetto non in scala fornita dalla Committenza vengono indicate le ubicazioni delle prove eseguite.

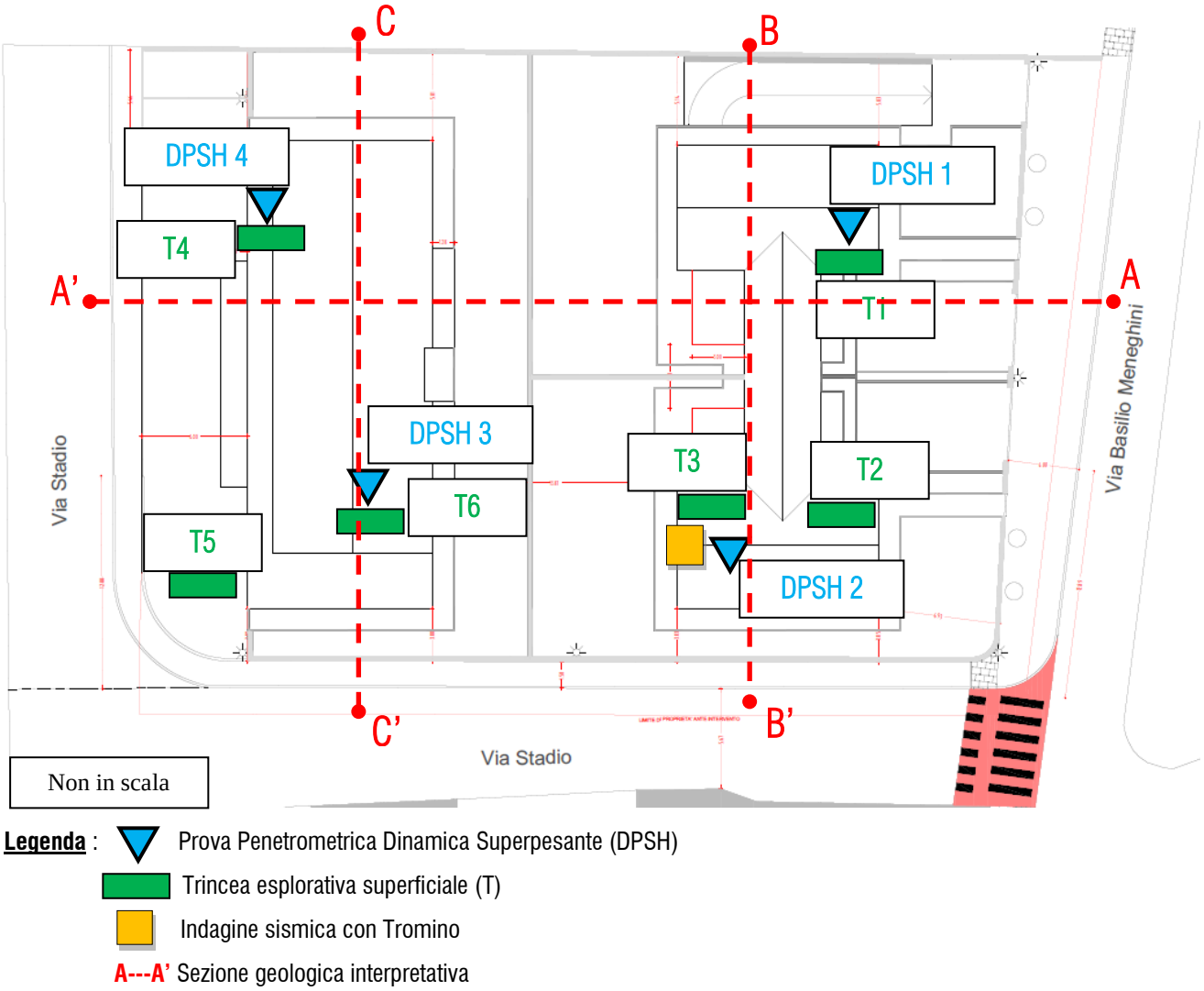


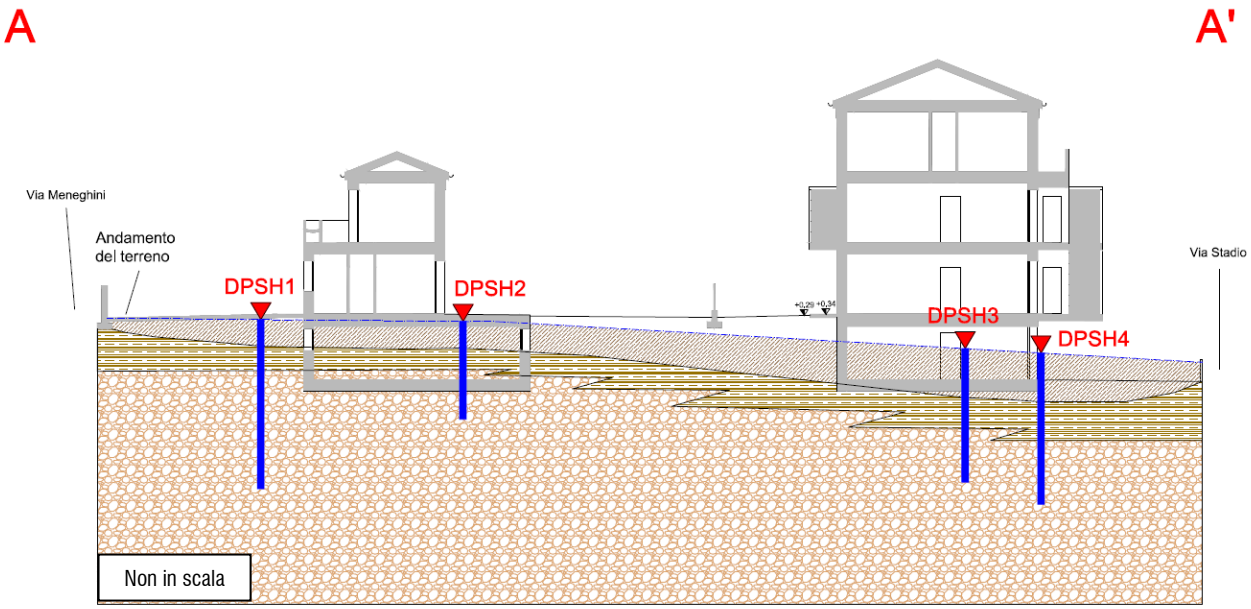
Figura 12 – Planimetria non in scala con ubicazione prove eseguite

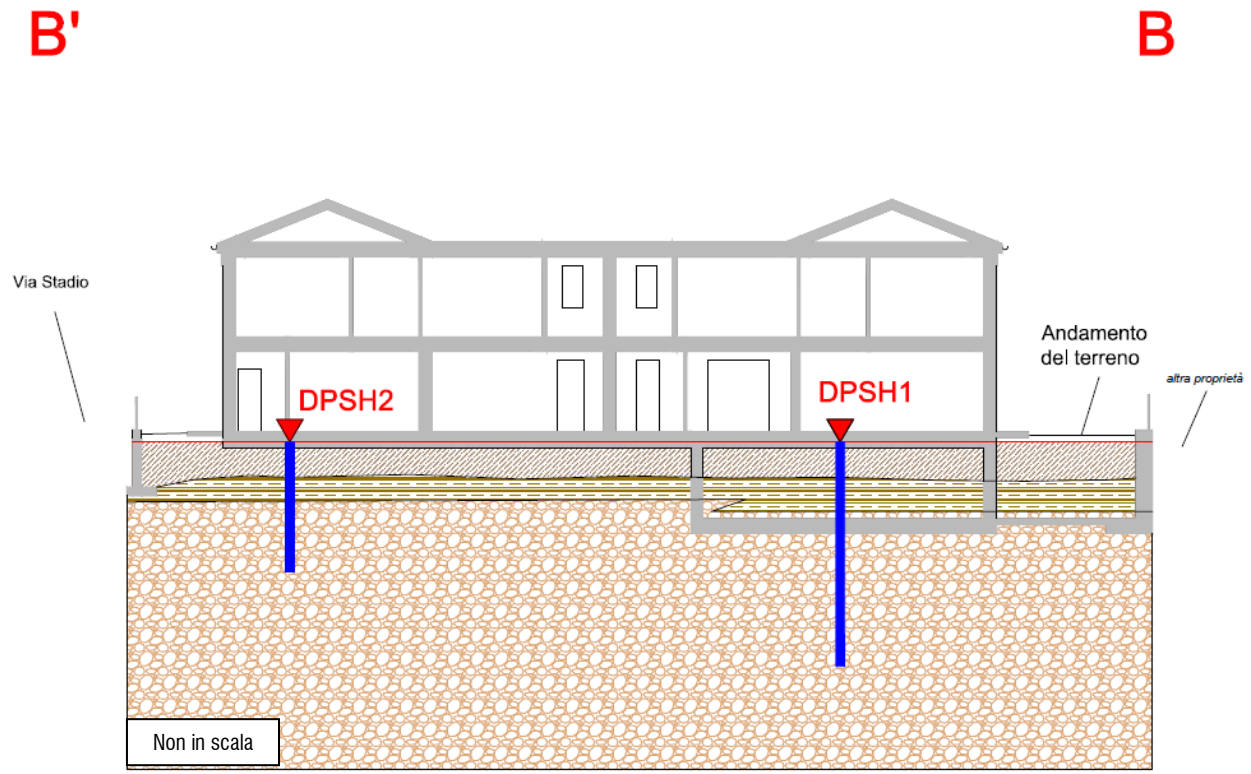
7 SUDDIVISIONE STRATIGRAFICA DEI TERRENI

Come già accennato, al fine di determinare la natura e le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area, il giorno 24 Febbraio 2021 sono state effettuate n.° **4** **Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti (DPSH)** spinte fino alla profondità massima di 7.6 m dall'attuale piano campagna. Inoltre, a verifica dei terreni presenti al di sotto del piano campagna, sono state eseguite n.° **6 Trincee Esplorative** (**T**) mediante escavatore meccanico spinte fino alla profondità di 2 m dall'attuale piano campagna.

In base a quanto emerso dalla campagna geognostica effettuata nell'area d'interesse, mediante l'esecuzione delle prove penetrometriche e dall'osservazione dei terreni in fase di scavo delle trincee esplorative, si è potuto rilevare in superficie la presenza di terreni di riporto e rimaneggiati storici di riempimento e modellazione morfologica prevalentemente grossolani in abbondante matrice limosa e/o argillosa che presentano spessori variabili tra 1 e 2 m circa. Al di sotto dei terreni antropici si trovano terreni alluvionali coesivi argillosi sabbiosi talora debolmente ghiaiosi che ricoprono il substrato alluvionale grossolano ghiaioso sabbioso limoso caratteristico dell'area. Per quanto concerne i terreni naturali, la successione stratigrafica nell'area risulta derivante da fenomeni deposizionali complessi derivanti principalmente dal divagare del Torrente Chiampo in prossimità dell'area di studio durante le ere geologiche.

Per maggiori dettagli si rimanda alle sezioni geologiche riportate di seguito illustranti appunto il modello geologico dell'area di studio.





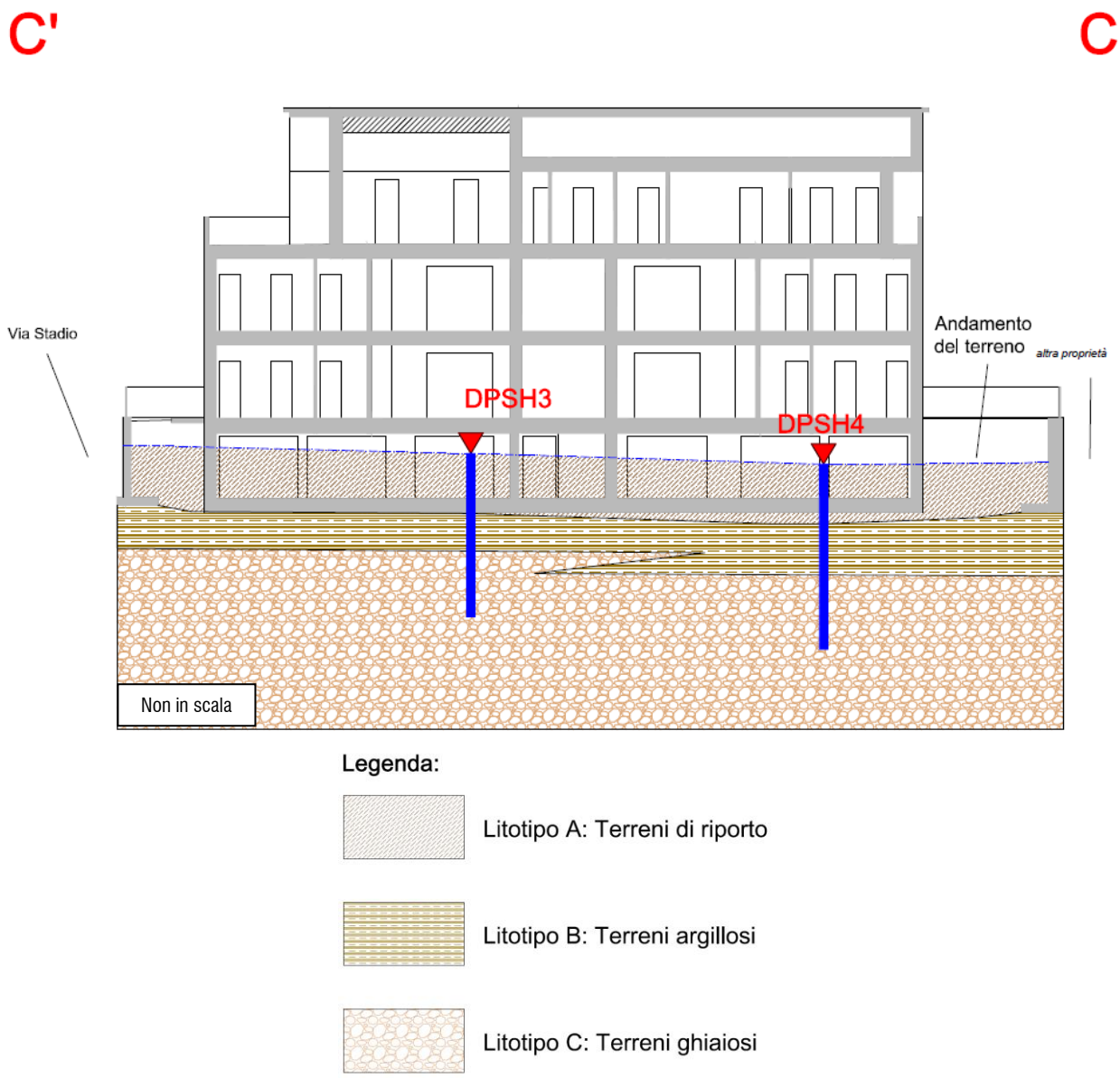


Figura 13 - Sezioni geologiche interpretative (non in scala) e legenda

Dalle diverse resistenze alla penetrazione della punta del penetrometro e dall'osservazione visiva dei terreni in fase di esecuzione delle trincee esplorative, al di sotto del piano campagna attuale sono stati individuati i seguenti litotipi:

Litotipo A: p.c. a – (1.1÷2.2) m di profondità:

Terreni di riporto e rimaneggiati "storici" di riempimento e modellazione morfologica prevalentemente ghiaiosi sabbiosi ad elementi di natura prevalentemente calcarea di forma da angolare a ben arrotondata immersi in abbondante matrice limosa e/o argillosa di colore da bruno giallo a bruno grigio molto scuro con alcuni ciottoli di natura calcarea e basaltica e con frammenti di laterizi

Litotipo B: da – (1.1÷2.2) m a – (2.0÷4.0) m di profondità:

Terreni alluvionali coesivi argillosi sabbiosi talora debolmente ghiaiosi di colore bruno giallo scuro

Litotipo C: da – (2.0÷4.0) m a – (4.4÷7.6) m massima profondità raggiunta:

Terreni alluvionali grossolani ghiaiosi sabbiosi limosi di colore bruno giallo ad elementi di natura prevalentemente calcarea di forma da angolare ad arrotondata

Le prove penetrometriche dinamiche eseguite presso l'area d'intervento sono state interrotte per il raggiungimento di resistenze superiori al limite strumentale, imputabili al contatto con il substrato alluvionale grossolano presente in loco e caratteristico dell'area.

Data la natura geologica dell'area, si può ipotizzare che la successione stratigrafica ottenuta dalle prove penetrometriche dinamiche e dalle trincee esplorative eseguite sia estendibile alla zona d'intervento.

Si tiene a precisare, in conclusione, che i dati raccolti e analizzati derivano da verifiche puntuali eseguite nell'area di intervento e pertanto eventuali eterogeneità dei terreni di fondazione, dovute ad anomalie del substrato, possono non essere state rilevate.

Il presente studio è inoltre valido solo per il perimetro di terreno indagato e sopra descritto.

8 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI (ANALISI STATISTICA)

Si procede ora alla caratterizzazione geotecnica delle unità litotecniche individuate nel capitolo precedente.

Nell'area oggetto di studio sono presenti terreni sia coesivi (argille) che granulari (ghiaie), e pertanto la definizione dei valori medi di resistenza farà riferimento al criterio di rottura di Coulomb.

Il valore caratteristico dei parametri geotecnici più sotto indicati è calcolato utilizzando una analisi statistica dei valori dei parametri geotecnici calcolati, riferiti ai vari strati.

La scelta del metodo di calcolo è indicata nel Capitolo 6.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Il valore caratteristico, infatti, dipende dalla capacità del sistema geotecnico di poter compensare le eterogeneità localizzate del terreno. Sistemi geotecnici che non riescono a compensare le eterogeneità (ad es. fondazioni su plinti isolati) necessitano, per le verifiche geotecniche, di valori caratteristici prossimi al valore minimo ricavato per ogni strato, mentre i sistemi geotecnici che compensano le eterogeneità (ad es. platee rigide) possono utilizzare i valori caratteristici prossimi al valore medio ricavato per ogni strato.

L'analisi statistica è eseguita operativamente con l'ausilio del codice di calcolo KappaGEO edito da Program Geo.

All'interno di questo programma, l'analisi statistica viene implementata in questo modo:

1) i valori sono disposti secondo una distribuzione statistica, a scelta fra la distribuzione di Student e la distribuzione Gaussiana (o normale);
2) nel caso di valori di angolo di attrito, il programma calcola la tangente dei singoli dati e distribuisce i valori della tangente, nel caso dei valori di coesione, il programma calcola il logaritmo naturale dei singoli dati e distribuisce i valori del logaritmo;
3) per il calcolo del valore caratteristico prossimo al valore minimo, il programma calcola il 5° percentile dei valori della distribuzione della popolazione, mentre per il calcolo del valore caratteristico prossimo al valore medio, il programma calcola il 5° percentile dei valori della distribuzione della media campionaria.

Nel caso in esame, si ipotizza quanto segue:

Compensazione.....il sistema può compensare
Valore caratteristico.....prossimo alla media
Tipo di distribuzione.....Student
Distribuzione considerata.....Distribuzione della media campionaria

Di seguito si riportano le elaborazioni dei parametri geotecnici relativi ai terreni appartenenti ai Litotipi A, B e C in quanto l'intervento di progetto interagisce direttamente con tali terreni.

Pertanto si ottiene la seguente schematizzazione dei parametri geotecnici:

Litotipo A: p.c. a – (1.1÷2.2) m di profondità:

Terreni di riporto e rimaneggiati "storici" di riempimento e modellazione morfologica prevalentemente ghiaiosi sabbiosi ad elementi di natura prevalentemente calcarea di forma da angolare a ben arrotondata immersi in abbondante matrice limosa e/o argillosa di colore da bruno giallo a bruno grigio molto scuro con alcuni ciottoli di natura calcarea e basaltica e con frammenti di laterizi

Angolo d'attrito (φ): valore caratteristico (φ_k) = **28°**

peso di volume (γ) = **18 KN/m^3**

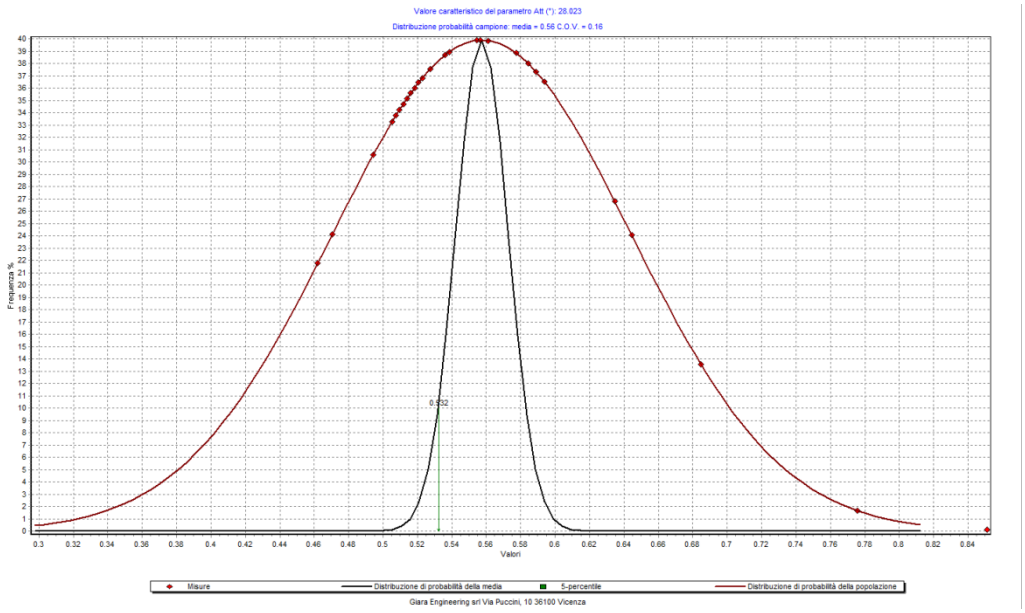


Figura 14 - Diagramma di distribuzione di probabilità dell'angolo d'attrito (φ)del livello stratigrafico **A**

Litotipo B: da – (1.1÷2.2) m a – (2.0÷4.0) m di profondità:

Terreni alluvionali coesivi argillosi sabbiosi talora debolmente ghiaiosi di colore bruno giallo scuro

Coesione non drenata (Cu): valore caratteristico (Cu_k) = **30 KPa**

peso di volume (γ) = **18 KN/m^3**

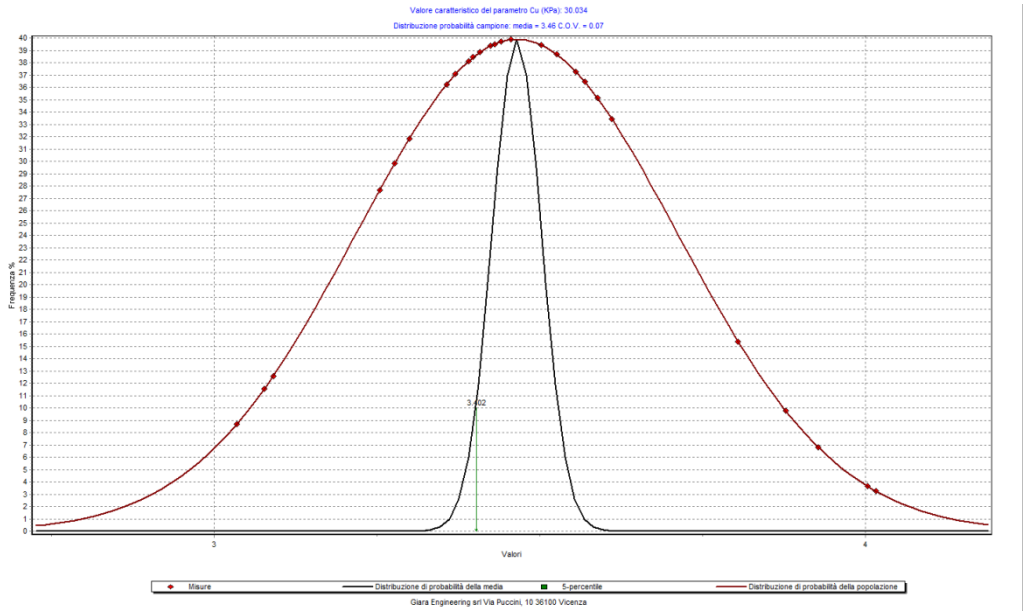


Figura 15 - Diagramma di distribuzione di probabilità della coesione non drenata (Cu) del livello stratigrafico **B**

Litotipo C: da – (2.0÷4.0) m a – (4.4÷7.6) m massima profondità raggiunta:

Terreni alluvionali grossolani ghiaiosi sabbiosi limosi di colore bruno giallo ad elementi di natura prevalentemente calcarea di forma da angolare ad arrotondata

Angolo d'attrito (φ): valore caratteristico (φ_k) = **36°**

peso di volume (γ) = **19 KN/m³**

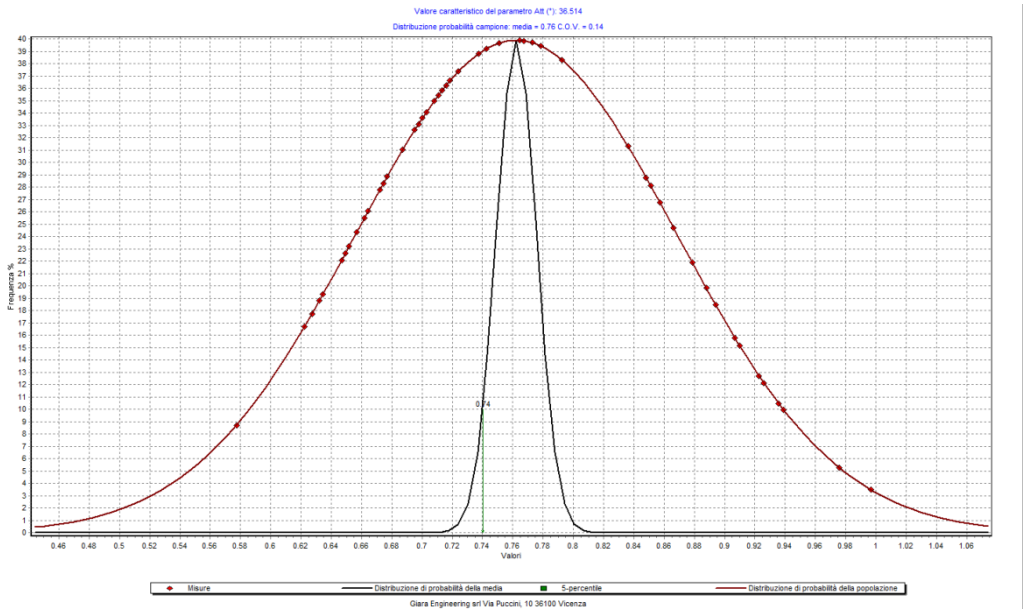


Figura 16 - Diagramma di distribuzione di probabilità dell'angolo d'attrito (φ)del livello stratigrafico **C**

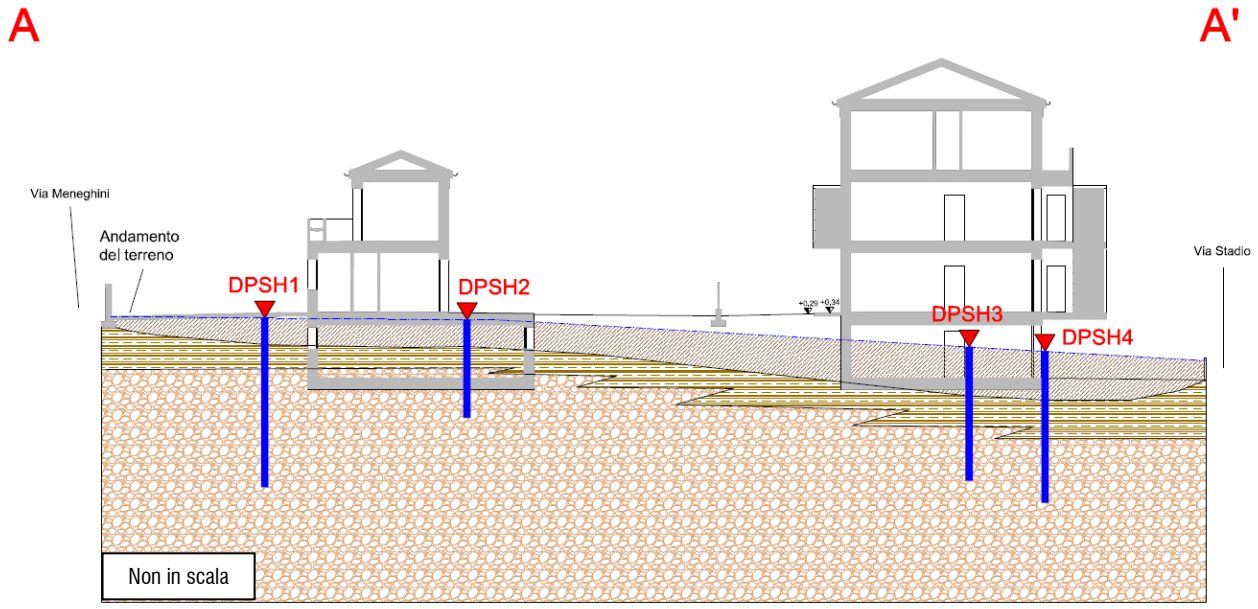
9 TERRENI DI FONDAZIONE E PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE

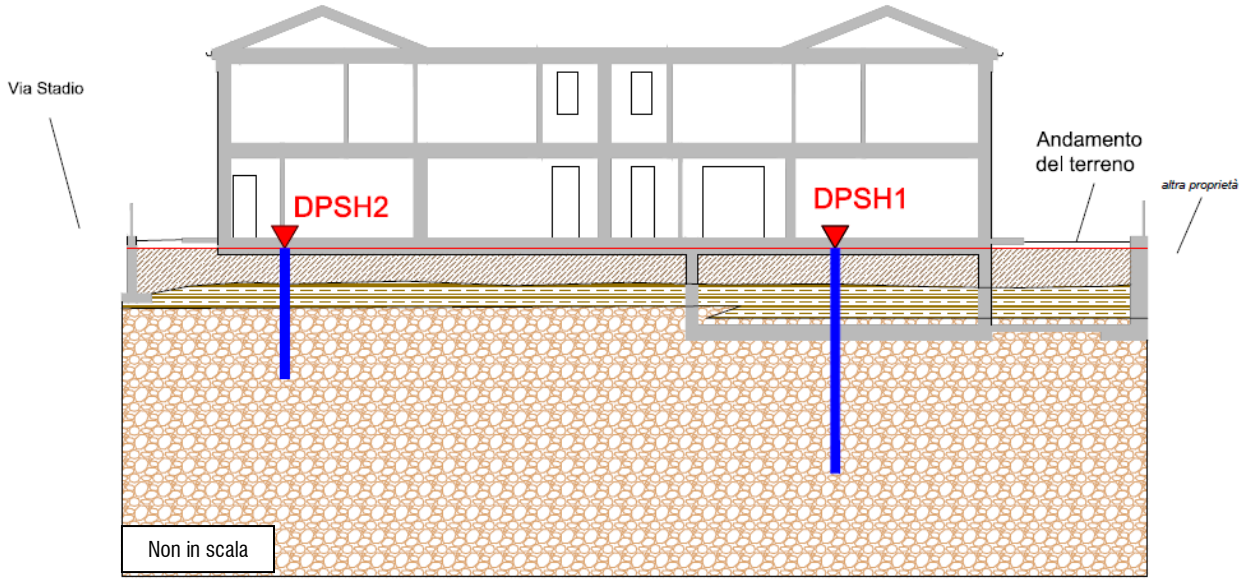
Il progetto prevede la costruzione di una bifamiliare su tre piani di cui due completamente fuori terra ed una porzione interrata e di una palazzina formata da due quattro piani di cui tre completamente fuori terra ed uno seminterrato. Per maggiori dettagli si rimanda al rendering di progetto fornito dal Progettista e di seguito riportato.

Figura 17 - Rendering fornito dal Progettista

In base a quanto emerso dalla campagna geognostica effettuata nell'area d'interesse, mediante l'esecuzione delle prove penetrometriche e dall'osservazione dei terreni in fase di scavo delle trincee esplorative, si è potuto rilevare in superficie la presenza di terreni di riporto e rimaneggiati storici di riempimento e modellazione morfologica prevalentemente grossolani in abbondante matrice limosa e/o argillosa che presentano spessori variabili tra 1 e 2 m circa. Al di sotto dei terreni antropici si trovano terreni alluvionali coesivi argillosi sabbiosi talora debolmente ghiaiosi che ricoprono il substrato alluvionale grossolano ghiaioso sabbioso limoso caratteristico dell'area. Per quanto concerne i terreni naturali, la successione stratigrafica nell'area risulta derivante da fenomeni deposizionali complessi derivanti principalmente dal divagare del Torrente Chiampo in prossimità dell'area di studio durante le ere geologiche.

Per comprendere meglio l'assetto stratigrafico e geologico dei terreni indagati di seguito si richiamano le sezioni geologiche interpretative rappresentanti il modello geologico dell'area in esame.





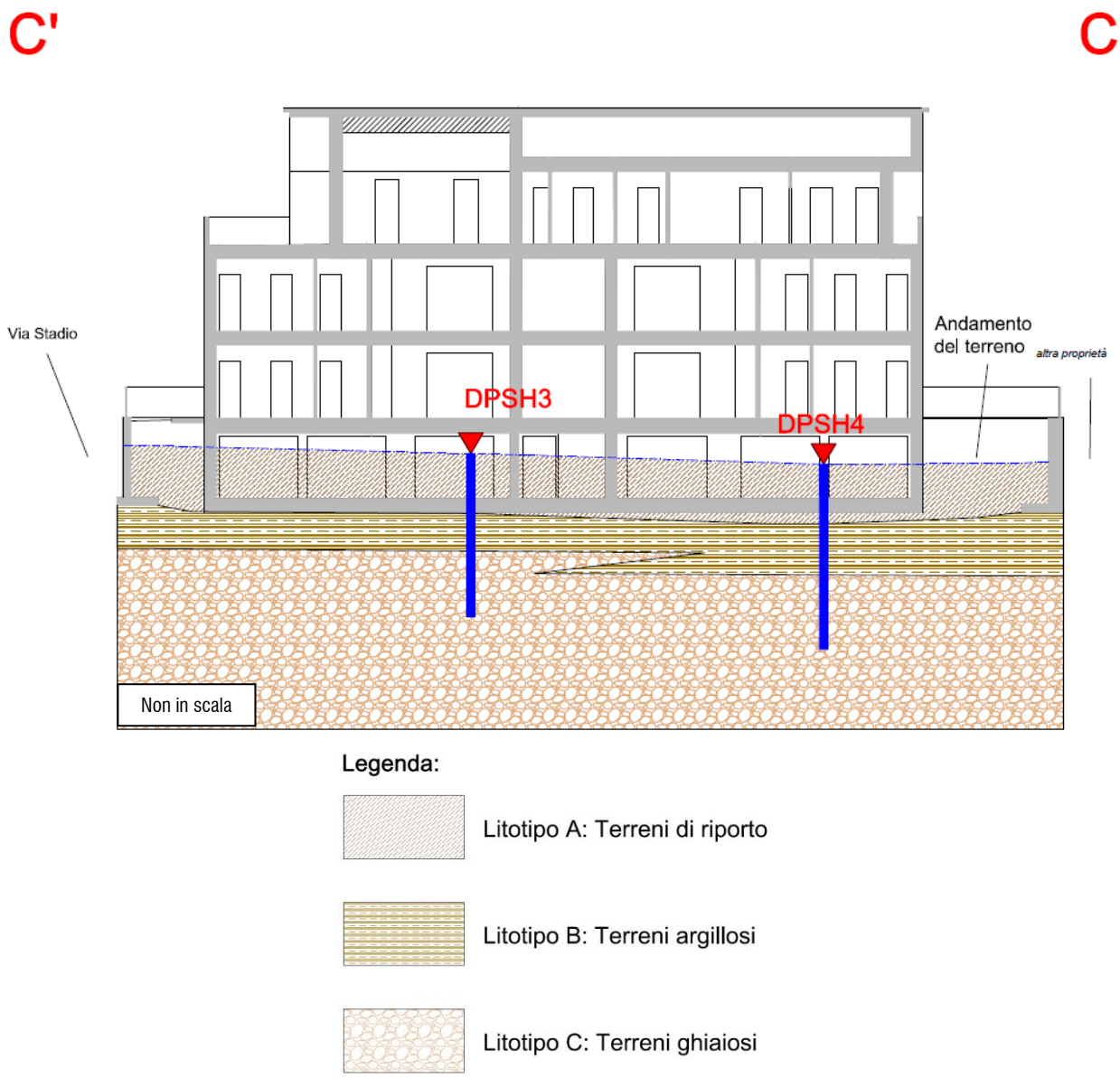


Figura 18 - Sezioni geologiche interpretative (non in scala) e legenda

Di seguito quindi si riportano i parametri geotecnici relativi a tali terreni indagati e soggetti alle lavorazioni in progetto:

Litotipo A: p.c. a – (1.1÷2.2) m di profondità:

Terreni di riporto e rimaneggiati "storici" di riempimento e modellazione morfologica prevalentemente ghiaiosi sabbiosi ad elementi di natura prevalentemente calcarea di forma da angolare a ben arrotondata immersi in abbondante matrice limosa e/o argillosa di colore da bruno giallo a bruno grigio molto scuro con alcuni ciottoli di natura calcarea e basaltica e con frammenti di laterizi

Angolo d'attrito (φ): valore caratteristico (φ_k) = **28°**

peso di volume (γ) = **18 KN/m³**

Litotipo B: da – (1.1÷2.2) m a – (2.0÷4.0) m di profondità:

Terreni alluvionali coesivi argillosi sabbiosi talora debolmente ghiaiosi di colore bruno giallo scuro

Coesione non drenata (Cu): valore caratteristico (Cu_k) = **30 KPa**

peso di volume (γ) = **18 KN/m³**

Litotipo C: da – (2.0÷4.0) m a – (4.4÷7.6) m massima profondità raggiunta:

Terreni alluvionali grossolani ghiaiosi sabbiosi limosi di colore bruno giallo ad elementi di natura prevalentemente calcarea di forma da angolare ad arrotondata

Angolo d'attrito (φ): valore caratteristico (φ_k) = **36°**

peso di volume (γ) = **19 KN/m³**

Come già accennato precedentemente, il progetto prevede la costruzione di una bifamiliare su tre piani di cui due completamente fuori terra ed una porzione interrata e di una palazzina formata da due quattro piani di cui tre completamente fuori terra ed uno seminterrato.

l'ampliamento di fabbricati residenziali mediante la realizzazione di un deposito costituito da un unico piano seminterrato (fabbricato "A") e di ulteriori due depositi costituiti anch'essi da un unico piano completamente fuori terra (fabbricati "B" e "C").

Date le differenti "caratteristiche" degli edifici in progetto, si ritiene opportuno analizzare le differenti tipologie di edificio.

-Bifamiliare

Come si evince dalle sezioni A-A' e B-B', le fondazioni del futuro edificio bifamiliare andranno ad impostarsi a differenti profondità, interessando principalmente sia i terreni di riporto superficiali appartenenti al Litotipo A (porzione completamente fuori terra), che quelli alluvionali grossolani ghiaiosi appartenenti al Litotipo C (porzione interrata).

Date le differenti caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal progetto, **si consiglia di adottare una fondazione continua per quanto riguarda la porzione interrata**. **Per la parte non interrata è necessario trasferire i carichi di fondazione al substrato alluvionale grossolano per evitare cedimenti differenziali tra la parte di fabbricato interrata e la parte senza interrato, oppure è necessario creare un giunto di separazione tra la parte interrata ed il resto del fabbricato.**

Si consiglia, inoltre, di verificare che in corrispondenza del piano di fondazione non sussistano eterogeneità o sacche di materiale scadente compressibile ed eventualmente sostituirle con del magrone.

Data la presenza di una falda freatica superficiale che presenta sensibili escursioni durante le stagioni piovose, **si consiglia inoltre di provvedere a realizzare un'impermeabilizzazione della parte interrata del manufatto per evitare eventuali infiltrazioni e ristagni di acqua in caso di eventi meteo eccezionali.**

-Palazzina

Per quanto riguarda la realizzazione della palazzina, le future fondazioni andranno ad impostarsi ad una profondità di circa 2 m dall'attuale piano campagna in prossimità del passaggio stratigrafico tra i terreni di riporto superficiali appartenenti al Litotipo A ed i terreni alluvionali coesivi argillosi appartenenti al Litotipo B avente spessore variabile arealmente, come è risultato dalle indagini geognostiche eseguite nell'area e visibile nelle sezioni A-A' e C-C'. Date le caratteristiche del terreno interessato dal progetto, per evitare l'innescarsi di cedimenti differenziali, **si consiglia di adottare una fondazione a platea dotata di sufficiente rigidità per contrastare eventuali cedimenti differenziali**.

Si consiglia, inoltre, di verificare che in corrispondenza del piano di fondazione non sussistano eterogeneità o sacche di materiale scadente compressibile ed eventualmente sostituirle con del riciclaTO ARIDO COMPATTATO.

Qualora in fase di scavo il D.L. rinvenga difformità nella composizione o stratigrafia dei terreni rispetto a quanto descritto nella presente relazione, dovrà informare il relatore della presente per un sopralluogo.

Si tiene a precisare, in conclusione, che i dati raccolti e analizzati derivano da verifiche puntuali eseguite nell'area di intervento e pertanto eventuali eterogeneità dei terreni di fondazione, dovute ad anomalie del substrato, possono non essere state rilevate.

Il presente studio è inoltre valido solo per il perimetro di terreno indagato e sopra descritto.

Il progetto di realizzazione di nuovi edifici residenziali in Via Stadio / Via Meneghini in comune di Arzignano (VI) prevede la realizzazione di scavi di profondità superiore a 1.5 m, valore massimo per scavi aperti a sezione libera in sicurezza. Al fine di garantire la sicurezza degli addetti ai lavori e di mantenere la stabilità dei terreni si consiglia di mantenere un'inclinazione delle scarpate non superiore a 35° rispetto all'orizzontale all'interno sia dei terreni di riporto superficiali che di quelli alluvionali sottostanti. Per scavi con profondità superiore a 1.5 m ed angolo di scarpata >35° **eseguire verifiche di stabilità per determinare la necessità di sostegni provvisori**. Coprire i fronti di scavo con teli antidilavamento e procedere in tempi brevi al rinterro.

Nel caso non fosse possibile mantenere le pendenze e le prescrizioni per scavi a sezione libera adottare opere di sostegno provvisorio degli scavi per escludere il franamento delle pareti degli stessi ed ammaloramenti alle strutture viarie circonvicine.

10 INQUADRAMENTO SISMICO

Si riporta di seguito la mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'Istituto di Geofisica e di Vulcanologia (INGV).

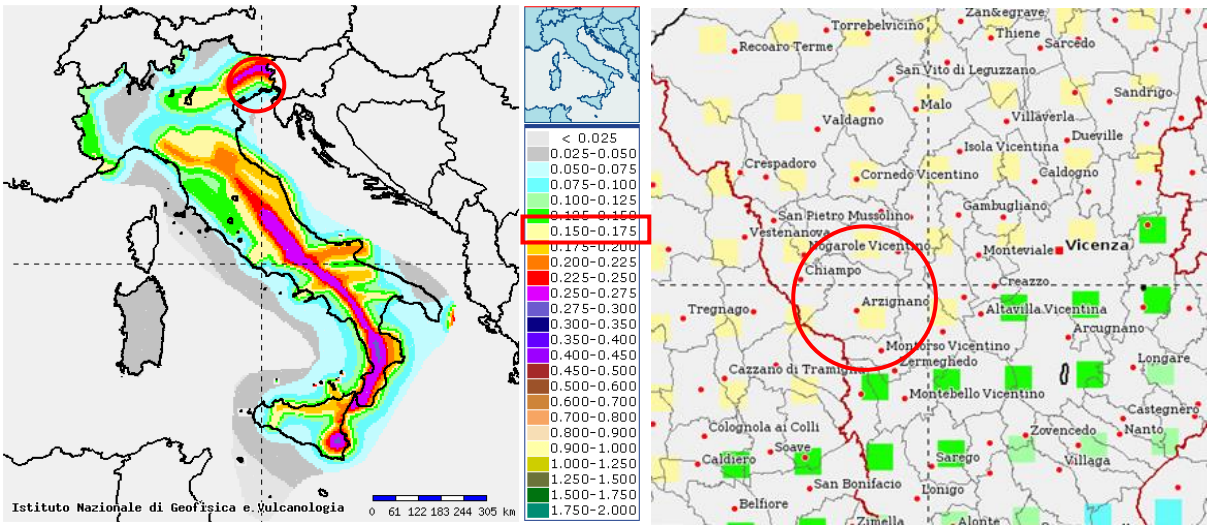


Figura 19 - Valori di pericolosità sismica tratti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Premessa

Come accennato precedentemente, nell'area di studio il giorno 24 Febbraio 2021 è stata effettuata un'indagine di sismica passiva a stazione singola ai fini della microzonazione sismica del sottosuolo e della stima del profilo di velocità delle onde sismiche di taglio (Vs) utili per la classificazione sismica del substrato presente nell'area di indagine.

A tal fine è stata effettuata una misura di microtremore sismico ambientale a stazione singola su terreno libero. Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato, oltre che dall'attività dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Viene definito microtremore in quanto riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino 10^{-15} $[m/s^2]^2$ in termini di accelerazione.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio nelle esplosioni della sismica attiva.

Strumentazione impiegata

La misura di microtremore ambientale, della durata di 20 minuti, è stata effettuata con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Tromino) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da due batterie AA da 1,5 V, fornito di GPS interno e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

Di seguito viene riportata la documentazione fotografica dell'esecuzione del rilievo sismico con tecnica di sismica passiva con tromografo digitale.

Figura 20 – Posizionamento dello strumento per il rilievo sismico

Classificazione sismica

Di seguito vengono riportati i dati sismici raccolti dalle misure di microtremore sismico effettuate nell'area di studio.

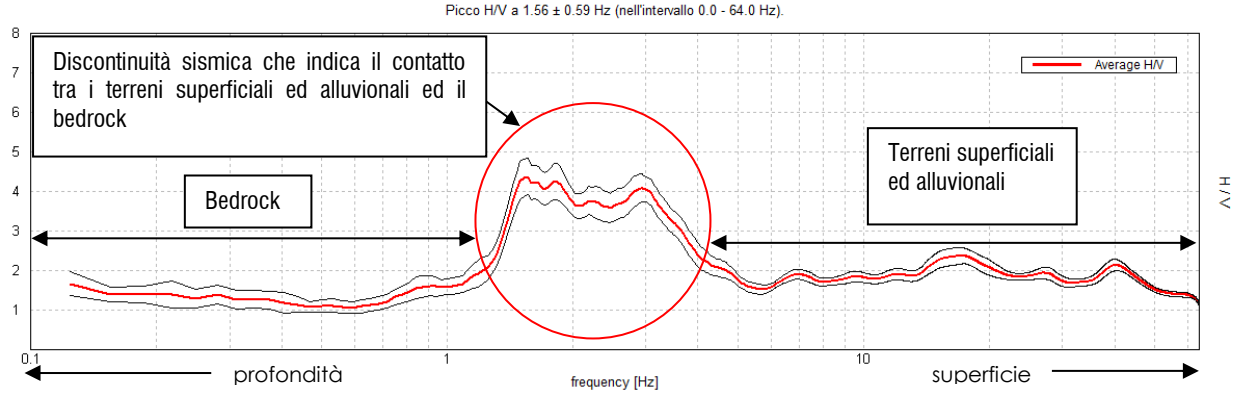


Figura 21 - Curva H/V (rosso) e intervallo di confidenza al 95% (nero)

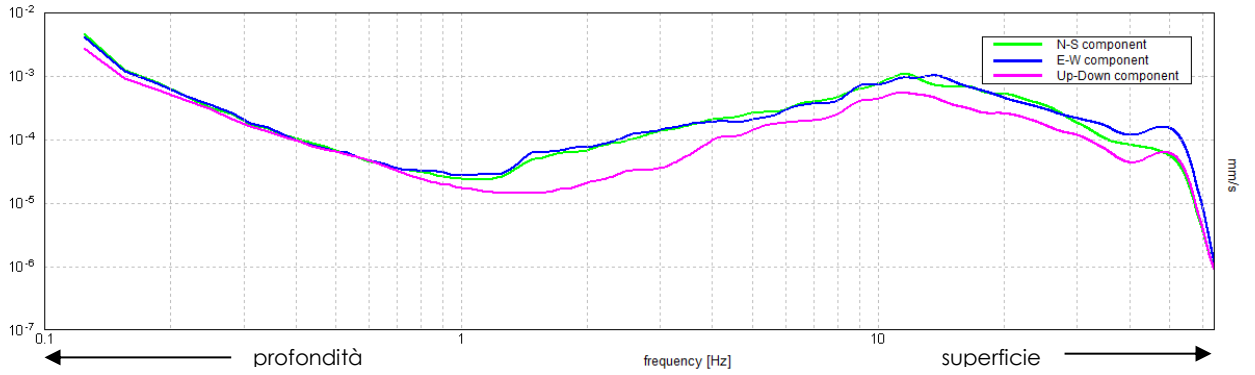


Figura 22 - Spettri in velocità delle tre componenti del moto; il massimo di origine stratigrafica nella curva H/V è dato generalmente da un minimo nella componente verticale con o senza massimo nelle componenti orizzontali seguiti da un massimo su tutte e tre le componenti ad una frequenza all'incirca doppia

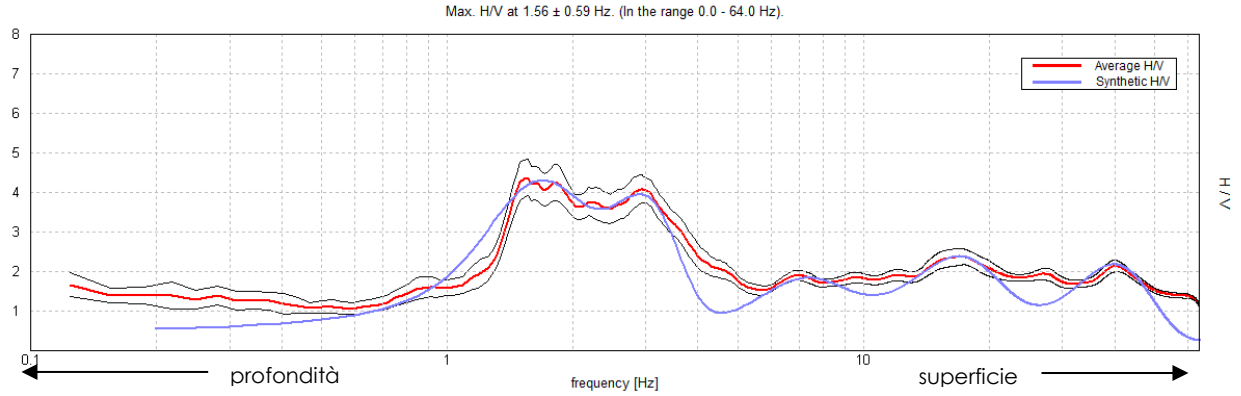


Figura 23 - Confronto tra curva H/V sperimentale (rosso) e teorica (azzurro)

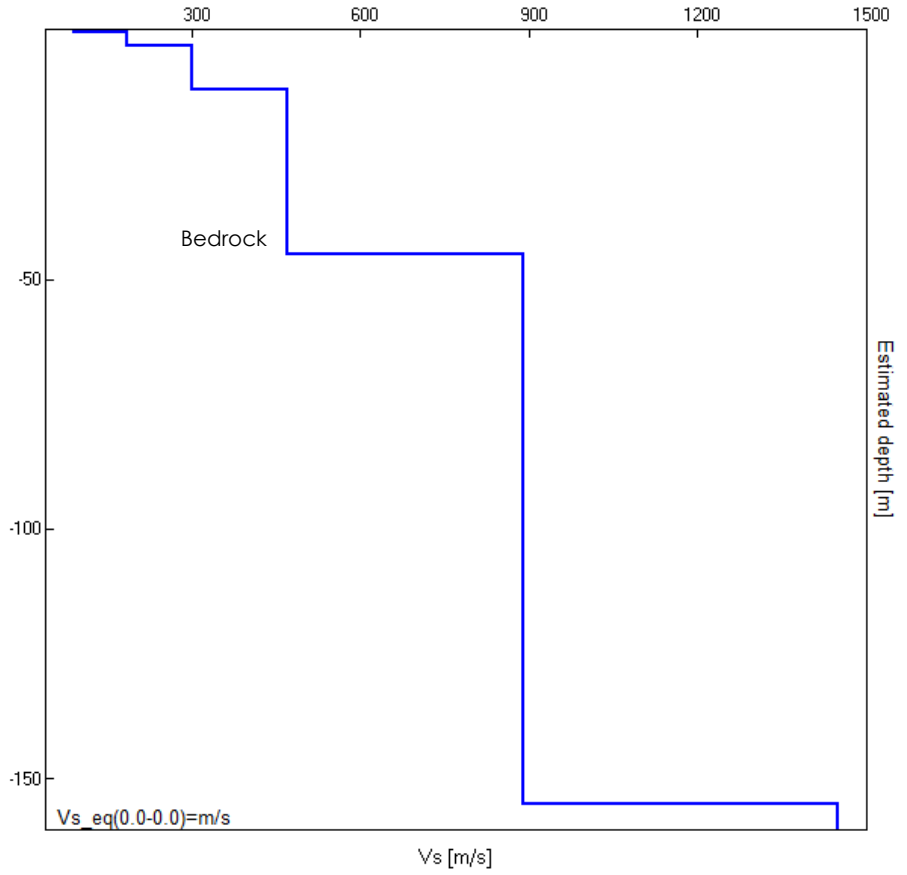


Figura 24 - Profilo di Vs fino a circa 160 m

Il profilo sopra riportato è stato ottenuto dai seguenti dati:

Profondità discontinuità sismica [m]	Spessore dello strato sismico [m]	Vs [m/s]
0.6	0.6	90
3.1	2.5	185
12.1	9.0	300
45.1	33.0	470
155.1	110	890
>155.1	inf.	1450

Nel sito, sulla base del modello derivato, si ottiene la stima del Vs_{30} in questi termini:

$$V_{S,30} = \frac{30m}{\left(\frac{0.6}{90} + \frac{2.5}{185} + \frac{9.0}{300} + \frac{17.9}{470}\right)} = 340\ m/s$$

Si tiene a precisare che, come per le altre tecniche di inversione di dati passivi, le assunzioni di fondo che risiedono nei modelli fanno si che l'errore di stima del parametro Vs possa raggiungere, nelle condizioni peggiori, il 30%.

L'indagine sismica sopra descritta, infine, ha permesso di stimare la velocità delle onde sismiche di taglio (Vs), calcolate per i primi 30 m di spessore, che è risultata pari a **340 m/s**.

In base a quanto riportato nelle Norme Tecniche sulle Costruzioni al Capitolo 3.2.2 "Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche", con la quale sono stati approvati i criteri per l'individuazione delle zone sismiche, i terreni indagati nella presente campagna geognostica, possono essere inseriti all'interno della classe **C**. A tale classe appartengono "*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*".

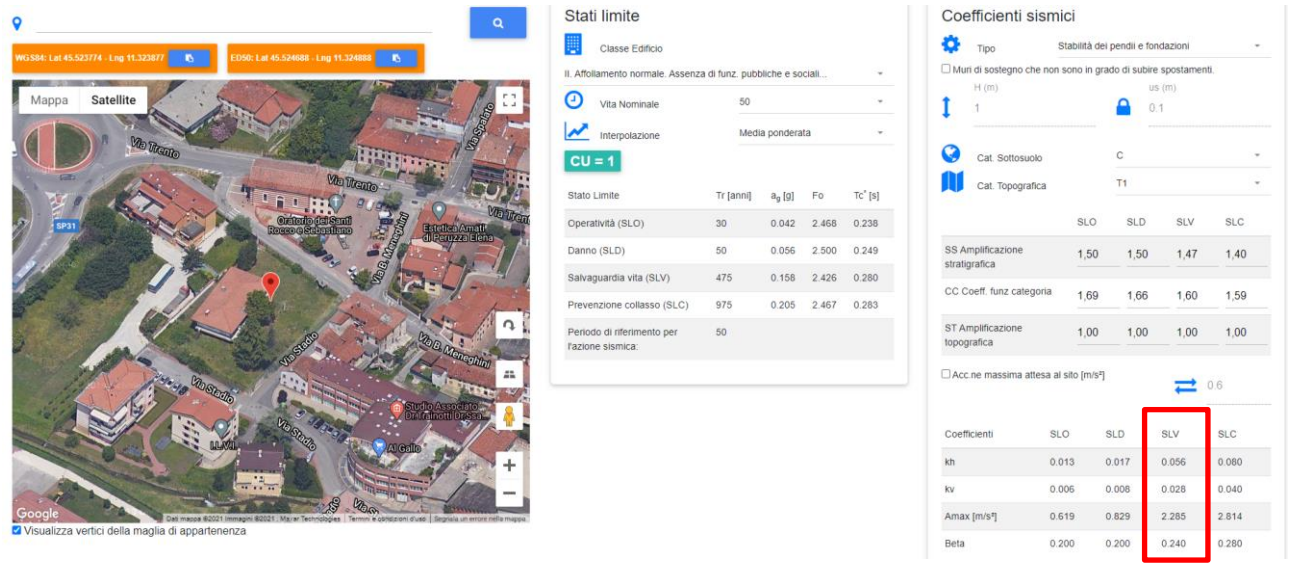


Figura 25 - Parametri di pericolosità sismica (Geostru Geoapp 2018)

Dati generali [C3.2.3 NTC 2018]

Latitudine:	45.52
Longitudine:	11.32
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento [C3.2.3 NTC 2018]

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

Coefficienti sismici [C7.11.3.5 NTC 2018]

Accelerazione massima (a_{max})	2.285 m/s^2
Coefficiente sismico orizzontale (k_h)	0.056g
Coefficiente sismico verticale (k_v)	± 0.028g

Vicenza, Marzo 2021