

REGIONE DEL VENETO
PROVINCIA DI VERONA
COMUNE DI BUTTAPIETRA

**PROGETTO PER L'INSEDIAMENTO DI UN
CENTRO IPPICO/TURISTICO PER L'ATTIVITA'
LUDICO - SPORTIVA IN VIA BELFIORE**

Relazione Geologica - Relazione Sismica - Relazione Geotecnica
(D.M. 17.01.2018 e s.m.i.)

Committente

Sig.ra Brutti Maria Angiola

Progetto

Geom. Giovanni Miozzi - Via Cà Magre, 8 - 37063 Isola della Scala (Vr)

EXPLOGEO S.A.S.

EXPLOGEO
di Ampelio Cagalli & C. s.a.



PER INCARICO DI EXPLOGEO

DOTT. GEOL. AMPELIO CAGALLI



SOMMARIO

DATI DELL'INTERVENTO	3
PREMESSA	6
RELAZIONE GEOLOGICA.....	7
1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO	7
1.1 Ubicazione e topografia.....	7
1.2 Unità geologiche, litologiche, strutturali	8
1.3 Forme del terreno e processi geomorfologici	9
1.4 Rischi geologici naturali e indotti	10
1.5 Idrografia.....	10
1.6 Idrogeologia e quota di falda	11
1.7 Vincoli, sicurezza idraulica	12
2 RILEVAMENTO GEOLOGICO TECNICO.....	13
2.1 Indagini in sito.....	13
2.2 Definizione delle unità litotecniche e valori medi di caratterizzazione dei terreni	20
3 VALUTAZIONI CONCLUSIVE DI CARATTERE GEOLOGICO	21
RELAZIONE SISMICA.....	22
1 ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITA'	22
1.2 Zonazione sismica.....	22
1.3 Determinazione della categoria del suolo di fondazione	23
1.4 Dati sismici per le verifiche degli stati limite	31
1.5 Liquefazione dei terreni	32
2 VALUTAZIONI CONCLUSIVE DI CARATTERE SISMICO.....	34
RELAZIONE GEOTECNICA.....	35
1 STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	35
1.2 Bulbo di influenza utilizzato per le calcolazioni	41
1.3 Calcolo in condizioni statiche	42
1.4 Calcolo in condizioni sismiche.....	46
2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE).....	50
Accorgimenti e precauzioni da adottare.....	55
COMPATIBILITA' E FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO	56

DATI DELL'INTERVENTO

Committente

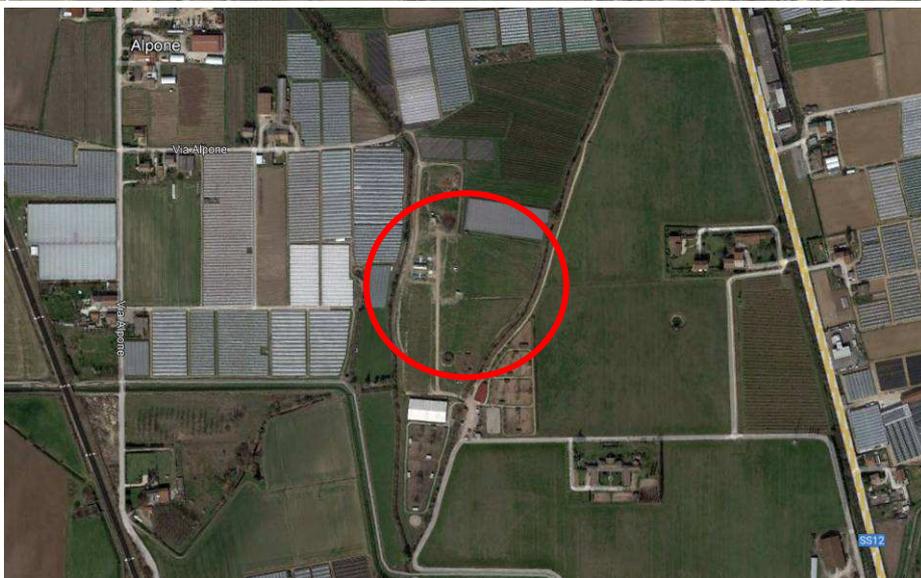
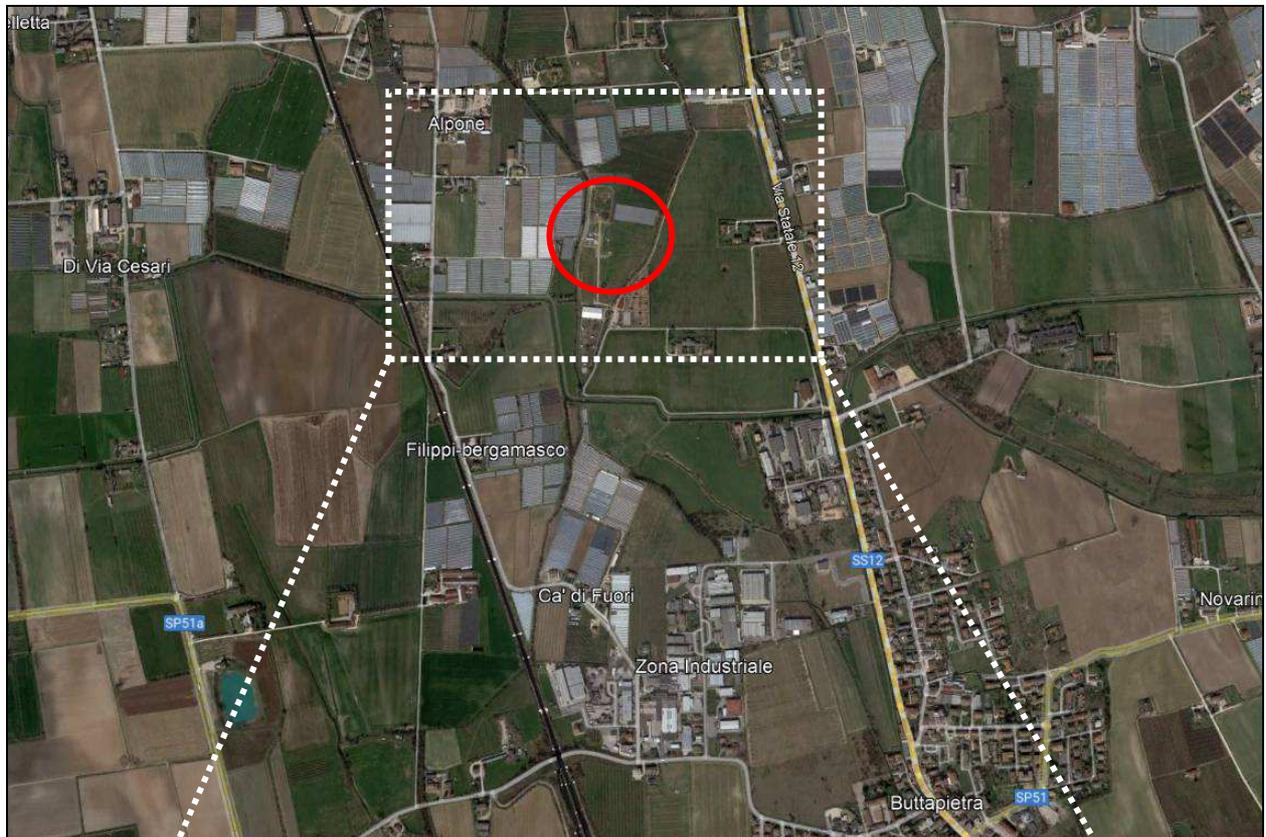
Sig.ra Brutti Maria Angiola

Progetto

Geom. Giovanni Miozzi - Via Cà Magre, 8 - 37063 Isola della Scala (Vr)

Ubicazione area d'intervento

Via Belfiore – Buttapietra (VR)



Aerofoto con ubicazione dell'area di intervento

Dati tecnici dell'intervento

Il progetto prevede la costruzione di un centro ippico/turistico per l'attività ludico sportiva. Per la realizzazione dello stesso le aree di proprietà oggetto di intervento vedono la costruzione di:

- un edificio di civile abitazione nell'angolo nord est dell'area, che occuperà uno spazio pari a ca. 200 m² ed avrà un'altezza max di 3,0 m;
- n° 6 strutture ricettive nel settore nord – ovest, di dimensioni 3,0 x 2,0 m per un totale di ca. 165 m² ed altezza pari a 3,0 m – strutture mobili su ruote;
- una scuderia ubicata a sud – ovest dell'area che occuperà un'area di ca. 1.200 m² ed avrà un'altezza di 5,0 m;
- un'area parcheggio ad ovest della scuderia di ca. 970 m²;
- una struttura per la sgambatura dei cavalli (sgambatoio) di ca. 1.800 mq nella parte sud del sito di studio.

In particolare la presente relazione si occuperà delle strutture di maggior importanza geotecnica quali l'edificio di civile abitazione (lotto D), la scuderia (lotto A) e lo sgambatoio (lotto D).

Per quanto riguarda le due strutture nei lotti A e B: si tratta di edifici permanenti costituiti da elementi in ferro e/o legno delle quali si riporta di seguito un'immagine "tipo".



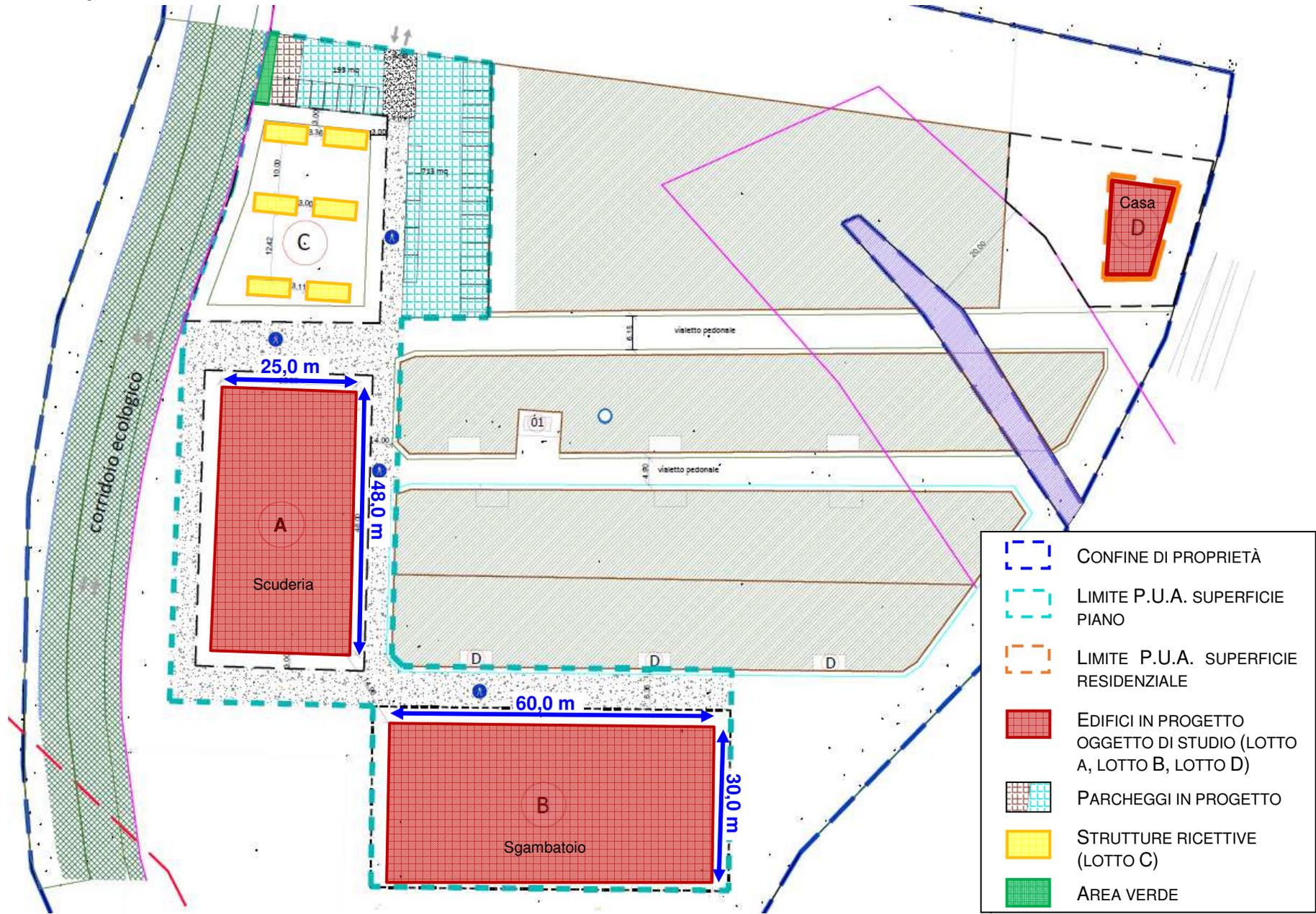
Scuderia "tipo"



Sgambatoio "tipo"

Alla pagina seguente viene riportata la planimetria generale fornita dal Progettista con l'ubicazione delle strutture in progetto mentre alle pagine successive vengono proposti alcuni stralci dagli elaborati tecnici di dettaglio.

PLANIMETRIA GENERALE



PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dalla Committenza si è provveduto all'esecuzione delle indagini geognostiche, geofisiche e delle verifiche necessarie per la realizzazione dell'intervento precedentemente descritto.

Per la valutazione litologica, la determinazione delle caratteristiche di resistenza e dei principali parametri geotecnici orientativi dei terreni nonché per la determinazione della quota della falda, sono state eseguite le seguenti indagini di campagna:

Tipologia d'indagine	Scavo geognostico esplorativo
Data indagine	28.05.2021
Numero indagini	n. 4
Profondità indagine	- 2,50 m da p.c.
Tipologia d'indagine	Prova geofisica con tecnica MASW + HVSR
Data indagine	28.05.2021
Riferimenti Normativi	- D.M. 17.01.2018 NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 e s.m.i. - CIRCOLARE 2 FEBBRAIO 2009 N. 617, C.S.LL.PP. - OPCM 3274 DEL 20.03.2003 - EC 7; EC 8

Il presente scritto fa riferimento ai disposti del D.M. 17.01.2018. "*Norme tecniche per le costruzioni 2018*" e s.m.i. il quale fornisce l'approccio tecnico alle procedure di calcolo ed alle verifiche delle strutture coerentemente con le condizioni geologiche dell'area di intervento.

Il presente scritto contiene:

- RELAZIONE GEOLOGICA
- RELAZIONE SISMICA
- RELAZIONE GEOTECNICA

I contenuti sono quelli indicati nel sommario; la stesura del presente scritto e l'elaborazione dati sono state eseguite nel mese di ottobre 2021.

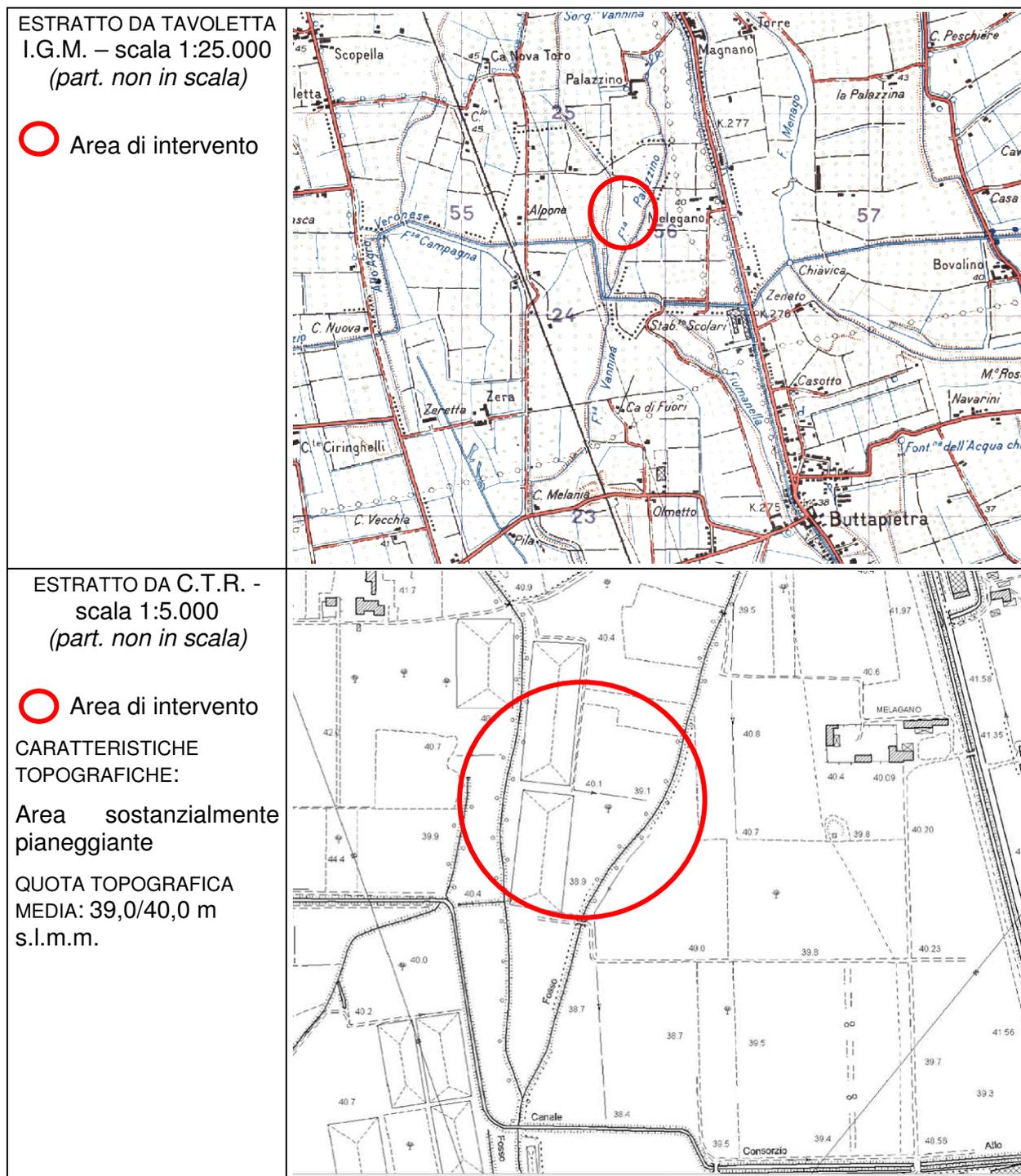
RELAZIONE GEOLOGICA

(NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI D.M. 17.01.2018 E S.M.I.)

1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

1.1 Ubicazione e topografia

L'area di intervento è situata in via Belfiore, al confine con il Comune di Verona, a ca. 1,7 Km dal centro di Buttapietra. Si tratta di un'area pianeggiante caratterizzata dal punto di vista topografico da una quota media di ca. 39,0/40,0 m s.l.m.m. (vedi seguenti estratti da TAVOLETTA I.G.M. – scala 1:25.000 e da CARTA TECNICA REGIONALE C.T.R. – Elemento 144042 "Marchesino" - scala 1:5.000).

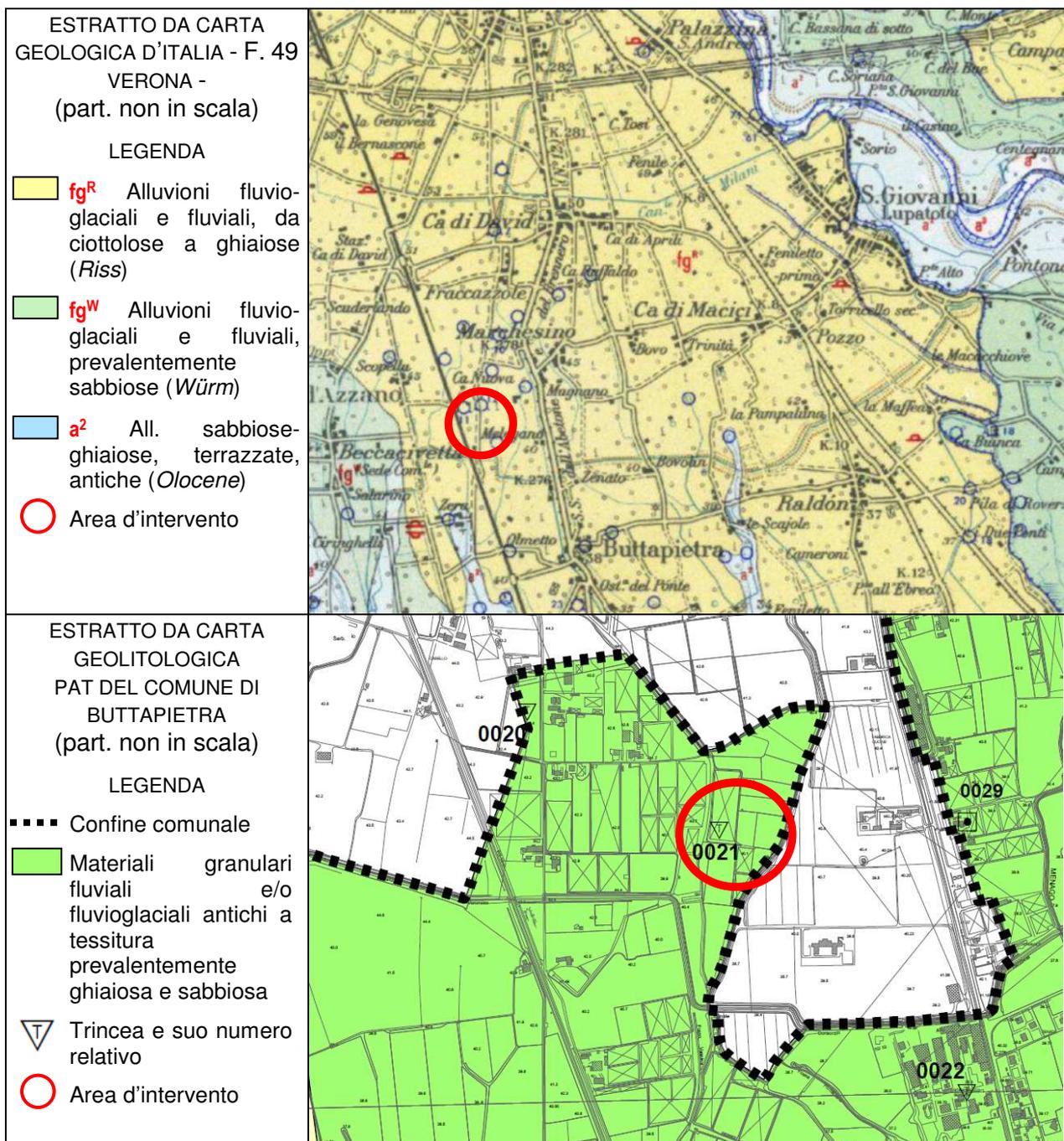


1.2 Unità geologiche, litologiche, strutturali

I tipi litologici superficiali della zona sono rappresentati principalmente da alluvioni medio grossolane quali sabbie e ghiaie alle quali si alternano sedimenti più fini come limi ed argille; tale motivo deposizionale si ripete anche nel substrato dove i diversi livelli stratigrafici si organizzano in estese strutture lenticolari aventi dimensioni estremamente variabili sia in potenza che in estensione longitudinale, con rapporti stratigrafici laterali frequentemente interdigitati.

Quanto sopra appare evidente nella cartografia geologica consultata, dove sono indicati i seguenti depositi:

- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – F. 49 VERONA (scala 1:100.000): *Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, da ciottolose a ghiaiose- fg^R (Riss);*
- CARTA GEOLITOLOGICA - PAT DEL COMUNE DI BUTTAPIETRA (scala 1:10.000): *Materiali granulari fluviali e/o fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa.*



Per una migliore ricognizione della successione litologica presente nel territorio indagato si riporta di seguito una stratigrafia allegata al P.AT. comunale (Trincea esplorativa n. 21), aggiunta alla stratigrafia dei pozzi profondi di proprietà presenti nei terreni vicini al sito di intervento.

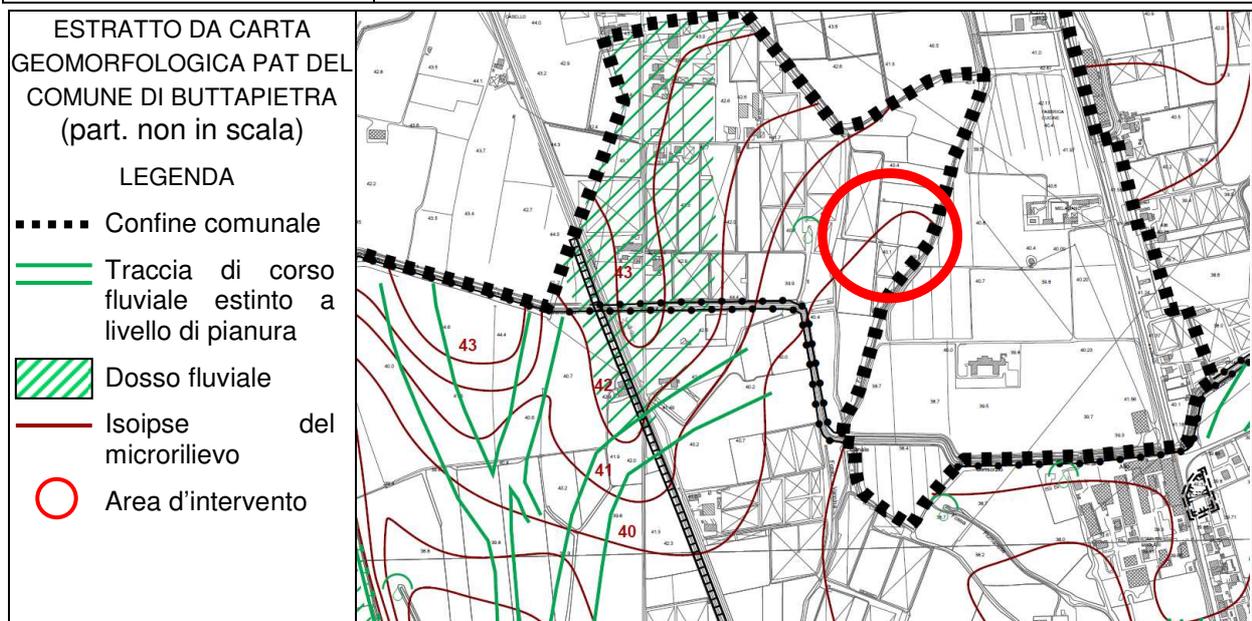
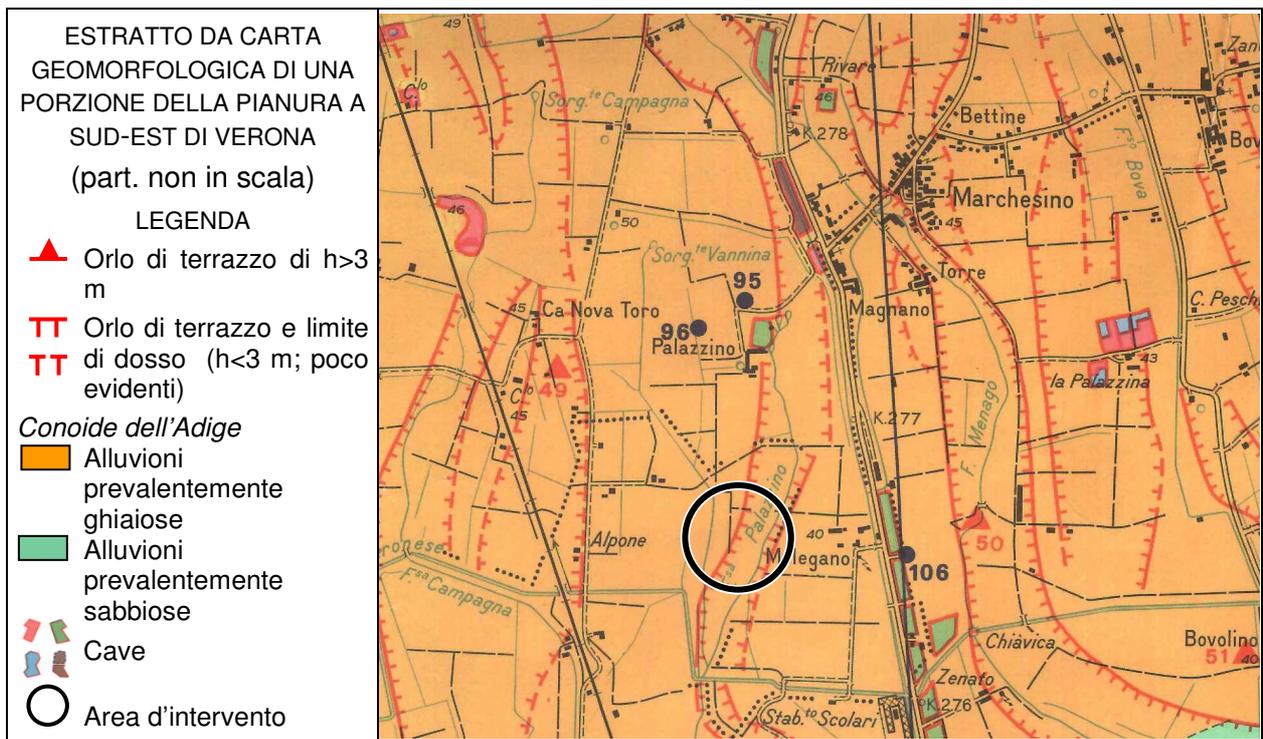
PROFONDITÀ (m da p.c.)	LITOLOGIA ORIENTATIVA
0,00 – 1,00	Suolo
1,00 – 5,00	Ghiaia
5,00 – 10,00	Argilla color cenere
10,00 – 22,00	Sabbia media
22,00 – 25,00	Argilla color cenere
25,00 – 32,00	Sabbia fine
32,00 – 42,00	Sabbia con ghiaia
42,00 – 55,00	Ghiaia con lenti di sabbia
55,00 – 60,00	Sabbia fine rossa
60,00 – 66,50	Argilla color cenere

Si tratta quindi di terreni prevalentemente ghiaiosi fino ad almeno – 5,0 m da p.c., successivamente è presente uno strato con una componente argillosa prevalente fino a ca. - 10,00 m da p.c.; al di sotto gli strati continuano prevalentemente granulari fino a - 60,0 m.

1.3 Forme del terreno e processi geomorfologici

Complessivamente il territorio sul quale insiste l'area d'intervento si presenta pianeggiante e privo, a livello macroscopico, di rilevanti discontinuità topografiche; alla scala del microrilievo, l'area di studio risulta interessata dalla presenza di tenui ondulazioni e discontinuità più o meno marcate riconducibili alla presenza di antiche strutture tipiche delle aree di pianura alluvionale quali terrazzi e relative scarpate erosive, paleoalvei, coni di esondazione e di rotta.

Consultando la CARTA GEOMORFOLOGICA DI UNA PORZIONE DELLA PIANURA A SUD-EST DI VERONA (scala 1:25.000) si può osservare che in corrispondenza dell'area in esame è indicata la presenza di orli di terrazzo con altezza inferiore 3,0 m legati ad antiche direzioni di deflusso fluviale. Si tratta comunque di lineamenti geomorfologici attualmente obliterati a causa dell'intensa urbanizzazione del territorio risalente agli ultimi decenni.



Nel dettaglio la CARTA GEOMORFOLOGICA del P.A.T. comunale posiziona l'area di studio nelle vicinanze di una traccia di corso fluviale estinto, ma ne rimane comunque esterna. La superficie topografica, secondo le isoipse del microrilievo, evidenzia la presenza di un dosso sabbioso ad ovest dell'area di proprietà che nel complesso risulta essere leggermente degradante verso sud-est.

1.4 Rischi geologici naturali e indotti

L'area non appare interessata da fenomeni di dissesto in atto o potenziali; il territorio, completamente pianeggiante, appare assolutamente stabile.

1.5 Idrografia

L'elemento idrografico principale della pianura veronese è il Fiume Adige, il cui alveo si individua ca. 6,5 km a NE dell'area d'intervento; l'idrografia superficiale del territorio è completata da numerosi corsi d'acqua come il Fosso Palazzino e la Fossa Vannina che delimitano l'area in progetto rispettivamente sul lato est e sul lato ovest; sempre verso ovest scorre il Canale del

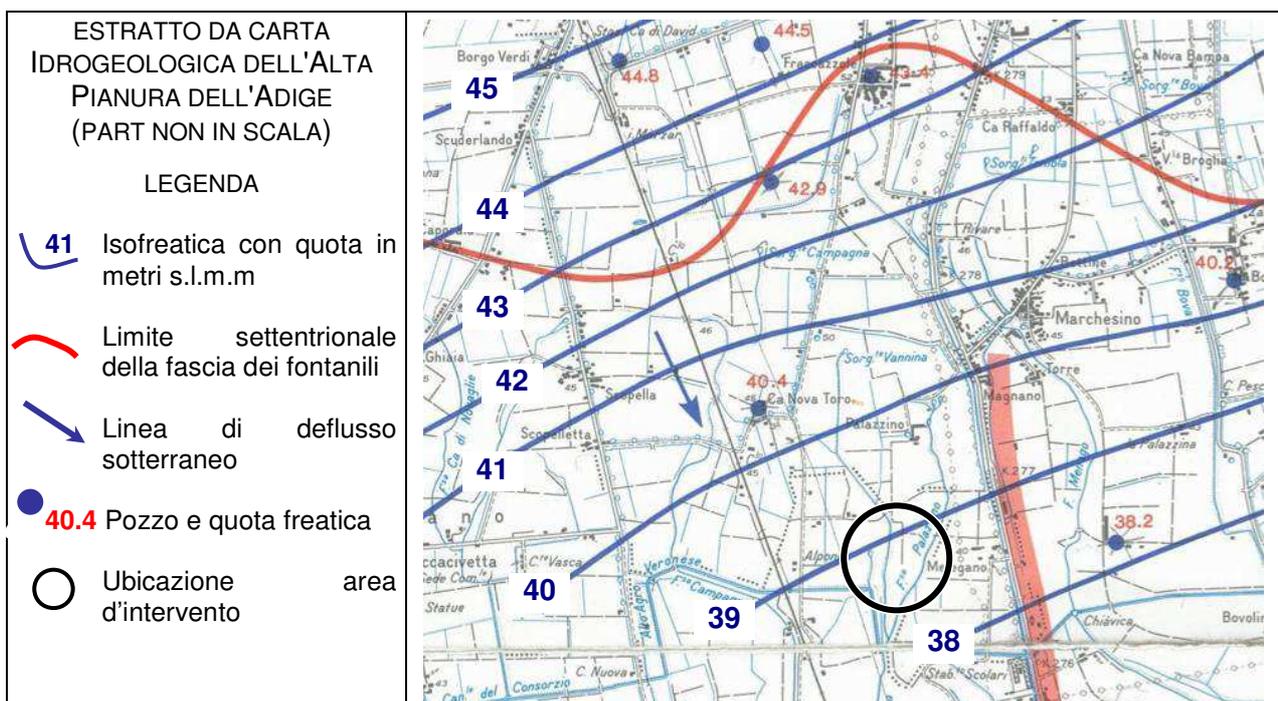
Consorzio Alto Agro Veronese dal quale si dirama la rete di fossi e canali a servizio dei terreni agricoli.

1.6 Idrogeologia e quota di falda

Dal punto di vista idrogeologico la differenziazione granulometrica degli orizzonti stratigrafici presenti nel substrato della Pianura Veronese determina strutture idrogeologiche non omogenee e disuniformi, variabili soprattutto da monte verso valle; l'area di intervento si trova a Sud della fascia delle risorgive; questa linea rappresenta il confine tra il potente materasso ghiaioso quaternario della fascia di alta pianura, dove si ritrova un unico grande acquifero indifferenziato, che procedendo verso SE si divide e si differenzia progressivamente in sistemi di più acquiferi sovrapposti e separati fra loro da livelli di sedimenti fini (argille s.l.) praticamente impermeabili (multiacquifero artesiano).

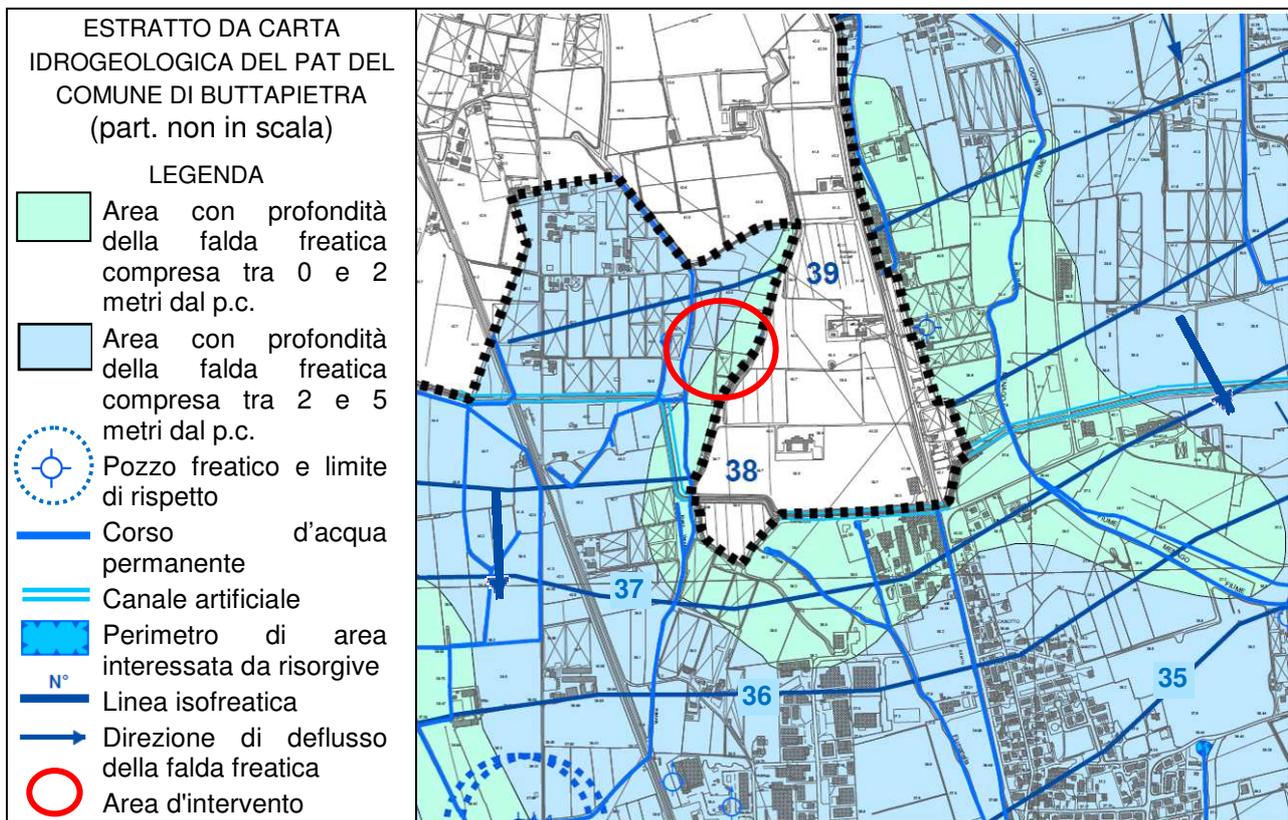
La direzione di deflusso delle acque sotterranee, influenzata in questo settore di pianura anche dagli apporti idrici del Fiume Adige, è rilevabile dalla struttura spaziale della superficie piezometrica che può essere definita dalla carta a linee isofreatiche congiungenti punti di egual quota s.l.m. della superficie di falda; la direzione principale di deflusso in corrispondenza all'area di intervento è all'incirca NW-SE, caratteristica questa comune a buona parte del territorio della media pianura veronese.

Per il riscontro cartografico di quanto sopra esposto si riporta di seguito l'estratto da "CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ALTA PIANURA DELL'ADIGE" redatta alla scala 1:30.000.



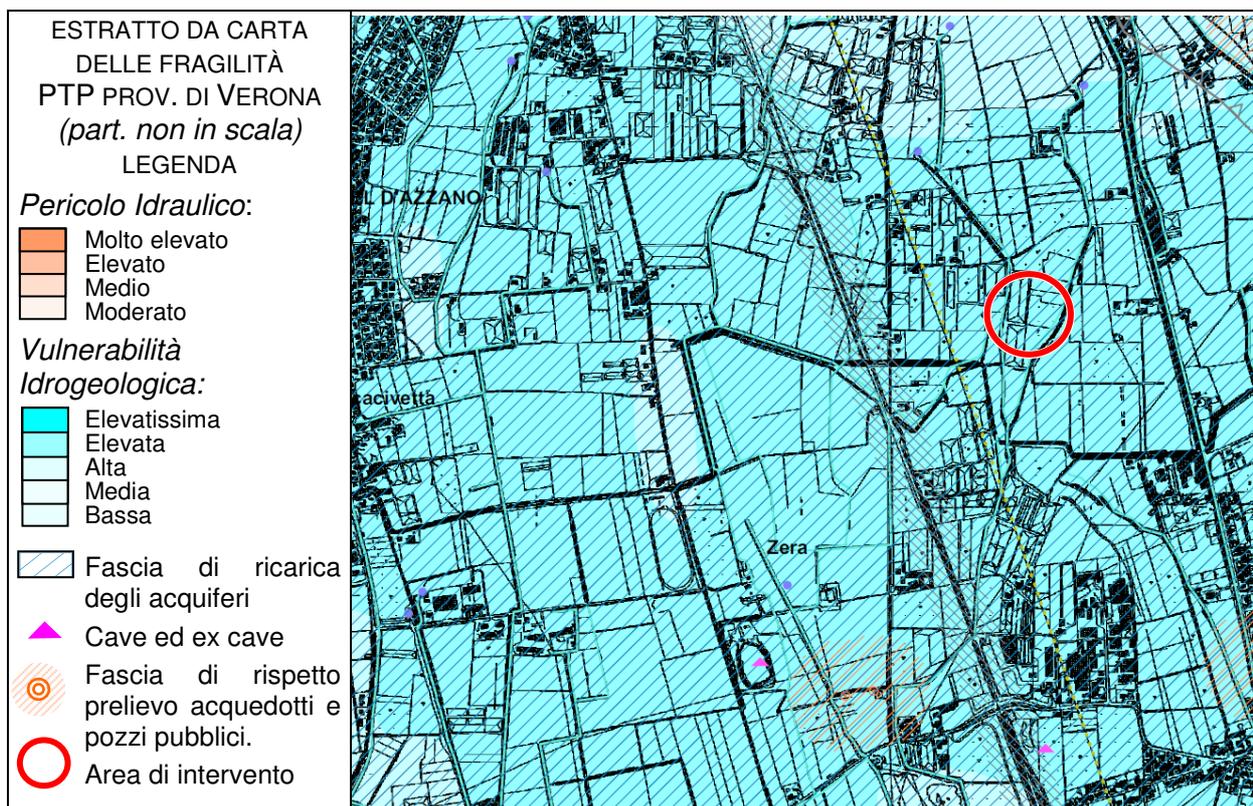
La prima falda ha carattere freatico ed alla data dell'esecuzione degli scavi geognostici è stata rinvenuta ad una profondità variabile tra ca. -1,20 e -1,50 m da p.c. attuale, nel settore centrale e orientale dell'area di proprietà mentre nel settore occidentale non è stata rinvenuta almeno fino a -2,5 m da p.c.; tale dato trova sostanziale conferma nella cartografia idrogeologica consultata, dove si indica una soggiacenza della falda che varia da nord-ovest a sud-est dell'area di intervento.

In particolare lo stralcio della CARTA IDROGEOLOGICA del PAT di Buttapietra consente di dedurre la soggiacenza media della falda compresa tra ca. -2,00 e -5,00 m da p.c. attuale sul lato nord-ovest e si avvicina progressivamente al p.c. verso sud-est dove si posiziona tra 0,0 e -2,00 m da p.c.; l'escursione è di ordine decimetrico/metrico nel corso dell'anno in stretta dipendenza dalle precipitazioni e dalle pratiche irrigue.



1.7 Vincoli, sicurezza idraulica

L'area in tempi recenti non ha subito esondazioni o altri episodi di dissesto idrogeologico ed è da ritenersi sicura sotto il profilo idraulico; a tal proposito si osservi il successivo stralcio da CARTA DELLE FRAGILITÀ relativa al P.T.P. (Piano Territoriale Provinciale) redatto a cura della Provincia di Verona nel quale si nota che la porzione dell'abitato di Buttapietra, dove è previsto l'intervento edilizio, non ricade in aree di attenzione o di pericolo idraulico; data l'elevata permeabilità dei terreni ghiaiosi presenti l'area di studio ricade entro la fascia di ricarica degli acquiferi e viene per questo classificata con un elevato grado di vulnerabilità idrogeologica. A tal riguardo si rimanda al capitolo "Compatibilità e fattibilità dell'intervento" (fine testo) che riporta quanto definito dalla normativa comunale (N.T.A. del P.A.T. di Buttapietra).



2 RILEVAMENTO GEOLOGICO TECNICO

2.1 Indagini in sito

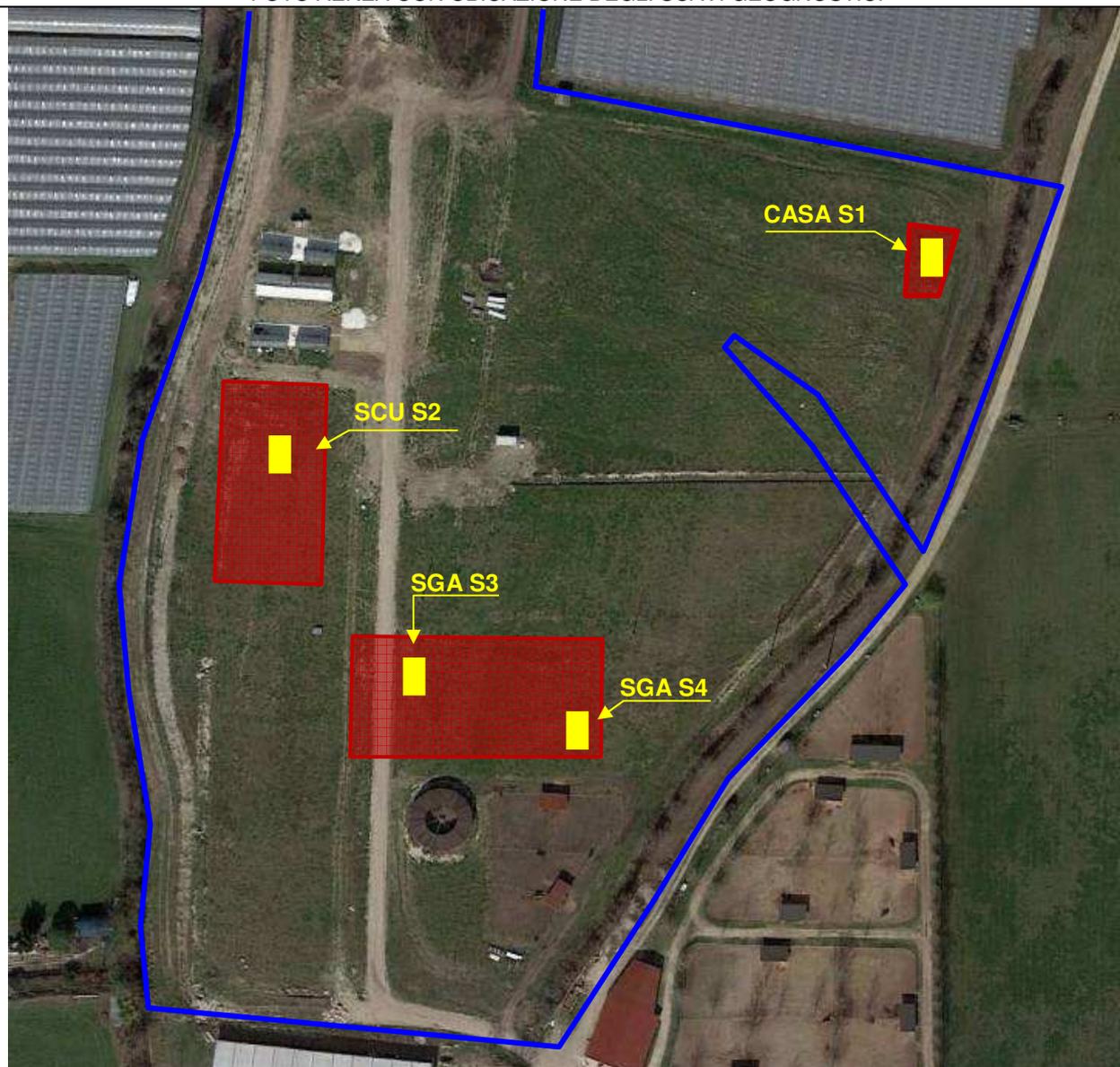
Per la valutazione litologica, la determinazione delle caratteristiche di resistenza e dei principali parametri geotecnici dei terreni presenti e per la determinazione della quota della falda sono stati eseguiti n.4 scavi geognostici, a mezzo di escavatore meccanico ubicati come indicato nella foto aerea successiva ed in particolare in corrispondenza delle strutture oggetto del presente studio (edifici di maggiore importanza geotecnica).

Gli scavi, spinti fino alla profondità di ca. -2,50 m da p.c., hanno evidenziato la presenza di terreni granulari ghiaiosi con ciottoli in matrice sabbiosa medio/grossa. Al di sotto, in riferimento ai dati geolitologici sul territorio in possesso dello scrivente dedotti da sondaggi geognostici, stratigrafie di pozzi, scavi esplorativi, ecc., continuano sedimenti di natura prevalentemente granulare almeno fino alla profondità di 5,0 m da p.c.

Per quanto riguarda la falda freatica, è stata riscontrata nelle trincee S1 (CASA), S3 e S4 (SGA - sgambatoio) mentre non è stata rinvenuta nella trincea S2 (SCU - scuderia). Come indicato in precedenza si tratta di una variazione confermata anche dalla cartografia comunale dettata in buona parte dalle differenze di quota topografica fra i diversi punti d'indagine.

A seguire si forniscono l'ubicazione ed i dati tecnici dedotti dagli scavi.

FOTO AEREA CON UBICAZIONE DEGLI SCAVI GEOGNOSTICI



Legenda

-  Confine di proprietà
-  Edifici in progetto oggetto di studio
-  Ubicazione scavi geognostici

Committente: Sig. Brutti Maria Angiola
Cantiere: Centro ippico/turistico

Data indagine: 04.10.2021
Località: via Belfiore, Buttapietra (VR)

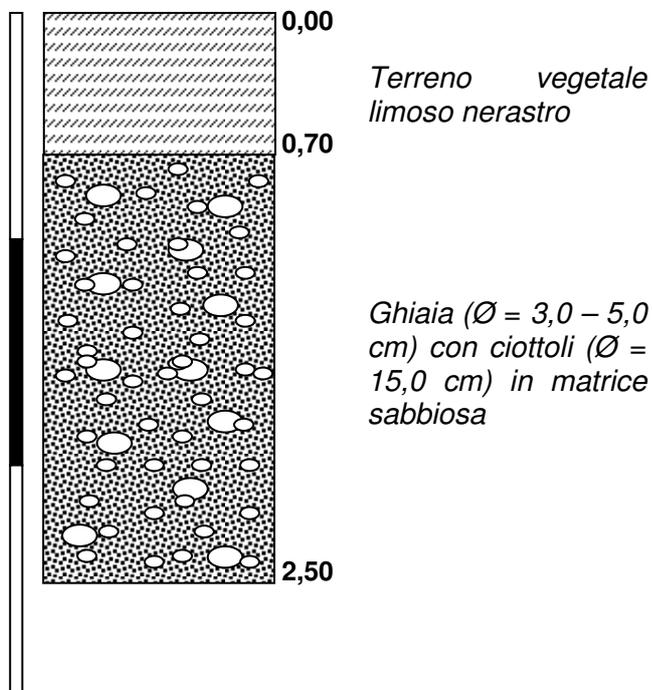
Scavo CASA S1

Quota topografica: p.c. attuale

Colonna stratigrafica

Litologia

Foto scavo



Quota falda: 1,20 m da p.c.



Particolare dei materiali estratti



Particolare della falda freatica riscontrata

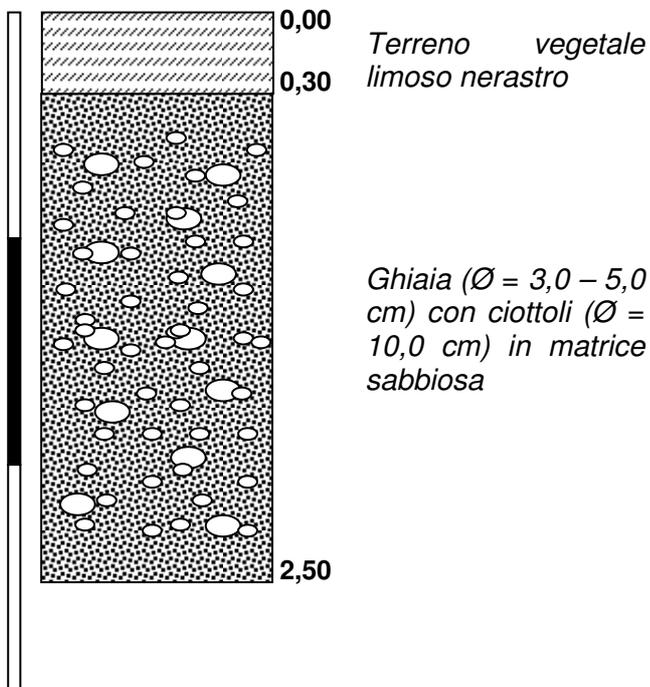
Scavo SCU S2

Quota topografica: p.c. attuale

Colonna stratigrafica

Litologia

Foto scavo



Quota falda: non rinvenuta



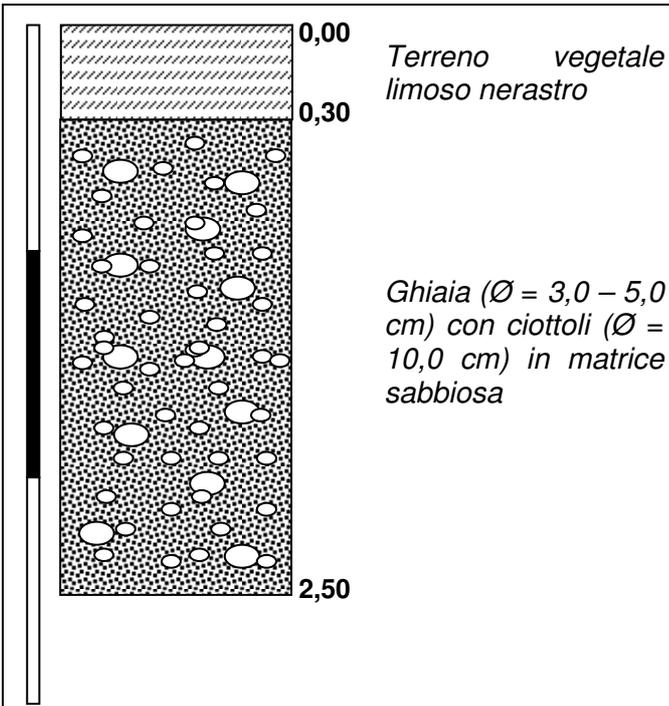


Particolare dei materiali estratti

Scavo SGA S3

Quota topografica: p.c. attuale

Colonna stratigrafica	Litologia	Foto scavo
------------------------------	------------------	-------------------



Quota falda: 1,50 m da p.c.



Particolare dei materiali estratti

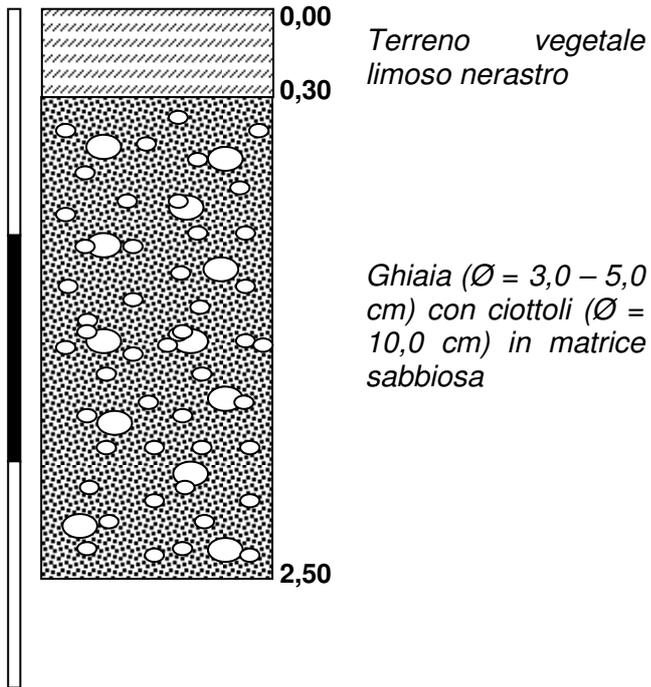
Scavo SGA S4

Quota topografica: p.c. attuale

Colonna stratigrafica

Litologia

Foto scavo



Quota falda: 1,50 m da p.c.



Particolare dei materiali estratti



Particolare dei materiali estratti

2.2 Definizione delle unità litotecniche e valori medi di caratterizzazione dei terreni

L'esecuzione delle indagini in sito ha consentito di rilevare la presenza superficiale di sedimenti grossolani di tipo ghiaioso con ciottoli in matrice sabbiosa almeno fino a - 2,50 m da p.c.. Al di sotto, in riferimento ai dati geolitologici sul territorio in possesso dello scrivente (dedotti da sondaggi geognostici, stratigrafie di pozzi, scavi esplorativi, ecc.), sono presenti sempre sedimenti di natura prevalentemente granulare almeno fino alla profondità di -5,0 m da p.c.. Nelle parti più profonde, in riferimento alla stratigrafia di pozzi presenti nella zona continuano ad essere presenti sedimenti granulari fino ad almeno -30,0 m da p.c. interrotti da strati di argilla color cenere aventi spessore di 5,0/10,0 m.

Di seguito si propone la sequenza litostratigrafica rinvenuta dagli scavi, completata fino alla profondità di ca. -30,0 m da p.c. con indicati i parametri geotecnici dei strati. Si tratta di valori dedotti sulla base dell'esperienza dello scrivente e da sondaggi geognostici eseguiti in terreni simili, inseriti nel medesimo contesto geologico.

PROFONDITÀ (in m da p.c.)	LITOLOGIA ORIENTATIVA	ϕ' medio	c_u medio (kg/cm^2)	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE
p.c. / -0,30 (*)	Terreno vegetale limoso nerastro	--	--	--
-0,30 / -2,50 (*)	Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa	33°	--	Molto buone
-2,50 / -5,00 (**)	Ghiaia	32°	--	Molto buone
-5,00 / -10,00 (**)	Argilla color cenere	--	0,6/0,8	Sufficienti
-10,00 / -22,00 (**)	Sabbia media	29°/30°	--	Buone
-22,00 / -25,00 (**)	Argilla color cenere	--	0,6/0,8	Sufficienti
-25,00 / -30,00 (**)	Sabbia fine	29°/30°	--	Buone

* da scavo geognostico ** da stratigrafie profonde

I valori di angolo di attrito ϕ' si riferiscono ai terreni a prevalenza granulare mentre i valori di coesione c_u sono relativi agli intervalli coesivi (argille e limi); in assenza di prove di laboratorio i valori assegnati sono da considerarsi orientativi e cautelativi.

Per quanto riguarda la falda freatica, nel calcolo della capacità portante vengono considerati i livelli corrispondenti in riferimento agli scavi geognostici eseguiti ed in riferimento alla cartografia di repertorio. In particolare vengono considerati i seguenti valori: - 1,20 m da p.c. per la casa (lotto D), -1,50 m per lo sgambatoio (lotto B) e -2,00 m per la scuderia (lotto A).

3 VALUTAZIONI CONCLUSIVE DI CARATTERE GEOLOGICO

Le indagini di riferimento hanno permesso di trarre le conclusioni di seguito esposte.

- i terreni superficiali presenti nell'area d'intervento sono rappresentati da sedimenti grossolani di tipo ghiaioso con ciottoli in matrice sabbiosa almeno fino a – 5,00 m da p.c.. Nelle parti più profonde, in riferimento alla stratigrafia di pozzi presenti nella zona continuano ad essere presenti sedimenti granulari fino ad almeno – 30,0 m da p.c. interrotti da strati di argilla color cenere di potenza metrica;
- alla data di esecuzione degli scavi la falda è stata rinvenuta ad una profondità variabile tra ca. –1,20 e -1,50 m da p.c. attuale, nel settore centrale e orientale dell'area di proprietà mentre nel settore occidentale non è stata rinvenuta almeno fino a -2,5 m da p.c.; questo coerentemente con i dati di repertorio dove si indica una soggiacenza della falda che varia da nord-ovest (dove risulta compresa tra 2,0 e 5,0 m) a sud-est dell'area di intervento (dove risulta compresa tra 0,0 e 2,0 m);
- l'area appare stabile da un punto di vista geomorfologico e non presenta dissesti in atto o potenziali;
- l'area risulta sicura da un punto di vista idraulico, ma data l'elevata permeabilità dei terreni ghiaiosi presenti la stessa ricade entro la fascia di ricarica degli acquiferi e viene per questo classificata con un elevato grado di vulnerabilità idrogeologica. A tal riguardo si rimanda al capitolo "*Compatibilità e fattibilità dell'intervento*" (fine testo).
- l'area non risulta gravata da vincoli geologici, idrogeologici, ambientali.

RELAZIONE SISMICA

(NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI D.M. 17.01.2018 e s.m.i.)

1 ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITA'

1.2 Zonazione sismica

Secondo quanto disposto dall'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.03, e s.m.i., e quanto previsto dalla DGRV 96/CR del 07/08/2006 i parametri sismici vengono calcolati puntualmente in base al valore dell'accelerazione massima attesa sul sito con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g).

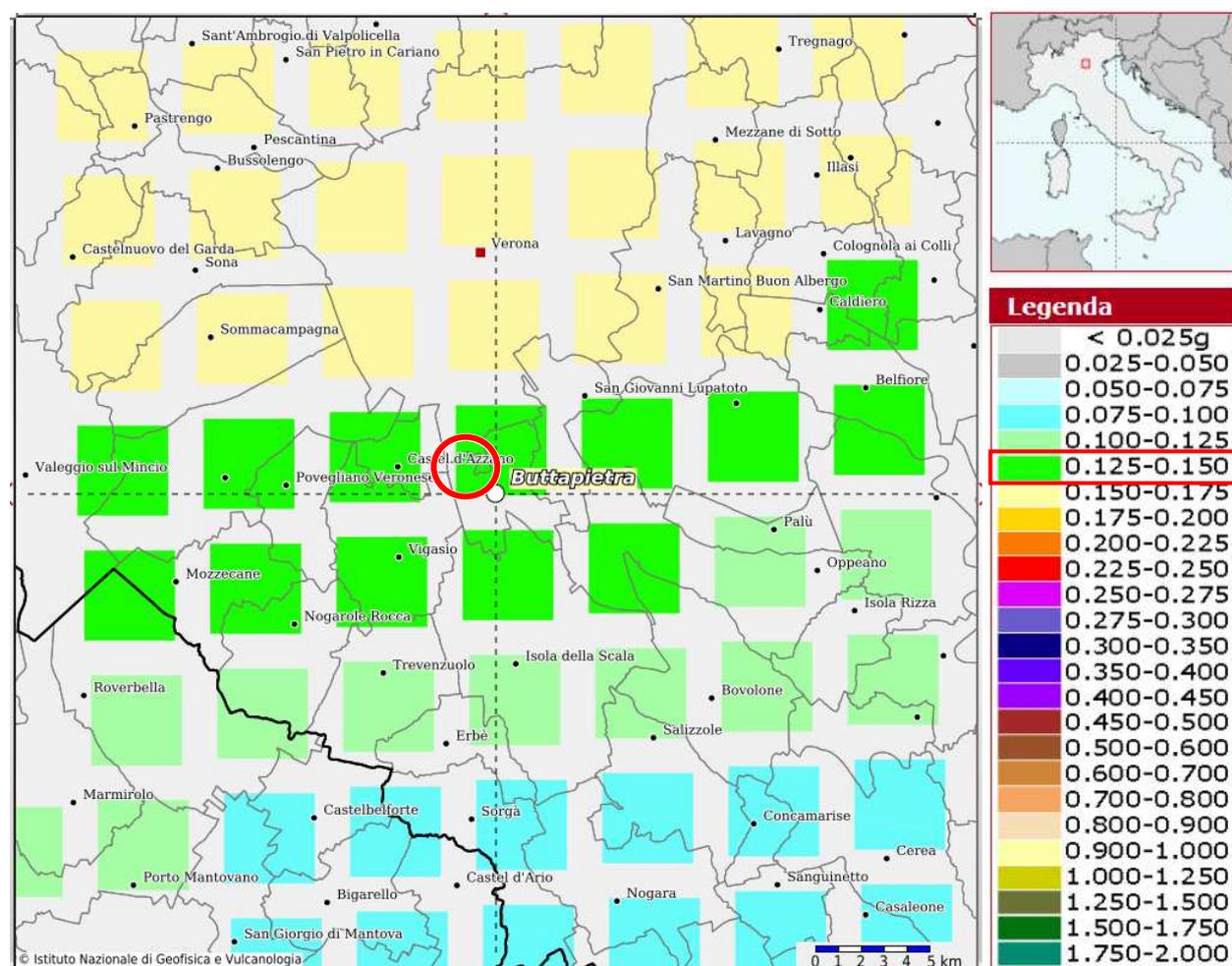
Sito in esame:

LATITUDINE / LONGITUDINE: 45.354878 N / 10.988512 E (WGS84)

Categoria topografica: T1, superficie pianeggiante (i media < 15°)

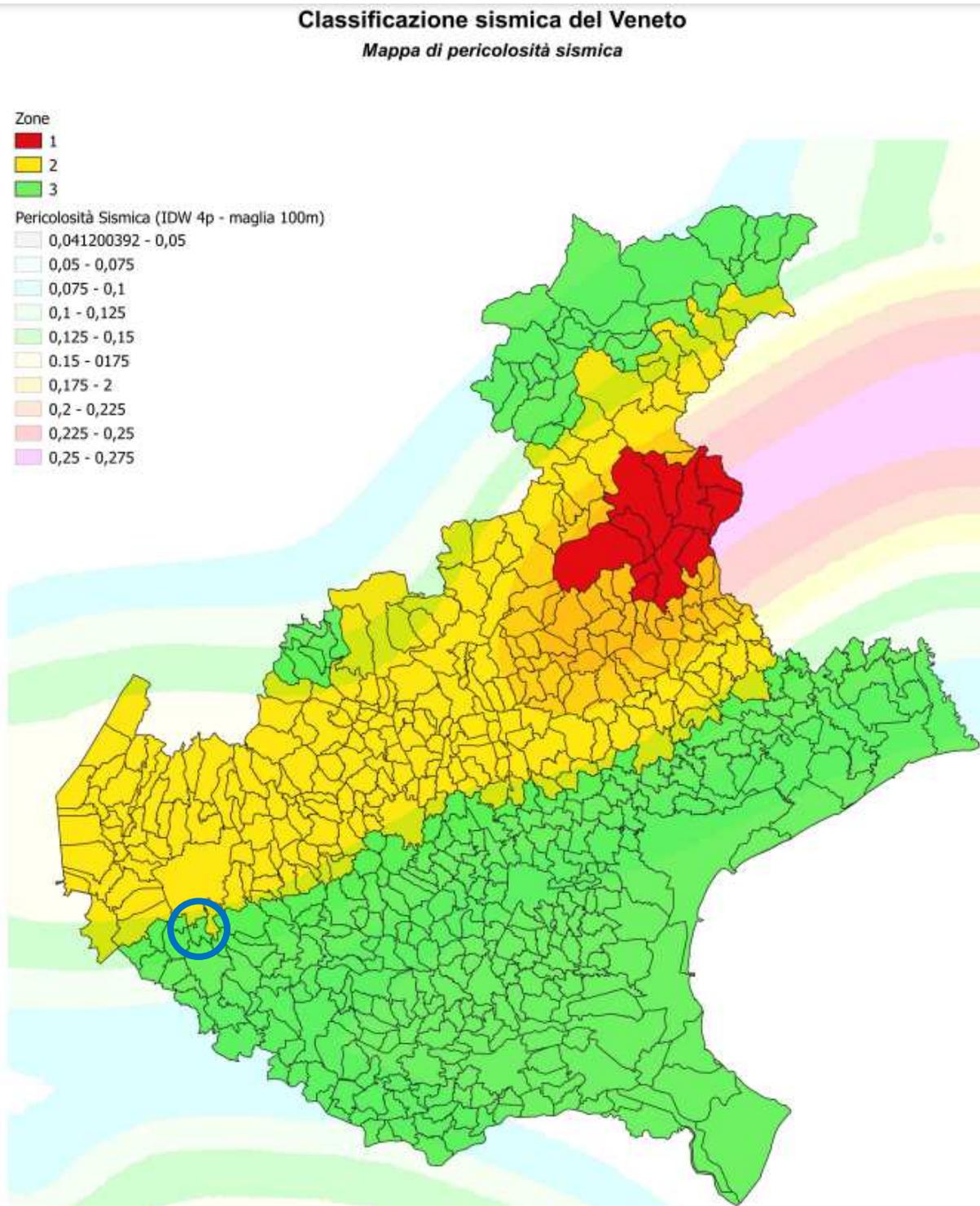
a_g : 0,141 g

La classificazione sismica nazionale attribuisce al Comune di Buttapietra la classe sismica 3 con $0.125 < a_g \leq 0.150$



Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, la Regione Veneto con D.G.R. n. 244 del 09 marzo 2021, ha stabilito le nuove zone sismiche regionali in base alle quali il Comune di Buttapietra viene riconfermato in zona 3.

Si riporta nella figura seguente la zonizzazione individuata.



1.3 Determinazione della categoria del suolo di fondazione

Per la determinazione della categoria del suolo di fondazione è stata eseguita un'indagine geofisica appropriata sui terreni d'intervento; obiettivi dell'indagine erano:

- caratterizzazione del sito dal punto di vista sismico secondo il D.M. 17.01.2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni);

- misura della frequenza di risonanza del sito.

A tale scopo sono state eseguite le indagini utilizzando due tecniche diverse: MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*); H.V.S.R. (*Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio*).

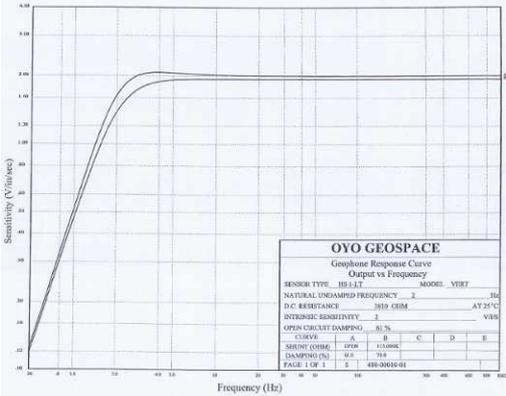
Attrezzatura utilizzata

L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo Sysmatrack della MAE - Advanced Geophysics Instruments dotato delle seguenti caratteristiche:

- convertitori: risoluzione 24 bit, tecnologia sigma-delta;
- range dinamico: 144 dB (teorico);
- distorsione massima: +/-0,0010%;
- banda passante: 2Hz-30KHz;
- common mode rejection: 110 dB a 60 Hz;
- diafonia: -120dB a 20 Hz;
- soglia di rumore dell'amplificatore programmabile: 27nV;
- precisione del trigger: 1/30 del tempo di campionatura.

I sensori utilizzati sono i seguenti:

- 12 geofoni verticali con frequenza di 4,5 Hz;
- geofono triassiale MAE S3S2 con frequenza di 2 Hz.

																									
<p>Sysmatrack</p>	<p>Geofono da 4,5 Hz</p>																								
	 <table border="1" data-bbox="1157 1473 1385 1630"> <thead> <tr> <th colspan="2">OYO GEOSPACE</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Geophone Response Curve</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Output vs Frequency</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SENSOR TYPE</td> <td>HELIUM</td> </tr> <tr> <td>NATURAL UNDAMPED FREQUENCY</td> <td>MODEL</td> </tr> <tr> <td>D.C. RESISTANCE</td> <td>380 OHM</td> </tr> <tr> <td>INSTRUMENT SENSITIVITY</td> <td>1 V/MS</td> </tr> <tr> <td>OPEN CIRCUIT DAMPING</td> <td>85%</td> </tr> <tr> <td>CURVE</td> <td>A B C D E</td> </tr> <tr> <td>CURRENT GAIN</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>DAMPING (%)</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>SCALE 1 CM 1</td> <td>5 1 400/000/01</td> </tr> </tbody> </table>	OYO GEOSPACE		Geophone Response Curve		Output vs Frequency		SENSOR TYPE	HELIUM	NATURAL UNDAMPED FREQUENCY	MODEL	D.C. RESISTANCE	380 OHM	INSTRUMENT SENSITIVITY	1 V/MS	OPEN CIRCUIT DAMPING	85%	CURVE	A B C D E	CURRENT GAIN	1000	DAMPING (%)	75	SCALE 1 CM 1	5 1 400/000/01
OYO GEOSPACE																									
Geophone Response Curve																									
Output vs Frequency																									
SENSOR TYPE	HELIUM																								
NATURAL UNDAMPED FREQUENCY	MODEL																								
D.C. RESISTANCE	380 OHM																								
INSTRUMENT SENSITIVITY	1 V/MS																								
OPEN CIRCUIT DAMPING	85%																								
CURVE	A B C D E																								
CURRENT GAIN	1000																								
DAMPING (%)	75																								
SCALE 1 CM 1	5 1 400/000/01																								
<p>Sensore triassiale MAE S3S2</p>	<p>Curva di risposta dei velocimetri del S3S2</p>																								

Indagine MASW

Nella maggior parte delle indagini sismiche, per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh che sono la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga (dispersione).

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale.

Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro.

Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche; l'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale.

L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza; il legame velocità-frequenza è detto spettro di dispersione.

La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale e rappresenta, in tale dominio, le massime ampiezze dello spettro.

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale; questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno.

I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

L'obiettivo dell'indagine consiste nella ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo finalizzata all'assegnazione della categoria del sottosuolo di fondazione ($V_{s,eq}$) come richiesto dalla normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 17/01/2018).

L'interpretazione dei dati viene eseguita utilizzando il software Easy Masw della Geostru e Grilla Software della Moho srl.

Indagine HVSR

La tecnica a sismica passiva HVSR, Horizontal to Vertical Spectral Ratio, è molto rapida, non invasiva e richiede pochissimo spazio a disposizione. Attraverso la misura del rapporto spettrale H/V determinato da microtremori (oscillazioni del suolo indotte da fattori naturali o antropici) è possibile valutare le frequenze proprie di vibrazione del sottosuolo.

Attraverso l'elaborazione dello spettro H/V, oltre alle frequenze di risonanza del terreno, è possibile ottenere dettagli stratigrafici e velocità delle onde di taglio V_s .

Per l'acquisizione dei dati viene usato un geofono triassiale a 2 Hz della ditta MAE srl.

In questo tipo di analisi, si pone l'attenzione sul fenomeno della *doppia risonanza* cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico trasmesso in superficie e quelle degli edifici in progetto, oppure esistenti.

In caso di evento sismico infatti ci potrebbe essere una notevole trasmissione di energia dal suolo all'edificio con importanti sollecitazioni strutturali.

La frequenza di risonanza di un edificio può essere stimata con la formula semplificata:

$$f_e = 10 \text{ Hz} / \text{numero piani}$$

Oppure può essere valutata con formule semplificate, quale quella indicata nel D.M. 17.01.2018, valida per edifici con Z non superiore ai 40 metri e massa distribuita, approssimativamente, in maniera uniforme lungo l'altezza

$$f_s = \frac{1}{C_1 Z^{\frac{3}{4}}}$$

Tipologia	C ₁
Costruzioni con struttura a telaio in acciaio	0,085
Costruzioni con struttura a telaio in calcestruzzo armato	0,075
Costruzioni con qualsiasi altro tipo di struttura	0,050

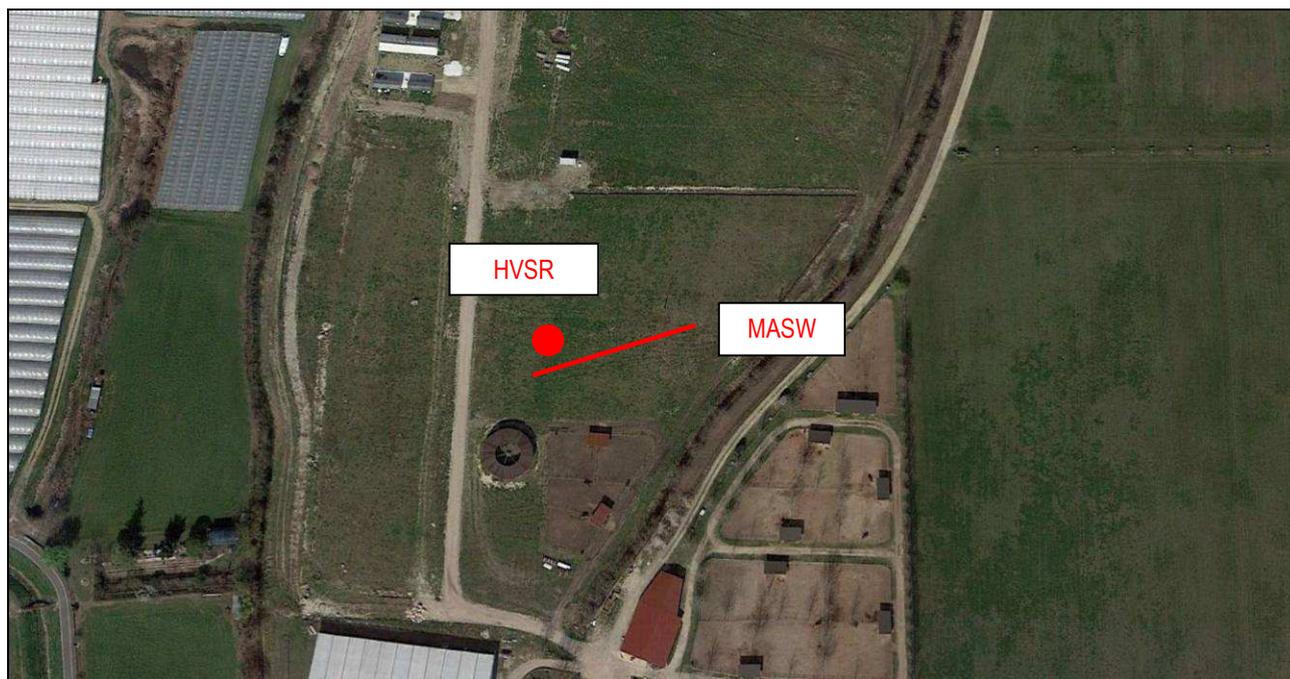
L'interpretazione dei dati viene eseguita utilizzando i software GEOPSY, Grilla della MOHO e fogli elettronici autoprodotti.

Inquadramento geografico

L'area in analisi è ubicata in Via Belfiore nel Comune di Buttapietra (VR) ad una quota di circa 39,0/40,0 m s.l.m.; le coordinate geografiche (WGS84) del centro dell'array e del geofono triassiale, sono le seguenti:

LATITUDINE / LONGITUDINE : 45,354343 N / 11,988223 E (WGS84)

Si riporta di seguito una foto aerea con indicata la posizione delle indagini eseguite mentre nelle pagine successive vengono esposti i risultati ottenuti.



Risultati indagine MASW

Start recording: 04/10/21 00:00:00 End recording: 04/10/21 00:00:02

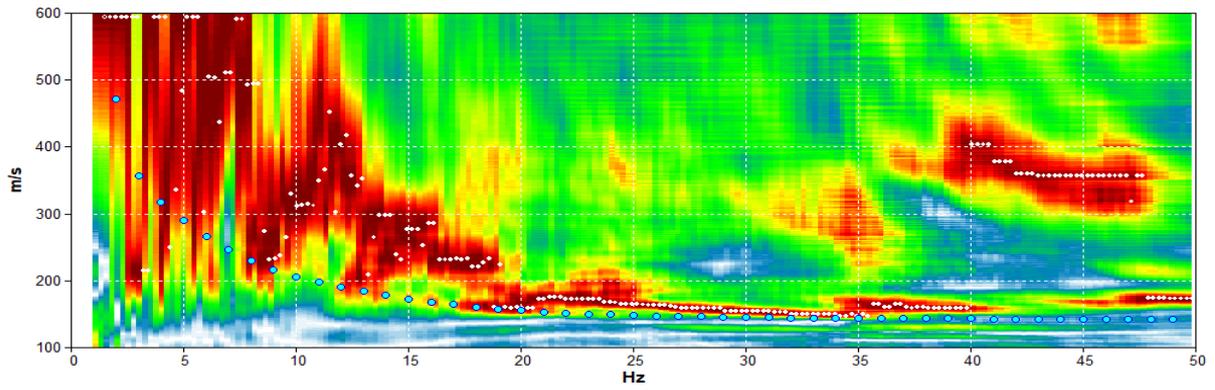
Trace length: 0h00'02".

Sampling rate: 1000 Hz

Channel labels: CH01 ; CH02 ; CH03 ; CH04 ; CH05 ; CH06 ;
CH07 ; CH08 ; CH09 ; CH10 ; CH11 ; CH12

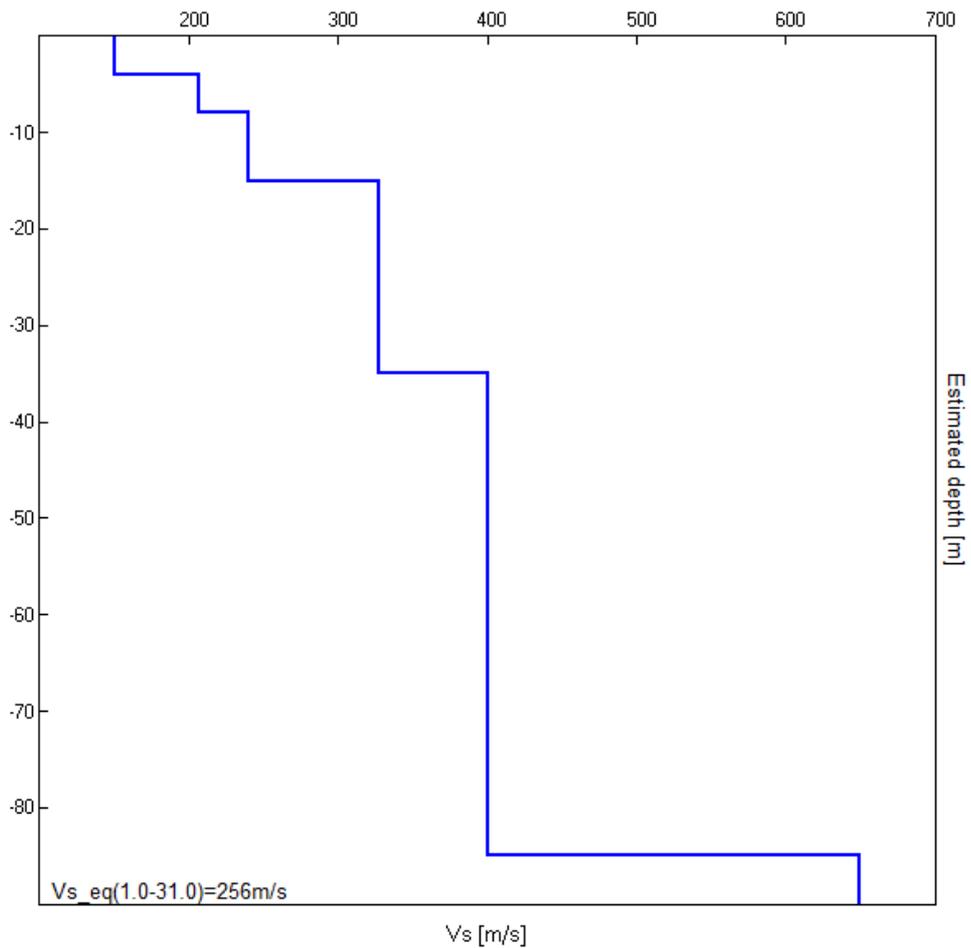
Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Profondita strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	150	0.45
8.00	4.00	207	0.45
15.00	7.00	240	0.45
35.00	20.00	328	0.45
85.00	50.00	400	0.45
inf.	inf.	650	0.45

Vs_eq(1.0-31.0)=256m/s



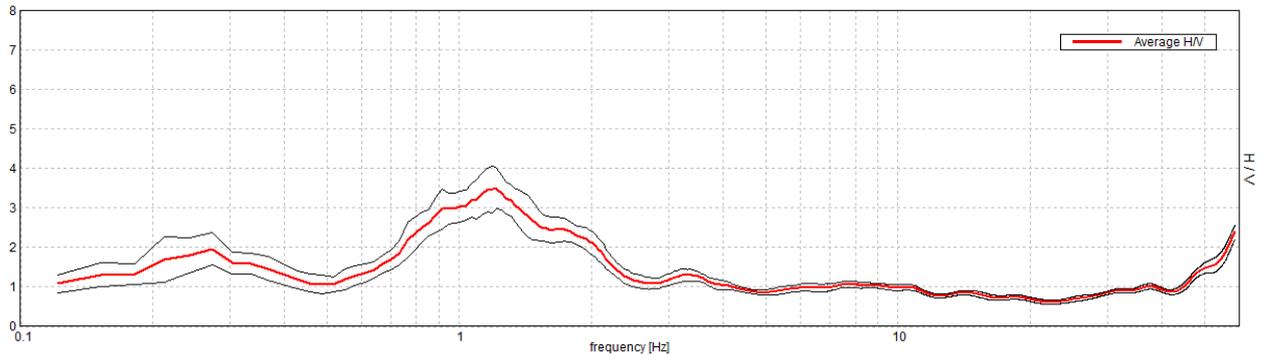
Risultati indagine HVSr

Instrument: EXT-MAE A6000S

Data format: 16 byte
 Full scale [mV]: n.a.
 Start recording: 04/10/21 00:00:00 End recording: 04/10/21 00:10:00
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 GPS data not available
 Trace length: 0h10'00". Analysis performed on the entire trace.
 Sampling rate: 250 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 10%

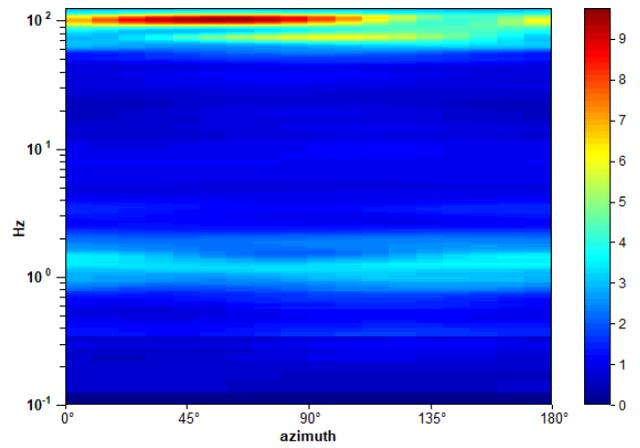
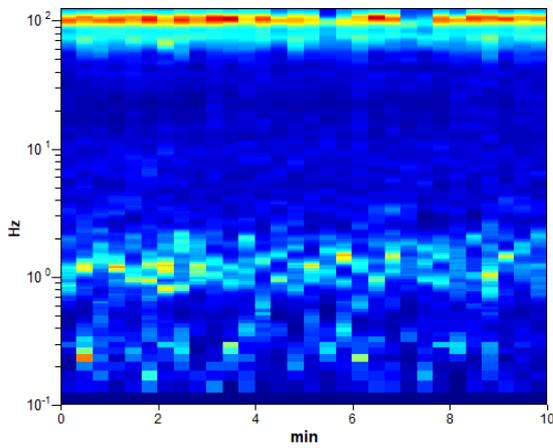
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

Max. H/V at 1.22 ± 0.09 Hz. (In the range 0.0 - 10.0 Hz).

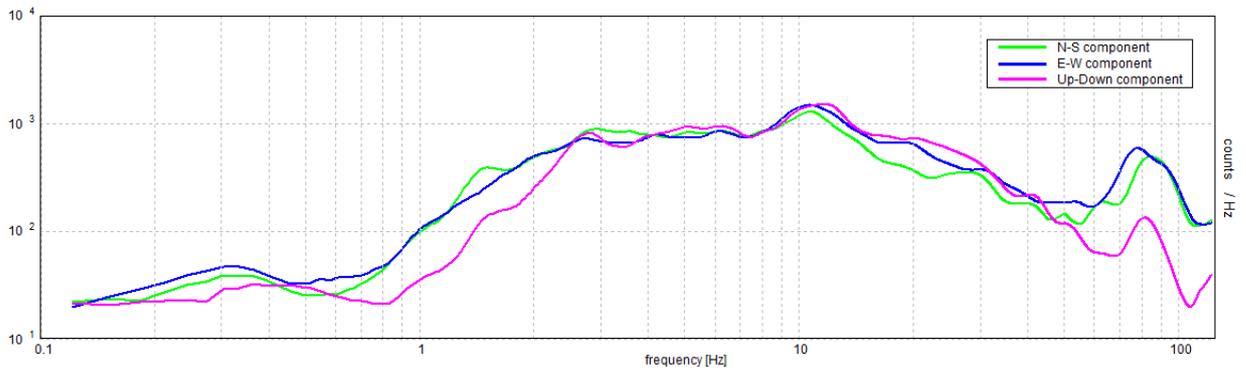


H/V TIME HISTORY

DIRECTIONAL H/V

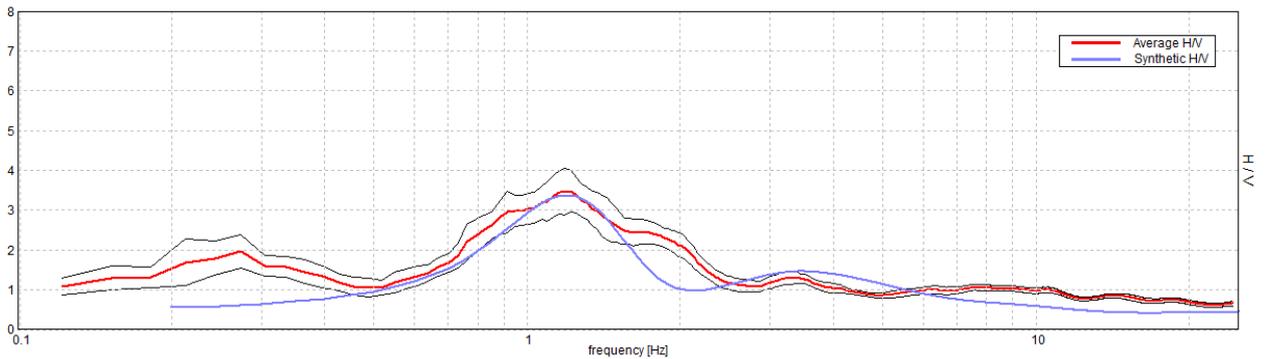


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 1.22 ± 0.09 Hz. (In the range 0.0 - 25.0 Hz).



Considerazioni

La frequenza caratteristica di risonanza del sito generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale ($A_0=3.48$), è di 1.22 ± 0.09 Hz. Non si rilevano altri picchi significativi

Categoria del suolo di fondazione

Per l'identificazione della categoria di sottosuolo la normativa raccomanda vivamente la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s tramite metodi diretti ed eventualmente desumerla dall'esecuzione di prove in sito.

La categoria viene poi identificata attraverso la Tabella 3.2.II delle NTC 2018, di seguito riportata.

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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>

Le indagini MASW e HVSR, hanno consentito di misurare la $V_{s,eq}$ come riportato nella tabella sottostante.

Array	Profondità piano di posa fondazioni	$V_{s,eq}$	Cat. sismica
Masw/HVSR	1 m da p.c.	$V_{s,eq} (1-31) \approx 256 \text{ m/s}$	C

Pertanto la categoria di suolo risulta essere "C".



Stazione sismica HVSR

Array MASW

1.4 Dati sismici per le verifiche degli stati limite

Con riferimento alla classe d'uso dell'edificio ovvero classe d'uso II (così come indicata nelle NTC di cui al D.M. 17.01.2018), indicando la vita nominale dello stesso in 50 anni, è possibile, avvalendoci dei dati forniti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, fornire i seguenti dati sismici propedeutici alla verifica progettuale agli stati limite intesi come condizione superata la quale la struttura in esame non soddisfa più i requisiti per i quali è stata progettata.

Secondo le Norme Tecniche delle Costruzioni gli stati limite sono quattro:

- SLO (stato limite operatività)
- SLD (stato limite danno)
- SLV (stato limite salvaguardia vita)
- SLC (stato limite prevenzione del collasso)

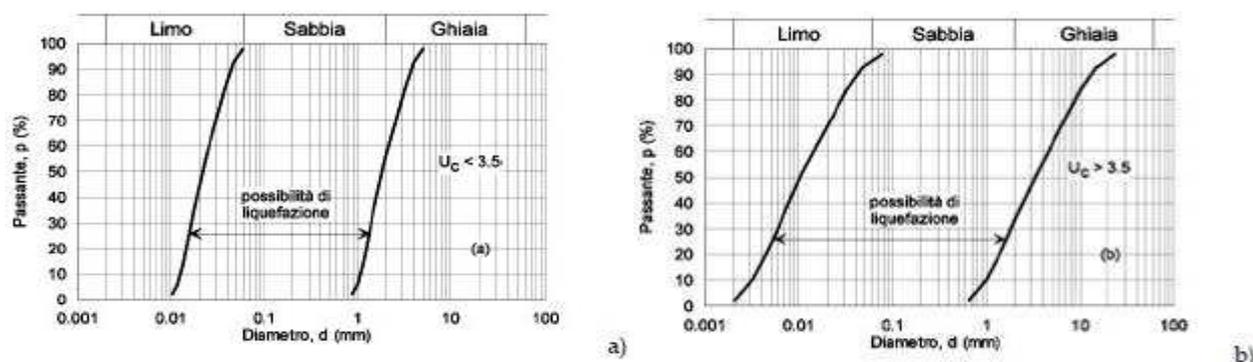
Seguono le tabelle riepilogative dei dati sismici.

SLO (Stato Limite Operatività)		
	PARAMETRI SISMICI	COEFFICIENTI SISMICI
Prob. di superamento:	81 [%]	Ss: 1,500
Tr:	30 [anni]	Cc: 1,690
ag:	0,037 g	St: 1,000
Fo:	2,563	Kh: 0,011
Tc*:	0,235 [s]	Kv: 0,006
		Amax: 0,550
		Beta: 0,200
SLD (Stato Limite Danno)		
	PARAMETRI SISMICI	COEFFICIENTI SISMICI
Prob. di superamento:	63 [%]	Ss: 1,500
Tr:	50 [anni]	Cc: 1,640
ag:	0,050 g	St: 1,000
Fo:	2,468	Kh: 0,015
Tc*:	0,257 [s]	Kv: 0,008
		Amax: 0,738
		Beta: 0,200
SLV (Stato Limite salvaguardia della Vita)		
	PARAMETRI SISMICI	COEFFICIENTI SISMICI
Prob. di superamento:	10 [%]	Ss: 1,490
Tr:	475 [anni]	Cc: 1,600
ag:	0,141 g	St: 1,000
Fo:	2,435	Kh: 0,050
Tc*:	0,278 [s]	Kv: 0,025
		Amax: 2,059
		Beta: 0,240
SLC (Stato Limite prevenzione del Collasso)		
	PARAMETRI SISMICI	COEFFICIENTI SISMICI
Prob. di superamento:	5 [%]	Ss: 1,430
Tr:	975 [anni]	Cc: 1,600
ag:	0,184 g	St: 1,000
Fo:	2,474	Kh: 0,063
Tc*:	0,280 [s]	Kv: 0,032
		Amax: 2,584
		Beta: 0,240

1.5 Liquefazione dei terreni

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) (punto 7.11.3.4.2), indicano che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

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 $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{cIN} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{cIN} 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 Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Premesso che nei sedimenti presenti in superficie la componente ghiaiosa è rilevante dando luogo a depositi non liquefacibili per definizione, va comunque osservato che il valore di a_g , per la situazione in esame, è pari a $0,141$ (cfr. tab. precedente) ed inoltre a detto valore devono essere applicate le correzioni dovute all'amplificazione stratigrafica ed all'amplificazione topografica secondo quanto indicato nelle NTC di cui al D.M. 17.01.2018 – tab. 3.2.IV e tab. 3.2.V che si presentano di seguito per rapidità di consultazione.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

TAB. 3.2.IV – ESPRESSIONI DI S_s E C_c

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 del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

TAB. 3.2.V – VALORI MASSIMI DEL COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA S_T

Per quanto riguarda l'amplificazione topografica, essendo l'area d'intervento in pianura (cat. top. T1), il valore di S_T = 1; per quanto riguarda S_s, essendo il suolo di categoria C si avrà :

$$S_s = 1,70 - (0,60 \times 2,435 \times 0,141) = 1,49$$

Dovendo essere per normativa $1,00 \leq S_s \leq 1,50$ si assumerà S_s = 1,49

Da quanto sopra il valore di a_g opportunamente adeguato agli effetti dell'amplificazione sismica e topografica sarà il seguente:

$$a_g = 0,141 \times 1,49 \approx 0,210$$

La verifica a liquefazione quindi non può essere omessa con riferimento al caso di esclusione n. 1 (cfr. tab. precedente).

In merito al punto n. 2 la falda non è a profondità superiore di 15 m da p.c. per questo la verifica a liquefazione non può essere omessa con riferimento al caso di esclusione n. 2 (cfr. tab. precedente).

In relazione al punto n. 3 vengono fatte le seguenti considerazioni:

alla quota d'imposta delle fondazioni, l'indagine di campagna indica la presenza di depositi ghiaiosi e ciottolosi in matrice sabbiosa pertanto si procederà alla verifica calcolando il *valore della resistenza alla punta normalizzato* per tali depositi nel seguente modo:

$$\begin{aligned} q_{C1 \text{ norm}} (\text{casa}) &= 236 > 180 \\ q_{C1 \text{ norm}} (\text{scuderia}) &= 211 > 180 \\ q_{C1 \text{ norm}} (\text{sgambatoio}) &= 193 > 180 \end{aligned}$$

dove:

$$q_{C1 \text{ norm}} \quad - \text{valore della resistenza alla punta normalizzato} = q_{C1} \times \sqrt{(100 / \sigma')}$$

$$q_{C1 \text{ norm}} (\text{casa}) = 236$$

$$q_{C1 \text{ norm}} (\text{scuderia}) = 211$$

$$q_{C1 \text{ norm}} (\text{sgambatoio}) = 193$$

$$q_{C1} \quad - \text{valore della resistenza alla punta sul piano di posa delle fondazioni} = 90$$

(valore ricavato da prove penetrometriche eseguite su terreni simili e nello stesso contesto geologico del sito di intervento)

$$\sigma' \quad - \text{pressione efficace di confinamento sul piano di posa delle fondazioni previsto a -}$$

0,80 m da p.c. per la casa; - 1,0 m da p.c. per la scuderia; -1,2 m da p.c. per lo sgambatoio

$$\sigma' (\text{casa}) = (1,85 \text{ t/m}^3 \times 0,80 \text{ m}) = 1,48 \text{ t/m}^2 = 14,51 \text{ KPa}$$

$$\sigma' (\text{scuderia}) = (1,85 \text{ t/m}^3 \times 1,00 \text{ m}) = 1,85 \text{ t/m}^2 = 18,14 \text{ KPa}$$

$$\sigma' (\text{sgambatoio}) = (1,85 \text{ t/m}^3 \times 1,20 \text{ m}) = 2,22 \text{ t/m}^2 = 21,80 \text{ KPa}$$

Per quanto sopra, risulta verificata la condizione di esclusione con riferimento al punto n. 3 (cfr. tab. precedente) e quindi non si rende necessario procedere alla determinazione del rischio di liquefazione.

Da ultimo appare del tutto probabile l'appartenenza dei terreni presenti alle aree esterne alle zone di *rischio di liquefazione* indicate nella condizione di esclusione 4

Per la magnitudo attesa nell'area d'intervento si fa riferimento alla zonazione sismo genetica di cui alle Linee Guida del Gruppo di Lavoro MS 2008, paragrafo 2.8.2 – zona sismogenetica ZS9 - che suddivide il territorio italiano in 36 zone sismogenetiche; per quella d'interesse viene indicata una magnitudo di riferimento $M = 6.6$.

Numero ZS	Zone ZS	Mw (max)
918, 919, 910	Medio Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza-Sanremo	6,37
905, 906, 915, 930	Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Ionica	6,60
924,925,931	Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	6,83

*Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274)
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*

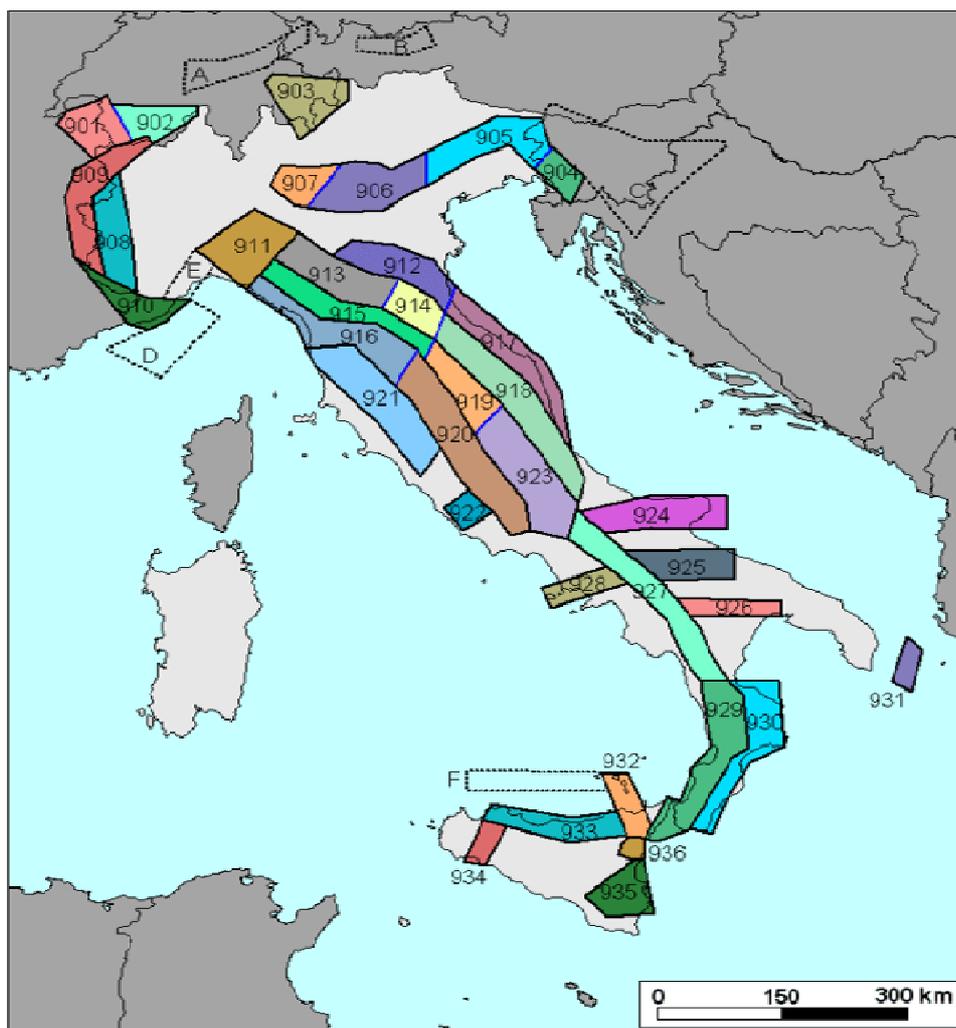


Figura 2 - Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il significato del colore (blu o nero) dei bordi delle zone è spiegato nel testo. Il colore delle zone non è invece significativo.

2 VALUTAZIONI CONCLUSIVE DI CARATTERE SISMICO

Le indagini svolte hanno permesso di trarre le conclusioni di seguito esposte:

- la classificazione sismica nazionale e regionale attribuiscono al territorio comunale di Buttapietra la classe sismica 3;
- la categoria di sottosuolo è di tipo "C";
- i terreni di appoggio non risultano a rischio di liquefazione in caso di evento sismico.

RELAZIONE GEOTECNICA

(NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI D.M. 17.01.2018 E S.M.I.)

1 STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Nelle verifiche agli stati limite ultimi (SLU) è necessario verificare che l'azione agente di progetto sia non maggiore della resistenza di progetto disponibile ossia:

$$Ed \leq Rd$$

Il coefficiente di sicurezza non compare esplicitamente nella verifica, ma è introdotto attraverso più coefficienti parziali utilizzati per la valutazione delle azioni agenti e resistenti di progetto a partire dai valori caratteristici del terreno sul piano di posa delle fondazioni.

I coefficienti di sicurezza parziali amplificano i valori caratteristici delle *azioni instabilizzanti* (A) e riducono i valori caratteristici delle *proprietà meccaniche del terreno* (M) e della *struttura* (R).

Le tabelle successive riportano i coefficienti parziali di sicurezza per le azioni, per i parametri di resistenza del terreno e le verifiche agli stati limite

Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	COEFFICIENTE PARZIALE γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno.

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_F (o γ_E)	(M1) STR	(M2) GEO
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Le NTC 2018 prevedono che le verifiche geotecniche per le opere di fondazione vengano eseguite utilizzando l'approccio 2

APPROCCIO 2
COMBINAZIONE UNICA
A1+M1+R3

Al momento della stesura del presente scritto non erano noti i carichi precisi trasmessi al piede della fondazione; pertanto, in accordo con il Progettista, le verifiche seguenti devono essere considerate orientative e muovono da valori di carico dedotti da costruzioni simili per tipologia e

struttura; in caso di valori dei carichi significativamente diversi da quelli qui adottati si dovrà senz'altro procedere a nuove e puntuali verifiche.

VALORI CARATTERISTICI DEL TERRENO(f_k)SUL PIANO DI POSA	
Angolo resistenza al taglio	$\phi'k = 33^\circ$ (cautelativo)
Resistenza non drenata	$c_k = --$
Peso volume terreno secco	$\gamma_{dr} = 1,85 \text{ kN/m}^3$
Peso volume terreno saturo	$\gamma_{sat} = 21,50 \text{ kN/m}^3$
Peso volume terreno immerso	$\gamma_{imm} = 11,69 \text{ kN/m}^3 (= \gamma_{sat} - 9,81)$

CARATTERISTICHE GENERALI FONDAZIONE	CASA (LOTTO D)
TIPOLOGIA FONDALE N.1 – TRAVE	
Dimensione trave (Lato B)	0,80 m
Piano di posa fondazione	ca. – 0,80 m da p.c.
Spessore della fondazione	0,50 m
Peso specifico calcestruzzo	25,0 kN/m ³
CARICO DI ESERCIZIO	
Al piede della fondazione (peso proprio della fondazione + carichi permanenti + carichi accidentali) viene considerato un carico pari a 1,00 kg/cm ² .	
TIPOLOGIA FONDALE N.2 – TRAVE	
Dimensione trave (Lato B)	1,00 m
Piano di posa fondazione	ca. – 0,80 m da p.c.
Spessore della fondazione	0,50 m
Peso specifico calcestruzzo	25,0 kN/m ³
CARICO DI ESERCIZIO	
Al piede della fondazione (peso proprio della fondazione + carichi permanenti + carichi accidentali) viene considerato un carico pari a 1,00 kg/cm ² .	

CARATTERISTICHE GENERALI FONDAZIONE	SCUDERIA (LOTTO A)
TIPOLOGIA FONDALE N.1 – TRAVE	
Dimensione trave (Lato B)	1,50 m
Piano di posa fondazione	ca. – 1,00 m da p.c.
Spessore della fondazione	0,50 m
Peso specifico calcestruzzo	25,0 kN/m ³
CARICO DI ESERCIZIO	
Al piede della fondazione (peso proprio della fondazione + carichi permanenti + carichi accidentali) viene considerato un carico pari a 1,50 kg/cm ² .	

CARATTERISTICHE GENERALI FONDAZIONE	SGAMBATOIO (LOTTO B)
TIPOLOGIA FONDALE N.1 – TRAVE	
Dimensione trave (Lato B)	2,00 m
Piano di posa fondazione	ca. – 1,20 m da p.c.
Spessore della fondazione	0,50 m
Peso specifico calcestruzzo	25,0 kN/m ³
CARICO DI ESERCIZIO	
Al piede della fondazione (peso proprio della fondazione + carichi permanenti + carichi accidentali) viene considerato un carico pari a 1,50 kg/cm ² .	

Di seguito si riportano i grafici che riassumono l'andamento delle pressioni indotte nel terreno dalle fondazioni ipotizzate rispettivamente per le tre costruzioni in progetto.

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

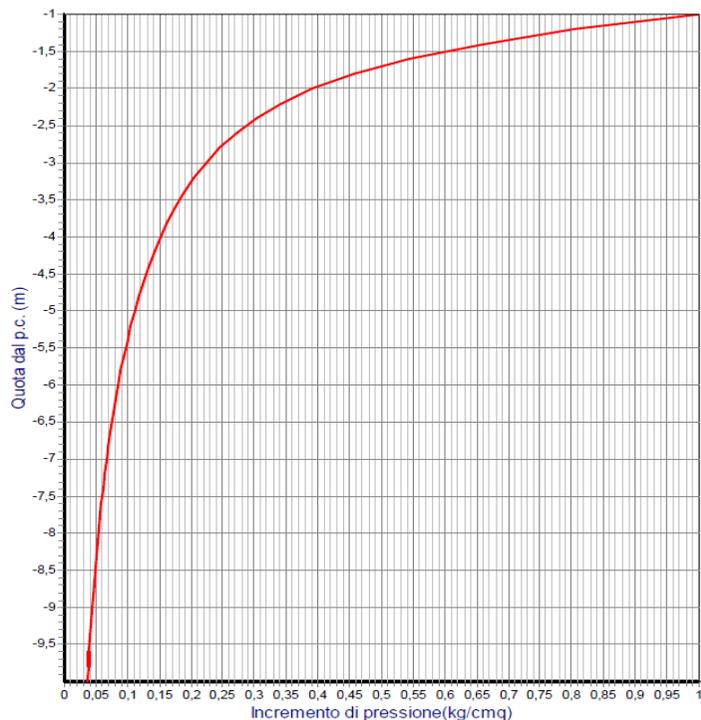
Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico - **CASA**

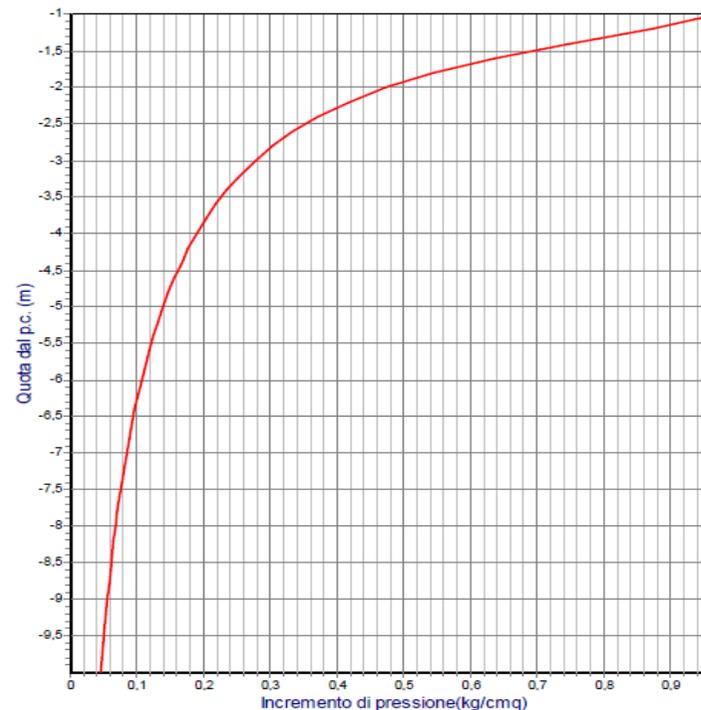
Grafico dell'incremento di pressione indotto nel terreno

TIPOLOGIA FONDALE 1: TRAVE B= 0,8 m



Profondità di calcolo dal p.c.(m): 10,0 Coordinata X di calcolo (m): 10,4
 Passo di calcolo (m): 0,2 Metodo di calcolo: Boussinesq
 Sezione di calcolo: Sezione centrale Coordinata Y di calcolo (m): 5,0

TIPOLOGIA FONDALE 2: TRAVE B= 1,0 m



Profondità di calcolo dal p.c.(m): 10,0 Coordinata X di calcolo (m): 10,5
 Passo di calcolo (m): 0,2 Metodo di calcolo: Boussinesq
 Sezione di calcolo: Sezione centrale Coordinata Y di calcolo (m): 5,0

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico - SCUDERIA

Grafico dell'incremento di pressione indotto nel terreno

Profondità di calcolo dal p.c.(m): 10,0

Coordinata X di calcolo (m): 10,75

Passo di calcolo (m): 0,2

Metodo di calcolo: Boussinesq

Sezione di calcolo: Sezione centrale

Coordinata Y di calcolo (m): 12,5

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico - SGAMBATOIO

Grafico dell'incremento di pressione indotto nel terreno



Profondità di calcolo dal p.c.(m):	16	Coordinata X di calcolo (m):	11,0
Passo di calcolo (m):	0,2	Metodo di calcolo:	Boussinesq
Sezione di calcolo:	Sezione centrale	Coordinata Y di calcolo (m):	15,0

Il calcolo della capacità portante limite è stato quindi affrontato mediante la relazione di Brinch Hansen nella forma generalizzata sotto riportata secondo l'approccio 2, A1+M1+R3.

$$Q_{lim} = c N_c s_c d_c i_c b_c g_c + s_q y_1 D N_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 y_2 B N_y s_y d_y i_y b_y g_y$$

in cui: N_c, N_q, N_y = fattori adimensionali di portanza

s_c, s_q, s_y = fattori di forma,

d_c, d_q, d_y = fattori correttivi per l'approfondimento

i_c, i_q, i_y = fattori correttivi per carichi inclinati

b_c, b_q, b_y = fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione,

g_c, g_q, g_y = fattori correttivi per fondazioni su pendio.

Il valore della capacità portante resistente $p_{R,d}$ viene quindi calcolato applicando un coefficiente γ_R che opera direttamente sulla resistenza del sistema secondo la:

$$p_{R,d} = (1/\gamma_R) \cdot Q_{lim}$$

Per quanto riguarda gli effetti cinematici dovuti ad un evento sismico, si è fatto riferimento all'approccio di Paolucci e Pecker, caratterizzato dall'applicazione di coefficienti riduttivi ai fattori di portanza N_q , N_c e N_y ; essi inseriscono i seguenti fattori:

$$z_q = z_\gamma = \left(1 - \frac{k_{hk}}{tg \varphi}\right)^{0.35} \quad z_c = 1 - 0.32 k_{hk}$$

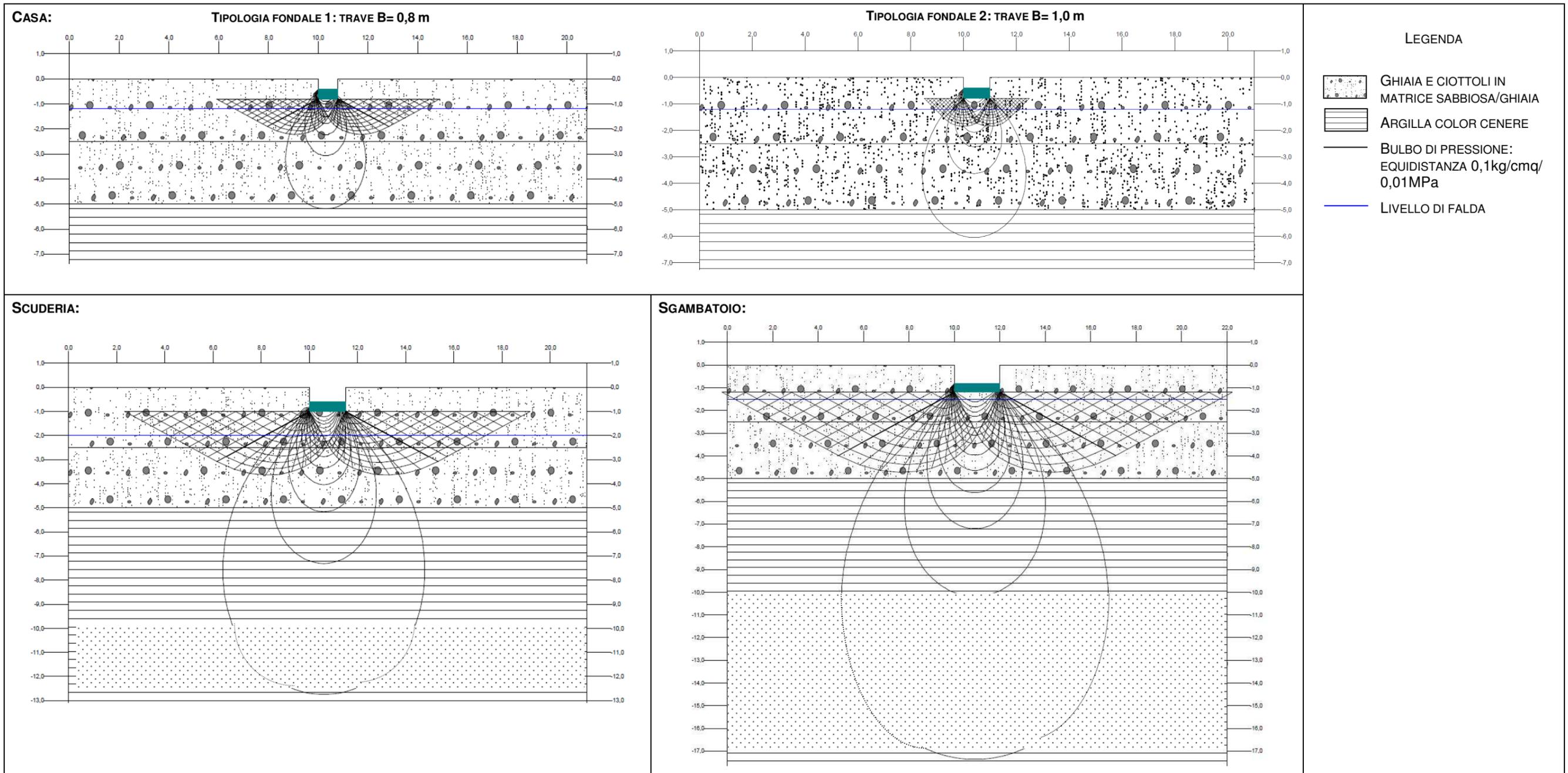
dove k_{hk} è il coefficiente sismico orizzontale riferito al piano di posa delle fondazioni; i nuovi fattori di capacità portante saranno quindi dati dalle seguenti espressioni:

$$N_q' = z_q N_q \quad N_y' = z_\gamma N_y \quad N_c' = z_c N_c.$$

Seguono per ognuna delle tipologie di fondazione ipotizzate:

- il bulbo di influenza utilizzato per le calcolazioni;
- calcolo della capacità portante agli SLU determinata con il metodo di Brinch-Hansen in condizioni statiche e sismiche secondo l'approccio 2 combinazione A1+M1+R3 .

1.2 Bulbo di influenza utilizzato per le calcolazioni



1.3 Calcolo in condizioni statiche



Explogeo di Ampelio Cagalli & C. s.a.s.

Via XXV Aprile, 21 - 37053 -Cerea (Verona)-Tel. & Fax. 0442/30015 - 31355

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico **CASA**

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione: **fondamentale**

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	0,8
Lunghezza della fondazione (m):	10
Profondità di posa lato destro (m):	0,8
Profondità di posa lato sinistro (m):	0,8

Metodo di calcolo:

Fattori di forma

Sc: Sq: Sy:

Fattori di profondità

Dc: Dq: Dy:

Fattori inclinazione carico

Ic: Iq: Iy:

Fattori inclinazione pendio

Gc: Gq: Gy:

Fattori inclinazione base

Bc: Bq: By:

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc: Zq: Zy:

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3
Correzione di Terzaghi:	non applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	2,79
Profondità del cuneo efficace (m):	0,74
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0,211

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico **CASA**

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione **fondamentale**

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	1
Lunghezza della fondazione (m):	10
Profondità di posa lato destro (m):	0,8
Profondità di posa lato sinistro (m):	0,8

Metodo di calcolo:

Fattori di forma

Sc: Sq: Sy:

Fattori di profondità

Dc: Dq: Dy:

Fattori inclinazione carico

Ic: Iq: Iy:

Fattori inclinazione pendio

Gc: Gq: Gy:

Fattori inclinazione base

Bc: Bq: By:

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc: Zq: Zy:

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3
Correzione di Terzaghi:	non applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	2,8
Profondità del cuneo efficace (m):	0,92
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0,211

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico - SCUDERIA

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione: fondamentale

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	1,5
Lunghezza della fondazione (m):	25
Profondità di posa lato destro (m):	1
Profondità di posa lato sinistro (m):	1
Metodo di calcolo:	Brinch Hansen stato limite ultimo

Fattori di forma

Sc:	1	Sq:	1,04	Sy:	0,98
-----	---	-----	------	-----	------

Fattori di profondità

Dc:	1,27	Dq:	1,18	Dy:	1
-----	------	-----	------	-----	---

Fattori inclinazione carico

lc:	1	lq:	1	ly:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori inclinazione pendio

Gc:	1	Gq:	1	Gy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori inclinazione base

Bc:	1	Bq:	1	By:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori correttivi per gli effetti cinematicidel sisma

Zc:	1	Zq:	1	Zy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3
Correzione di Terzaghi:	non applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	3,55
Profondità del cuneo efficace (m):	1,38
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0,211

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico - SGAMBATOIO

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione fondamentale

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	2
Lunghezza della fondazione (m):	30
Profondità di posa lato destro (m):	1,2
Profondità di posa lato sinistro (m):	1,2
Metodo di calcolo:	Brinch Hansen stato limite ultimo

Fattori di forma

Sc:	1	Sq:	1,04	Sy:	0,97
-----	---	-----	------	-----	------

Fattori di profondità

Dc:	1,24	Dq:	1,17	Dy:	1
-----	------	-----	------	-----	---

Fattori inclinazione carico

Ic:	1	Iq:	1	Iy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori inclinazione pendio

Gc:	1	Gq:	1	Gy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori inclinazione base

Bc:	1	Bq:	1	By:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc:	1	Zq:	1	Zy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3
Correzione di Terzaghi:	non applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	3,79
Profondità del cuneo efficace (m):	1,84
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0,211

1.4 Calcolo in condizioni sismiche



Explogeo di Ampelio Cagalli & C. s.a.s.

Via XXV Aprile, 21 - 37053 -Cerea (Verona)-Tel. & Fax. 0442/30015 - 31355

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico **CASA**

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione **sismica**

Fondazione n.	1	
Larghezza della fondazione (m):	0,8	
Lunghezza della fondazione (m):	10	
Profondità di posa lato destro (m):	0,8	
Profondità di posa lato sinistro (m):	0,8	
Metodo di calcolo:	Brinch Hansen stato limite ultimo	
Fattori di forma		
Sc:	1	Sq: 1,05 Sy: 0,97
Fattori di profondità		
Dc:	1,4	Dq: 1,27 Dy: 1
Fattori inclinazione carico		
Ic:	0,59	Iq: 0,6 Iy: 0,49
Fattori inclinazione pendio		
Gc:	1	Gq: 1 Gy: 1
Fattori inclinazione base		
Bc:	1	Bq: 1 By: 1
Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma		
Zc:	0,98	Zq: 0,97 Zy: 0,97
RISULTATO		
Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1	
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1	
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3	
Correzione di Terzaghi:	non applicata	
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	1,59	
Profondità del cuneo efficace (m):	0,74	
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0,211	

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico - **CASA**

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione **sismica**

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	1
Lunghezza della fondazione (m):	10
Profondità di posa lato destro (m):	0,8
Profondità di posa lato sinistro (m):	0,8

Metodo di calcolo:

Fattori di forma

Sc:	<input type="text" value="1"/>	Sq:	<input type="text" value="1,06"/>	Sy:	<input type="text" value="0,96"/>
-----	--------------------------------	-----	-----------------------------------	-----	-----------------------------------

Fattori di profondità

Dc:	<input type="text" value="1,32"/>	Dq:	<input type="text" value="1,22"/>	Dy:	<input type="text" value="1"/>
-----	-----------------------------------	-----	-----------------------------------	-----	--------------------------------

Fattori inclinazione carico

Ic:	<input type="text" value="0,59"/>	Iq:	<input type="text" value="0,6"/>	Iy:	<input type="text" value="0,49"/>
-----	-----------------------------------	-----	----------------------------------	-----	-----------------------------------

Fattori inclinazione pendio

Gc:	<input type="text" value="1"/>	Gq:	<input type="text" value="1"/>	Gy:	<input type="text" value="1"/>
-----	--------------------------------	-----	--------------------------------	-----	--------------------------------

Fattori inclinazione base

Bc:	<input type="text" value="1"/>	Bq:	<input type="text" value="1"/>	By:	<input type="text" value="1"/>
-----	--------------------------------	-----	--------------------------------	-----	--------------------------------

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc:	<input type="text" value="0,98"/>	Zq:	<input type="text" value="0,97"/>	Zy:	<input type="text" value="0,97"/>
-----	-----------------------------------	-----	-----------------------------------	-----	-----------------------------------

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3
Correzione di Terzaghi:	non applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	1,59
Profondità del cuneo efficace (m):	0,92
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0,211

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico - **SCUDERIA**

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione **sismica**

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	1,5
Lunghezza della fondazione (m):	25
Profondità di posa lato destro (m):	1
Profondità di posa lato sinistro (m):	1

Metodo di calcolo:

Fattori di forma

Sc: Sq: Sy:

Fattori di profondità

Dc: Dq: Dy:

Fattori inclinazione carico

Ic: Iq: Iy:

Fattori inclinazione pendio

Gc: Gq: Gy:

Fattori inclinazione base

Bc: Bq: By:

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc: Zq: Zy:

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3
Correzione di Terzaghi:	non applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	2,05
Profondità del cuneo efficace (m):	1,38
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0,211

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico - SGAMBATOIO

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione: sismica

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	2
Lunghezza della fondazione (m):	30
Profondità di posa lato destro (m):	1,2
Profondità di posa lato sinistro (m):	1,2

Metodo di calcolo: Brinch Hansen stato limite ultimo

Fattori di forma

Sc: 1 Sq: 1,04 Sy: 0,97

Fattori di profondità

Dc: 1,24 Dq: 1,17 Dy: 1

Fattori inclinazione carico

Ic: 0,6 Iq: 0,62 Iy: 0,5

Fattori inclinazione pendio

Gc: 1 Gq: 1 Gy: 1

Fattori inclinazione base

Bc: 1 Bq: 1 By: 1

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc: 0,98 Zq: 0,97 Zy: 0,97

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3
Correzione di Terzaghi:	non applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	2,18
Profondità del cuneo efficace (m):	1,84
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0,211

2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

Le verifiche relative alle deformazioni (cedimenti) e agli spostamenti si effettuano adoperando i valori caratteristici dei parametri geotecnici non fattorizzati e per la definizione del carico di progetto vengono assegnati valori unitari ai coefficienti delle azioni (A) e dei parametri di resistenza (M).

Per la calcolo dei cedimenti si utilizza un programma di calcolo basato sull'elaborazione dei dati ricavati dalle indagini geognostiche eseguite sul volume di terreno significativo.

Di seguito si riporta il calcolo dei cedimenti per le tipologie di fondazione ipotizzate:

- trave continua di larghezza $B = 0,8$ m e $1,0$ per la casa – lotto D;
- trave continua di larghezza $B = 1,5$ m per la scuderia – lotto A;
- trave continua di larghezza $B = 2,0$ m per lo sgambatoio – lotto B)

considerando un carico al piede della fondazione (peso proprio della fondazione + carichi permanenti + carichi accidentali) pari a:

- **CASA (LOTTO D)** : $1,00$ kg/cm²
- **SCUDERIA (LOTTO A)** : $1,50$ kg/cm²
- **SGAMBATOIO (LOTTO B)** : $1,50$ kg/cm²

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico - **CASA**

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n.

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m):

Lunghezza della fondazione (m):

Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq):

Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:

Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):

Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):

Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2,1"/>	<input type="text" value="0"/>
Cedimento secondario (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Somma ced. incoerenti (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2,1"/>	<input type="text" value="0"/>

Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:

Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2,9"/>	<input type="text" value="0"/>
Cedimento secondario (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Somma ced. coesivi (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2,9"/>	<input type="text" value="0"/>

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="5,1"/>	<input type="text" value="0"/>

Max cedim. differenziale(mm):

Massima distorsione (%):

Fondazione rigida o flessibile:

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm):

Committente: Sig. ra Brutti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico - CASA

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n. 1

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m):	1
Lunghezza della fondazione (m):	10
Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq):	1

Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):	30
Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):	n.c.
Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):	n.c.

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	0	3,3	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. incoerenti (mm):	0	3,3	0

Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):	20

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced. di consolidazione (mm):	0	4,9	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. coesivi (mm):	0	4,9	0

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	0	8,2	0

Max cedim. differenziale(mm): 0

Massima distorsione (%): 0

Fondazione rigida o flessibile: Fondazione rigida

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm): 0

Committente: Sig. ra Bruti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico - SCUDERIA

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n. 1

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m): 1,5

Lunghezza della fondazione (m): 25

Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq): 1,5

Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti: Teoria dell'elasticità

Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni): 30

Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge): n.c.

Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge): n.c.

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	0	6,8	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. incoerenti (mm):	0	6,8	0

Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi: Teoria dell'elasticità

Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni): 20

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	0	20,1	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. coesivi (mm):	0	20,1	0

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	0	26,9	0

Max cedim. differenziale(mm): 0

Massima distorsione (%): 0

Fondazione rigida o flessibile: Fondazione rigida

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm): 0

Committente: Sig. ra Bruti Maria Angiola

Località: Alpone - Buttapietra (VR)

Data: 05/10/2021

Riferimenti: PUA Centro Ippico - SGAMBATOIO

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n. 1

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m): 2

Lunghezza della fondazione (m): 30

Carico applicato sulla fondazione (kg/cmq): 1,5

Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti: Teoria dell'elasticità

Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni): 30

Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge): n.c.

Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge): n.c.

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	0	7,7	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. incoerenti (mm):	0	7,7	0

Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi: Teoria dell'elasticità

Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni): 20

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	0	31,6	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. coesivi (mm):	0	31,6	0

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	0	39,4	0

Max cedim. differenziale(mm): 0

Massima distorsione (%): 0

Fondazione rigida o flessibile: Fondazione rigida

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm): 0

I valori prevedibili dei cedimenti assoluti calcolati **sono accettabili** e ritenuti tali dalla più accreditata letteratura geotecnica in relazione alle caratteristiche dei terreni ed alla tipologia edile da realizzare; di fatto, per la tipologia di fondazione considerata, la letteratura geotecnica considera ammissibili cedimenti dell'ordine di 2,5 / 5,0 cm ed oltre (cfr. *Sowers, 1962*).

Tabella valori ammissibili di alcuni parametri di deformazione delle strutture (Sowers, 1962)

Tipo di movimento	Fattore di limitazione	Valore ammissibile
<i>Cedimento</i>	<i>Collegamento a reti di servizi</i>	<i>15 - 30 cm</i>
	<i>Accesso</i>	<i>30 - 60 cm</i>
	<i>Prob. di cedimenti differenziali in:</i>	
	<i>- murature portanti</i>	<i>2,5 - 5 cm</i>
	<i>- strutture intelaiate</i>	<i>5 - 10 cm</i>
	<i>- ciminiere, silos</i>	<i>7,5 - 30 cm</i>
<i>Cedimenti differenziali</i>	<i>Murature portanti multipiano</i>	<i>0,0005 - 0,001 L</i>
	<i>Murature portanti ad un piano</i>	<i>0,001 - 0,02 L</i>
	<i>Lesioni di intonaci</i>	<i>0,001 L</i>
	<i>Telaio in c.a.</i>	<i>0,0025 - 0,004 L</i>
	<i>Pareti di strutture a telaio in c.a.</i>	<i>0,003 L</i>
	<i>telaio in acciaio</i>	<i>0,002 L</i>
	<i>Strutture semplici in acciaio</i>	<i>0,005 L</i>

I valori ammissibili più elevati si riferiscono a strutture più flessibili e a condizioni di sottosuolo uniformi; i più ridotti a strutture rigide e sottosuoli irregolari. L = distanza fra due pilastri adiacenti.

Accorgimenti e precauzioni da adottare

La profondità di scavo prevista (< di 2,0 m) non impone l'utilizzo di dispositivi di sostegno delle pareti; i mezzi in cantiere dovranno comunque transitare/sostare sempre a distanza > di 3,0 m dall'orlo superiore degli scavi.

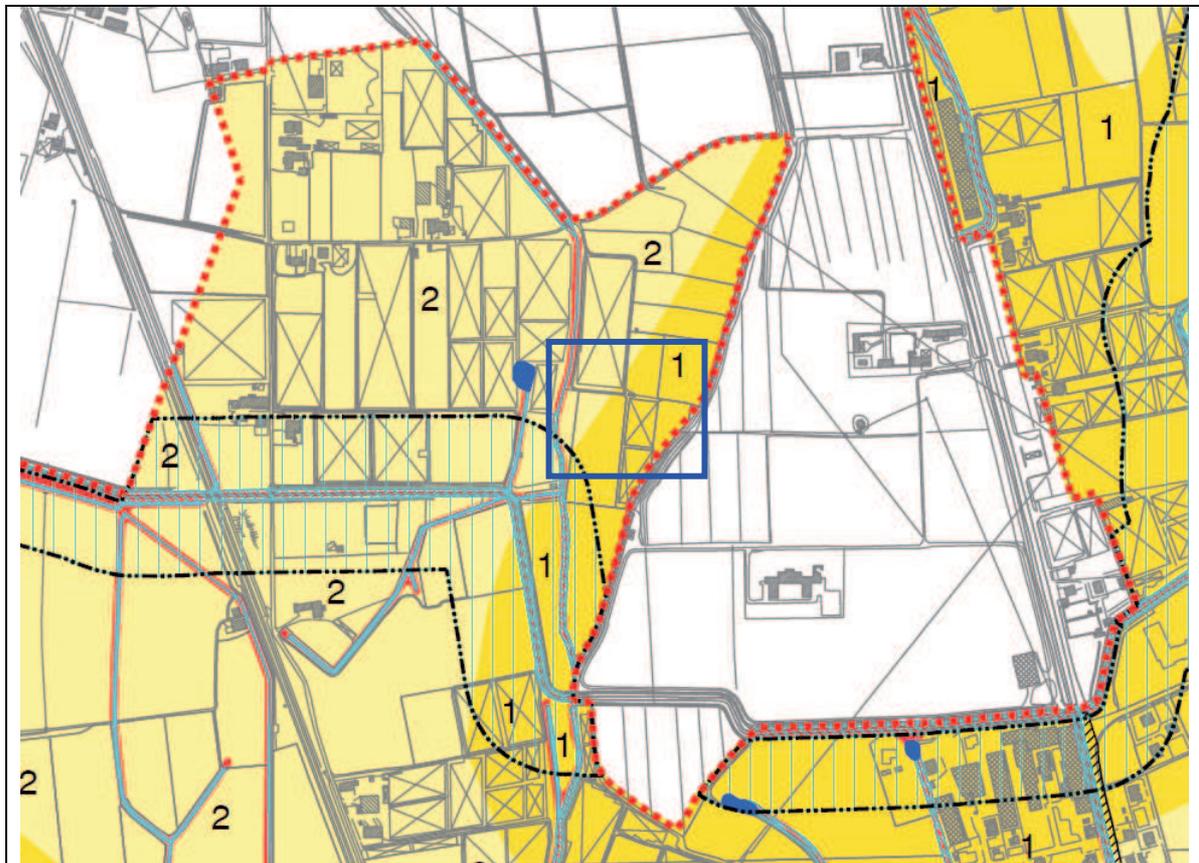
Le indagini eseguite ed i dati consultati del P.A.T. comunale hanno riscontrato una quota di falda variabile da nord-ovest a sud-est del PUA con valori compresi tra -2,0 e -5,0 m da p.c. nel primo caso e tra -0,0 e -2,0 m da p.c. nel secondo caso; il livello risente si oscillazioni freatiche stagionali da decimetriche a metriche in stretto rapporto con l'entità delle precipitazioni e delle pratiche irrigue. Il piano di imposta ipotizzato nel caso della casa e dello sgambatoio potrebbe interferire con la quota del livello misurato.

Alla luce di ciò si consiglia di eseguire uno scavo di verifica prima di iniziare gli scavi per le fondazioni ed eventualmente di adottare idonei sistemi di impermeabilizzazione delle stesse.

COMPATIBILITA' E FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

Le indagini svolte e le informazioni di carattere geologico hanno fornito le indicazioni in relazione alla compatibilità degli interventi con il contesto naturale ospitante e la fattibilità degli stessi in relazione alle caratteristiche sito-specifiche dei luoghi d'intervento.

Al proposito si propone di seguito un estratto dalla CARTA DELLE FRAGILITÀ – scala 1:10.000 – del PAT di Buttapietra dal quale si evince che l'area in esame è considerata in parte "AREA IDONEA A CONDIZIONE DI TIPO 1" ed in parte "AREA IDONEA A CONDIZIONE DI TIPO 2" mentre non ricade in aree a dissesto idrogeologico.



COMPATIBILITA' GEOLOGICA AI FINI EDIFICATORI

AREA IDONEA A CONDIZIONE

Art. 12

TIPOLOGIA DI CONDIZIONE

- | | |
|---|---|
| 1 | TERRENI CON FALDA FREATICA PROSSIMA AL PIANO DI CAMPAGNA |
| 2 | TERRENI BUONI CON RIDOTTA SOGGIACENZA DELLA FALDA FREATICA |
| 3 | TERRENI MEDIOCRI E RIDOTTA SOGGIACENZA DELLA FALDA FREATICA |

AREE NON IDONEE

Art. 12

AREA DI STUDIO

Art. 12: **Compatibilità geologica:**

(...)

Le aree idonee a condizione sono state suddivise in:

1. Aree idonee a condizione di tipo 1: terreni con falda freatica prossima al piano campagna (0-2 metri dal p.c.);
2. Aree idonee a condizione di tipo 2: terreni con caratteristiche geotecniche buone e ridotta soggiacenza della falda freatica (2-5 metri dal p.c.); (...)

Prescrizioni e vincoli:

(...)

Nelle aree idonee a condizione determinate dalla ridotta soggiacenza della falda e in presenza di litologie sabbiose –limose si dovrà porre particolare attenzione alla definizione della possibile suscettibilità a fenomeni di liquefazione in conseguenza ad eventi sismici. Inoltre:

- Per le aree idonee a condizione di tipo 1: si devono evitare interventi che prevedano la realizzazione di piani interrati.
- Per le aree idonee a condizione di tipo 2: si devono eseguire indagini idrogeologiche atte ad evitare eventuali interazioni con corpi idrici sotterranei.

Nel caso in esame sono state eseguite accurate indagini geognostiche e geofisiche e le risultanze delle medesime e le conseguenti valutazioni sono state ampiamente illustrate nel presente scritto in riferimento alla normativa attualmente vigente (D.M. 17/01/2018 – NTC 2018).

In particolare, alla luce delle indagini condotte risulta fattibile l'intervento in progetto nel rispetto di quanto precisato al capitolo "Accorgimenti e precauzioni da adottare".

BIBLIOGRAFIA

Riferimenti bibliografici e Normativi
<ul style="list-style-type: none">• <i>Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche</i> Associazione Geotecnica Italiana – A.G.I. (1977);• <i>Elementi di Geotecnica</i>, Zanichelli Ed. (1996) – P. Colombo, F. Colleselli;• <i>Geotecnica</i>, Zanichelli Ed. (1993) – R. Lancellotta;• <i>Il Manuale del Geologo</i>, Pitagora Ed. (1995) – M. Casadio, C. Elmi, F. Francavilla;• Ord. C.M. n. 3274 del 20.03.03: <i>primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica</i>;• D.M. 17.01.2018: <i>Norme Tecniche per le Costruzioni 2018</i>;• CIRCOLARE 2 FEBBRAIO 2009 n. 617, C.S.LL.PP.;• Nunziante Marino, maggio 2006: <i>Manuale di geotecnica per l'ingegneria civile aggiornato agli Eurocodici 7 e 8 – effetti sismici</i>, Maggioli Editore.
Riferimenti cartografici
<ul style="list-style-type: none">• Tavoletta I.G.M. – scala 1:25.000• CARTA TECNICA REGIONALE – C.T.R.- Elemento 144042 “Marchesino” – scala 1:5.000• CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - F. 49 VERONA - scala 1 : 100.000.• CARTA GEOLITOLOGICA – P.A.T. Buttapietra – scala 1:10.000.• CARTA GEOMORFOLOGICA DI UNA PORZIONE DELLA PIANURA A SUD-EST DI VERONA – scala 1:25.000; L. SORBINI, F. GANDINI, M. MENEGHELLI, A. RIGONI, M. SOMMARUGA – Museo Civico di Storia Naturale di Verona (rilievo 1979–1983).• CARTA GEOMORFOLOGICA – P.A.T. Buttapietra – scala 1:10.000.• CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ALTA PIANURA DELL'ADIGE; DAL PRA AT ALII. - scala 1:30.000.• CARTA IDROGEOLOGICA – P.A.T. Buttapietra – scala 1:10.000.• CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO – Provincia di Verona -scala 1:100.000.• CARTA DELLE FRAGILITA' – P.A.T. Comune di Buttapietra – scala 1:10.000.