

localizzazione

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA
PROVINCIA DI PORDENONE
COMUNE DI SAN GIORGIO DELLA RICHINVELDA

tavola

D.03

committente

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI SAN GIORGIO DELLA RICHINVELDA

lavoro

MESSA IN SICUREZZA E VALORIZZAZIONE DI VIABILITA'
COMUNALE IN VIA DEL SILE
CUP: E15F23000070006 - CIG: B6EAEAF6EB
FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA

oggetto

scala

RELAZIONE GEOLOGICA

S.c.r.l.

- ingegneria
- urbanistica
- ambiente
- architettura
- ricerca

Sede

Via Montereale n. 10/C
33170 Pordenone

Telefono 0434-21085

Telefax 0434-520336

E-mail info@coprogetti.it

responsabile di progetto

RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ing. Giuseppe Ligammari



gruppo di progettazione

PROGETTO INFRASTRUTTURALE

ing. Giuseppe Ligammari

PROGETTO STRUTTURALE

ing. Giacomo Cadelli

AMBIENTE

arch. Massimo Fadel

COORD. SICUREZZA

arch. Natasha Masuli

ambito progettuale

GEOLOGIA

dott.geol. Paola Parente



collaborazione e aspetti specialistici

C.C.I.A. PN 19501
P.IVA 00170010938

data progetto

rev.

data

motivo

referimenti

Dicembre 2025

redatto PRN

controll. FLC

archivio 2203P_DR03_R0

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	4
2.1	Aspetti morfologici e idrogeologici	4
2.2	Aspetti litologici	8
3	GEODINAMICA E STORIA SISMICA.....	12
3.1	Sismicità storica	13
3.2	Categoria di sottosuolo	14
3.3	Suscettibilità alla liquefazione	16
4	MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	18
5	CONCLUSIONI	21

Allegati:

- Prove geognostiche da PRGC
- Prove penetrometriche DPSH
- Prova HVSR
- Parametri sismici

1 PREMESSA

La presente relazione geologica viene redatta a supporto dei “Lavori di messa in sicurezza e valorizzazione di viabilità comunale in via del Sile” in Comune di San Giorgio della Richinvelda.

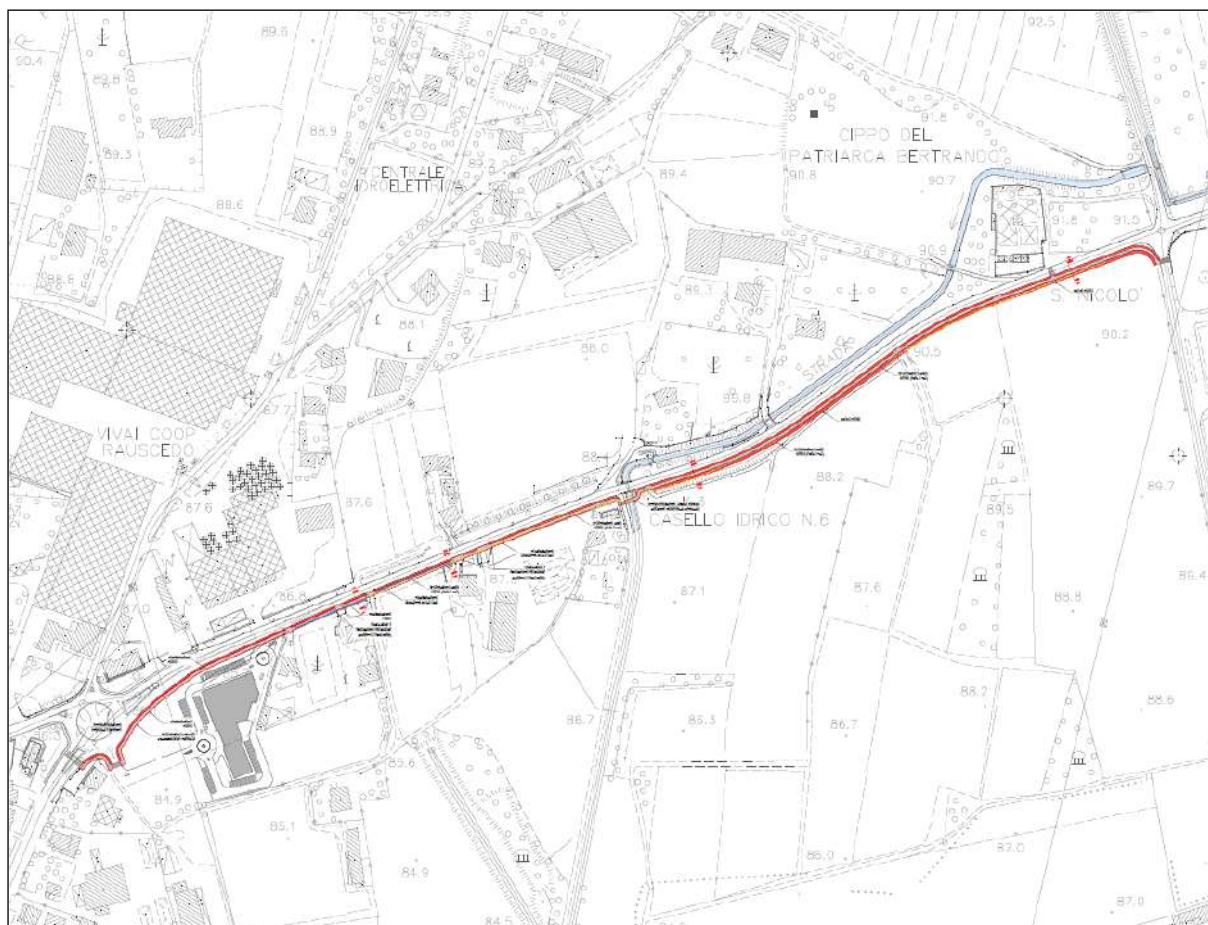
In relazione all'intervento di progetto, che riguarda la realizzazione di un nuovo percorso promiscuo ciclabile e pedonale lungo via del Sile, con una passerella di attraversamento del canale San Giorgio, la relazione viene redatta sulla base dei seguenti studi territoriali generali:

- dello Studio Geologico Generale comunale e delle prove in esso riportate (dott. F. Seriani, 1996);
- dello Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 del territorio comunale (dott.ssa E. Bellen, 2016).

A supporto del progetto della passerella, sono state eseguite N.2 prove penetrometriche dinamiche per una valutazione della natura dei terreni e dei parametri geotecnici in corrispondenza alle due spalle e una prova HVSR.

Nella redazione di questo documento si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- Circolare n.7 C.S.LL.PP. del 21/01/2019 “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”.
- Decreto Ministeriale 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Delibera Giunta Reg. 845 del 06.05.2010 "Classificazione delle zone sismiche e indicazione delle aree di alta e bassa sismicità", recepimento Ordinanza 3519 del 28.04.2006.
- L.R. 11.08.2009 n.16 - "Norme per le costruzioni in zona sismica e per la tutela del territorio".
- Circ. LL.PP. 24.09.1988 n° 30483: “Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- L.R. 09.05.1988 n° 27: “Norme sull'osservanza delle disposizioni sismiche in attuazione all'art.20 della Legge 10.12.1981 n° 741;
- D.M. 11.03.1988 – “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e le rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.



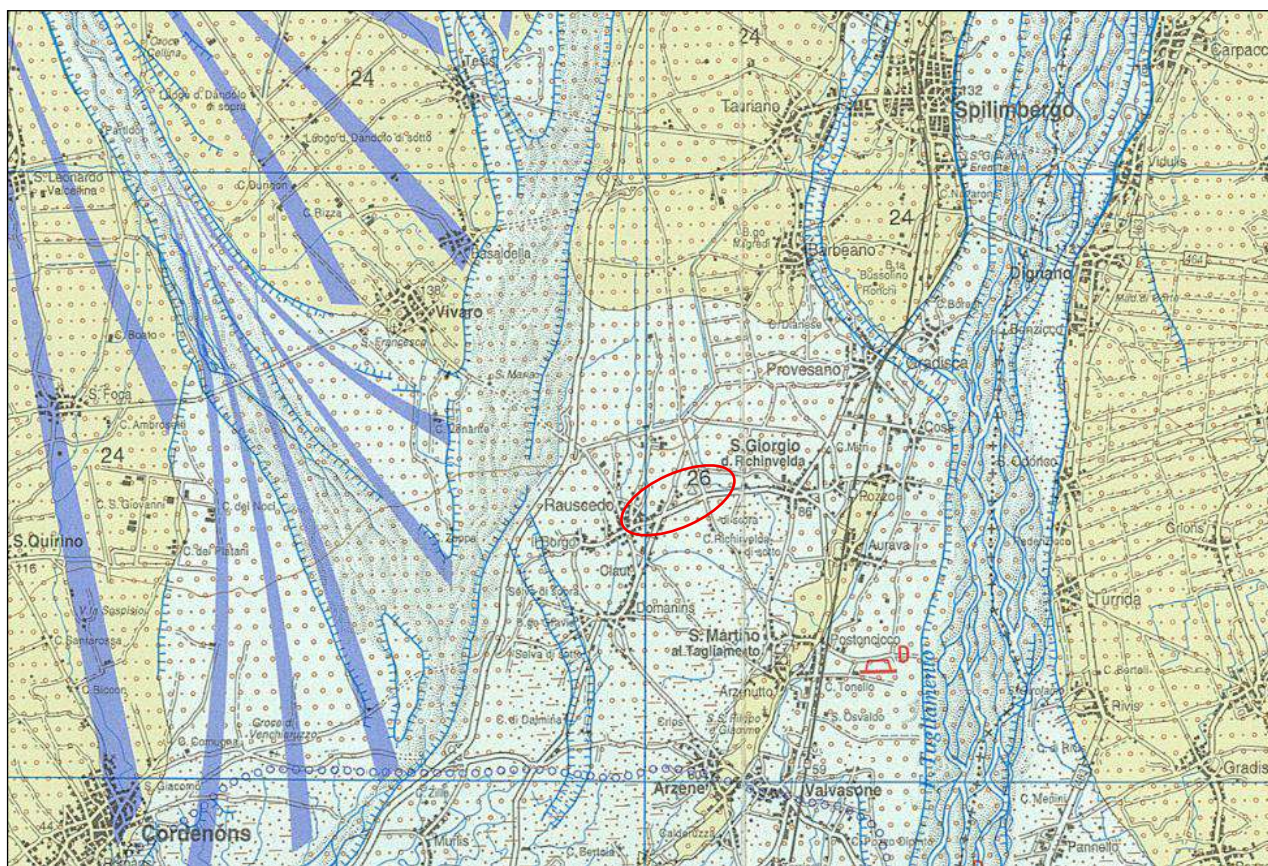
Inquadramento intervento di progetto su CTR.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

2.1 ASPETTI MORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI

Il territorio comunale di San Giorgio della Richinvelda ricade nell'alta pianura friulana, confinata ad est dal Tagliamento e ad ovest dal Meduna.

La morfologia è determinata in parte dal conoide eopostglaciale del Meduna (depositi spinti verso est dal Torrente Cellina), ed in parte dalle alluvioni occidentali del Tagliamento che hanno eroso l'unghia del conoide, fenomeno evidenziato dal tratto residuale del terrazzamento che da Provesano arriva ad Aurava.



26

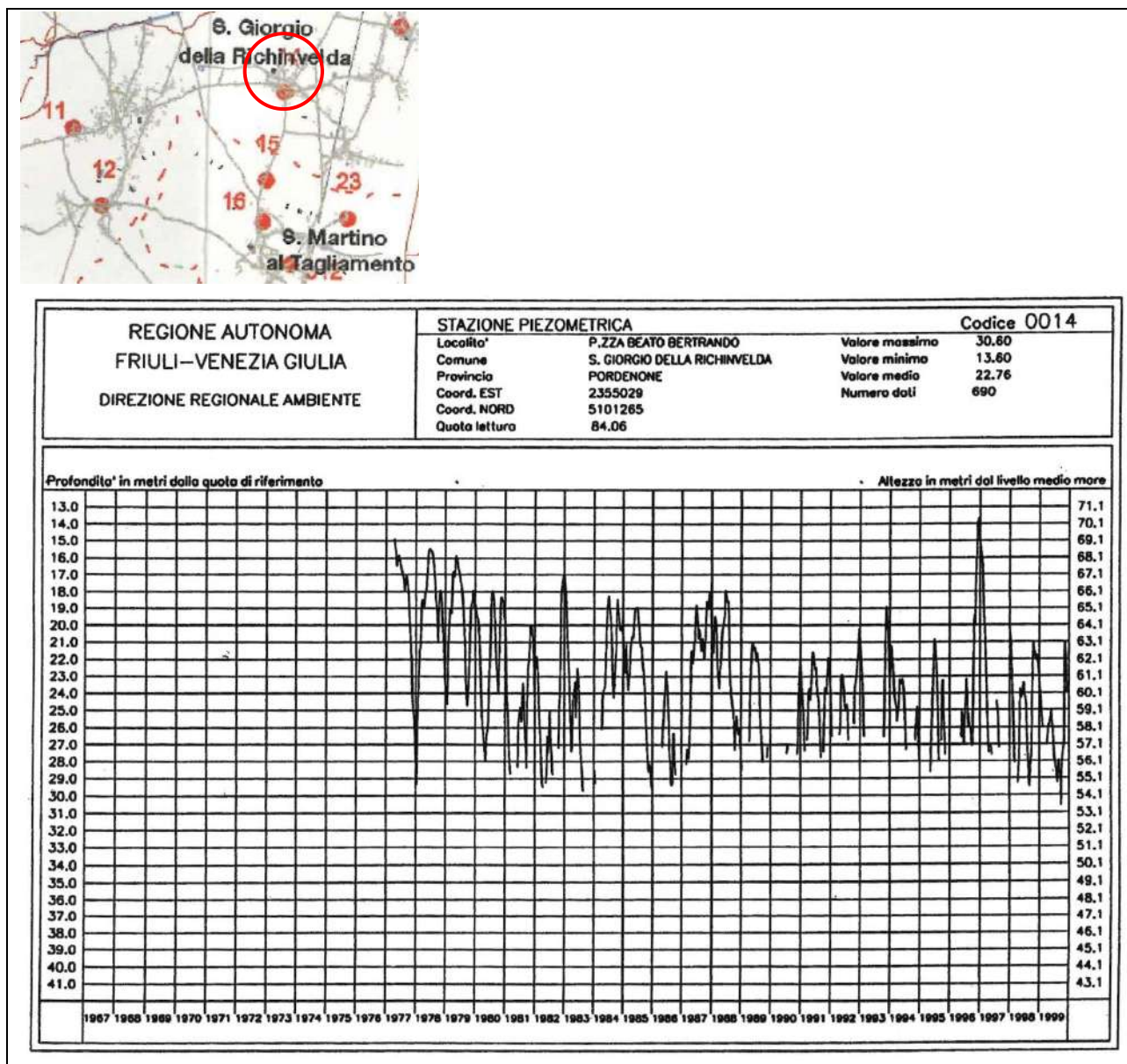
Sedimenti alluvionali del settore montano, della pianura e litoranei. *Mountain, plain and littoral alluvial sediments.*
Olocene - Attuale

Estratto da "Carta geologica della Regione Friuli Venezia Giulia" (immagine non in scala).

L'area si inserisce a nord della linea delle risorgive, caratterizzata da una falda freatica che dallo studio geologico generale, rientra nell'intervallo delle isofreatiche 50-60 m s.l.m. con una direzione di deflusso NE-SW.

Considerato che la quota media dell'area d'intervento è di 85-90 m s.l.m., la profondità media della falda rientra in un range di 30-35 m dal p.c.

Dal pozzo di monitoraggio 14 dell'Annale Freatimetrico regionale, posizionato in centro all'abitato di San Giorgio della Richinvelda, si evidenzia una notevole oscillazione del livello di falda che registra come valore massimo 30.6 m dal p.c. e minimo 13.6 m dal p.c., con un valore medio che si attesta a 22.76 m dal p.c.



Estratto da "Annale Freatimetrico Regionale".

La falda freatica in zona rientra nella provincia idrochimica del Tagliamento (in relazione al rapporto percentuale solfati / residuo fisso). Si rileva infatti la presenza di uno spartiacque sotterraneo secondo un allineamento Domanins – Zoppola, ad ovest dell'intervento, evidenziato dalla "Carta idrogeologica con elementi di morfologia" del PRGC (Studio idrochimico eseguito dall'Amministrazione Provinciale nel 1980).

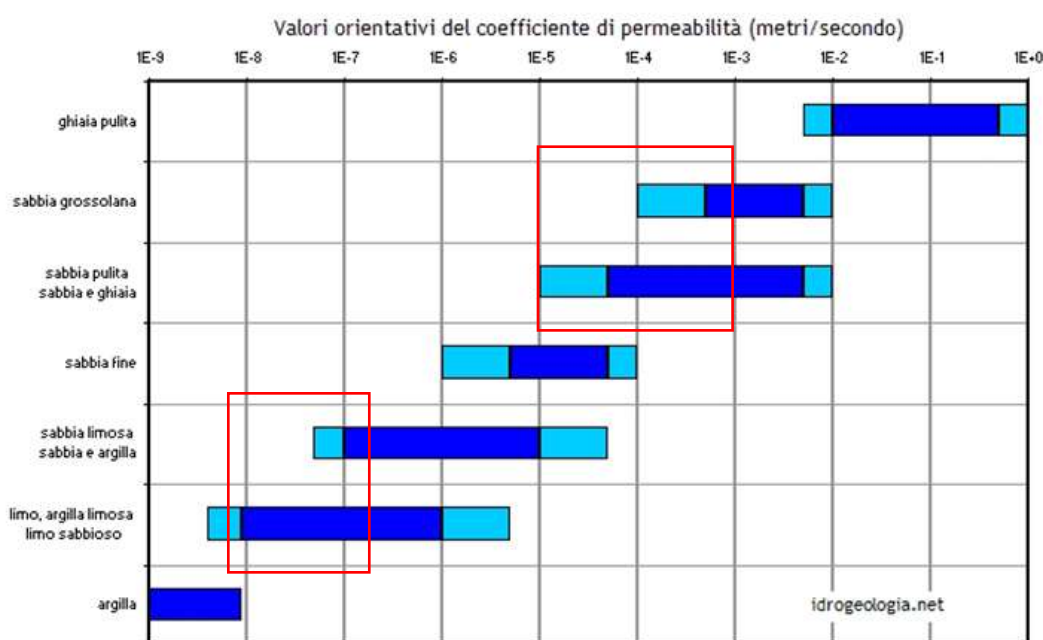
Il grado di vulnerabilità della falda, in relazione all'assenza di una copertura di protezione rispetto ad eventuali inquinanti, risulta generalmente alto.

Le alluvioni grossolane sono caratterizzate generalmente da una elevata permeabilità. Sono presenti, localmente, livelli a minore permeabilità caratterizzati da uno spessore modesto e un areale discontinuo.

La permeabilità dei sedimenti risulta pertanto variabile in relazione alla composizione. In termini generali, dai dati territoriali generali risulta:

terreni ghiaioso sabbiosi $K = 10^{-3} - 10^{-5}$ m/s (permeabilità media)

terreni limoso argillosi $K = 10^{-7} - 10^{-8}$ m/s (permeabilità bassa – molto bassa)

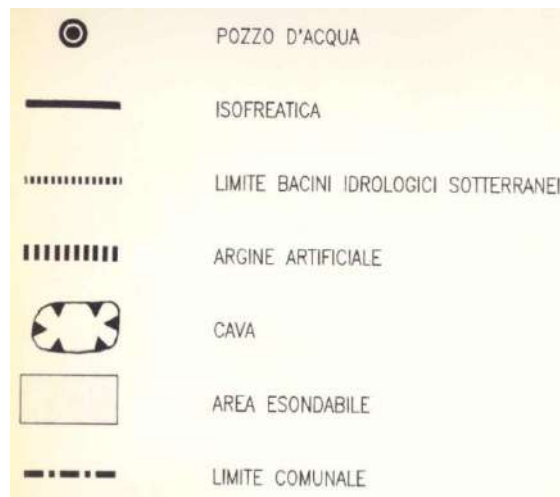
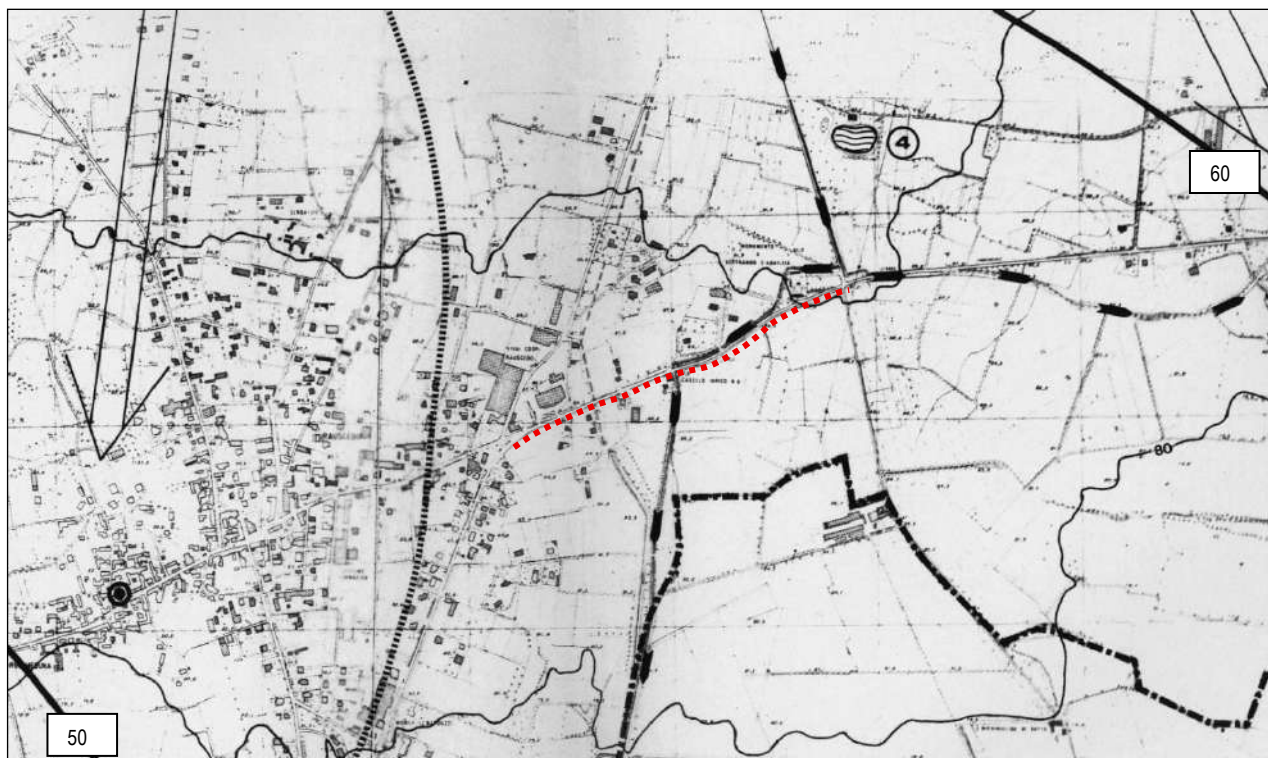


Classificazione dei terreni sulla base della permeabilità

Grado di permeabilità	Valore di k (m/s)
Alto	Superiore a 10^{-3}
Medio	$10^{-3} \div 10^{-5}$
Basso	$10^{-5} \div 10^{-7}$
Molto basso	$10^{-7} \div 10^{-9}$
Impermeabile	Minore di 10^{-9}

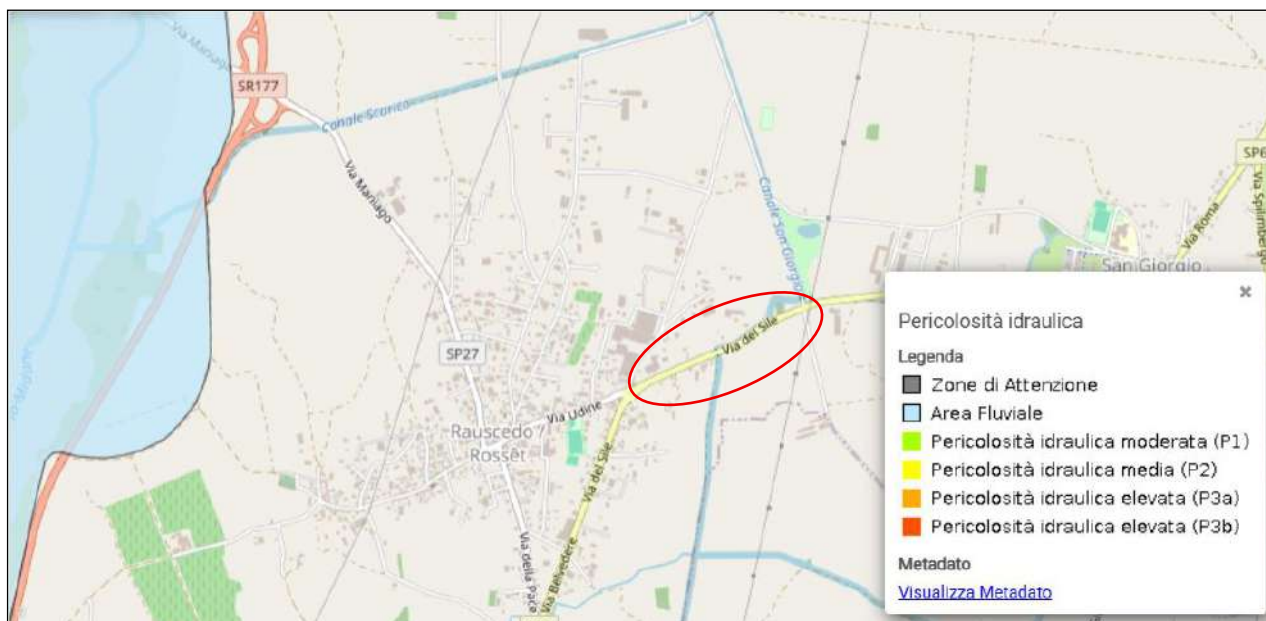
Il reticolo idrografico superficiale, nel territorio comunale è caratterizzato, oltre che dai corsi d'acqua principali e dalle rogge in parte alimentate dai canali di bonifica, anche da una serie di canali artificiali della rete di distribuzione irrigua.

In particolare, nell'area oggetto d'intervento la passerella di progetto attraverserà il canale artificiale di distribuzione San Giorgio.



Da: "Carta idrogeologica con elementi di morfologia" – PRGC (immagine non in scala).

L'area d'intervento non si inserisce in zona di pericolosità idraulica del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Autorità di Bacino del Distretto delle Alpi Orientali.



Da: "Carta di pericolosità idraulica" – PGRA (immagine non in scala).

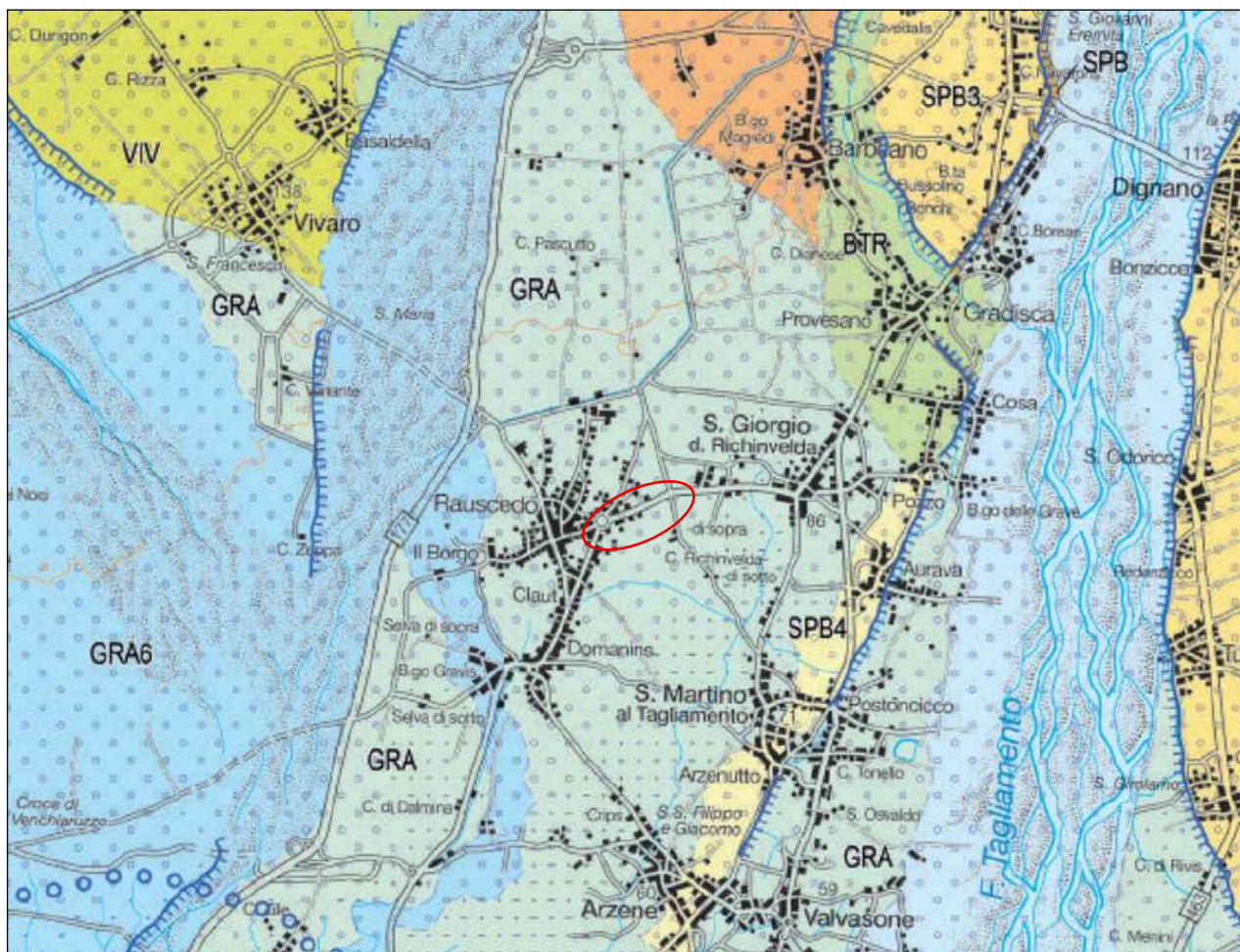
2.2 ASPETTI LITOLOGICI

Il territorio comunale ricade nell'alta pianura pordenonese, con i sedimenti presenti costituiti da alluvioni depositate dal Meduna in competizione con quelle del Tagliamento. Superficialmente si alternano fasce a composizione grossolana e a composizione fine, testimonianza di vecchi rami poi abbandonati o di filoni d'acqua con energia cinetica differenziata.

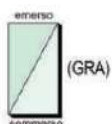
La "Carta delle unità geologiche del Friuli Venezia Giulia" indica in zona l'Unità di Grado". Si tratta di depositi connessi ai bacini sedimentari della pianura di età post LGM, che nelle zone di alta pianura sono costituiti prevalentemente da ghiaie anche grossolane, ghiaie sabbiose, spesso alternate a livelli, lingue o lenti di sabbia.

La "Carta litologica" dello studio geologico generale indica in zona la presenza di miscele di ciottoli, ghiaie e sabbie.

Dalla "Carta della zonizzazione" dello studio geologico generale l'intervento si inserisce in zona Z2/3, facies litologiche C6-C7-C8, con il passaggio verso est alla zona Z3, facies litologiche C7-C8 (dove la frazione ghiaiosa sabbiosa si accompagna alla matrice fine).



UNITÀ DI GRADO



(GRA)

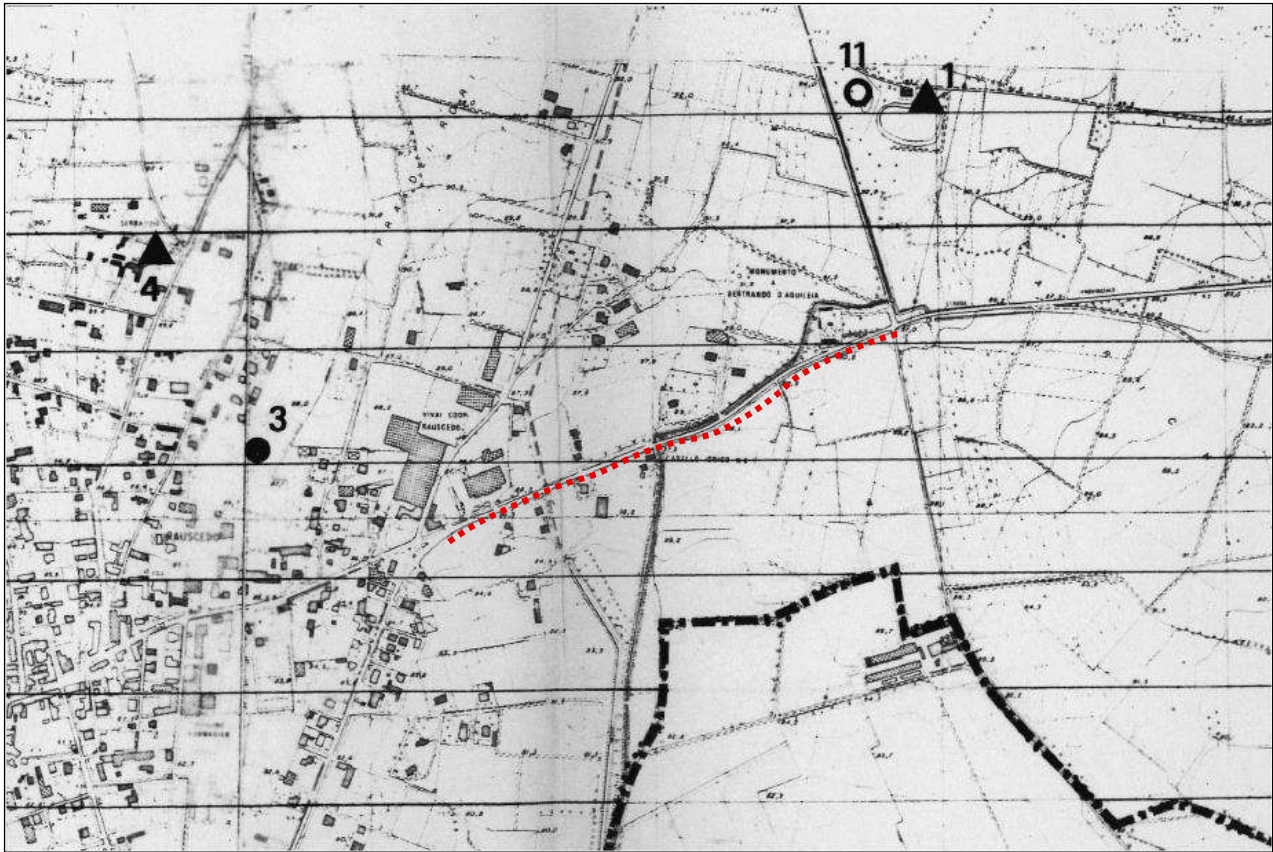
Depositi connessi ai bacini sedimentari della Pianura Friulana di età post-LGM, depositi in ambiente alluvionale, litorale lagunare, litorale di spiaggia e di piattaforma marina. La GRA indifferenziata rappresenta tutti i depositi lagunari e marini e i depositi alluvionali senza distinzione di provenienza. Dove possibile discriminare i bacini alluvionali principali e l'età di sedimentazione, la GRA è suddivisa in due subunità per ogni bacino che comprendono rispettivamente i depositi post-LGM fino all'epoca romana compresa e quelli successivi. Lo spessore è variabile e raggiunge valori massimi di quasi 20 m nella bassa pianura in corrispondenza delle incisioni fluviali riempite.

Il limite inferiore è costituito da una superficie erosiva nei confronti della pianura preesistente; all'esterno delle incisioni fluviali è un limite inconforme che materializza una lacuna stratigrafica, avente un'estensione regionale di durata variabile tra 9000 e 16.000 anni, rappresentata da suoli con buon grado di evoluzione sviluppati sui depositi delle unità LGM o tardoglaciali, nel caso del bacino dei torrenti Cellina e Meduna. Nella fascia lagunare i depositi della GRA sono in onlap trasgressivo sulla piana alluvionale precedente, spesso seppellendone il suolo. Una situazione simile è riscontrata in alcune aree del Golfo di Trieste, mentre, nelle zone delle isole barriera che chiudono la Laguna di Grado-Marano e generalmente sul fondale marino, il limite basale corrisponde alla superficie di ravinement marino. Il limite superiore della GRA coincide con la superficie topografica o con il fondale lagunare e marino. La superficie-limite superiore costituisce il top deposizionale parzialmente rimodellato. Dove è presente il suolo, in alta pianura ha un profilo di tipo A-C, con colore tra 2.5Y e 10YR. In bassa pianura sono presenti entisoli con profilo tipo A-C e molto raramente inceptisoli con presenza di orizzonti calcici con concrezioni carbonatiche <1 cm.

Depositi alluvionali - In alta pianura sono costituiti prevalentemente da ghiaie, anche grossolane, e ghiaie sabbiose a stratificazione da orizzontale a inclinata, spesso alternate a livelli, lenti e lingue di sabbia, talvolta con laminazione parallela o incrociata. Le ghiaie sono da classate a mal classate. I depositi sono poco addensati e non cementati. La tessitura è prevalentemente a supporto di clasti. In bassa pianura in corrispondenza dei paleovalvei possono affiorare ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie, talvolta con intercalazioni di limi sabbiosi e limi in sequenze tipicamente fining-upward. Al tetto possono essere presenti limi e argille, spesso con elevato contenuto organico e torbe corrispondenti a depositi di disattivazione di alveo e di lago di meandro. Lo spessore dei corpi di canale può variare da 3 a 10 m. I depositi di argine naturale sono costituiti da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi, talvolta con laminazione planare evidente; le zone di piana inondabile sono formate da limi, limi argillosi, limi sabbiosi e argille, localmente organiche e torbe. In questi sedimenti spesso è riconoscibile la stratificazione planare e talvolta una laminazione centimetrica/millimetrica; possono essere comuni i resti di molluschi d'acqua dolce (principalmente pulmonata).

Da "Carta delle unità geologiche della pianura del Friuli Venezia Giulia" (immagine non in scala).

Il pozzo del Catasto Regionale 1, utilizzato come riferimento per la litologia a maggiore profondità, evidenzia una prevalenza di miscele grossolane con localmente intercalazioni argillose di limitato spessore e livelli di ghiaia cementata.



	CIOTTOLI E GHIAIE
	CIOTTOLI , GHIAIE E SABBIE
	GHIAIE , SABBIE E LIMI
	SABBIE E LIMI
	LIMI E ARGILLE
	ALVEO

	TRINCEA
	SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALE
	PROSPEZIONE SISMICA
	PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
	SONDAGGIO MECCANICO
	POZZO D'ACQUA - CATASTO

Da: "Carta litologica" – PRGC (immagine non in scala).



CLASSI		
	Z2/3	(C6-C7-C8)
	Z3	(C7-C8)
	Z4	(C9)

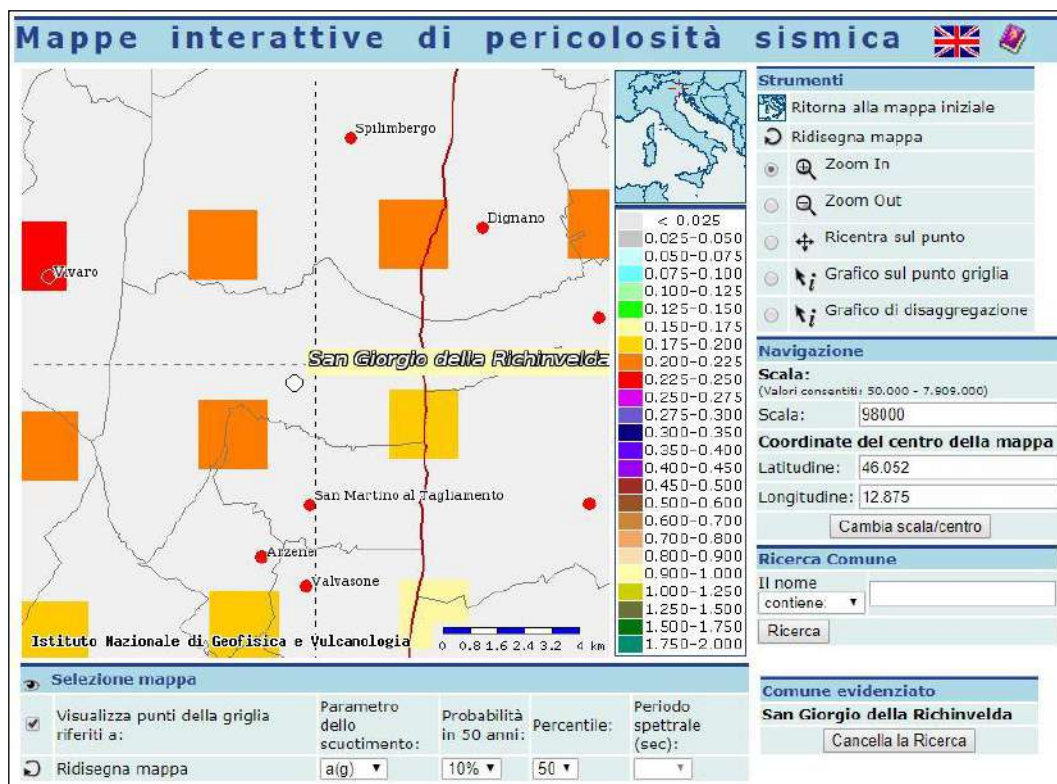
	ORLO DI TERRAZZO
	ARGINE ARTIFICIALE

Da: "Carta della zonizzazione" – PRGC (immagine non in scala).

3 GEODINAMICA E STORIA SISMICA

La classificazione sismica del territorio del Friuli Venezia Giulia, inserisce il comune di San Giorgio della Richinvelda in zona sismica 2, definita alta sismicità (Delibera Giunta Reg. 845 del 06.05.2010 "Classificazione delle zone sismiche e indicazione delle aree di alta e bassa sismicità", recepimento Ordinanza 3519 del 28.04.2006).

Comune	Zona sismica	Area di Alta/Bassa sismicità	ag con Ps (50 anni) = 10% o Tr = 475 anni
San Giorgio della Richinvelda	2	Alta	$0.175 < ag \leq 0.25$

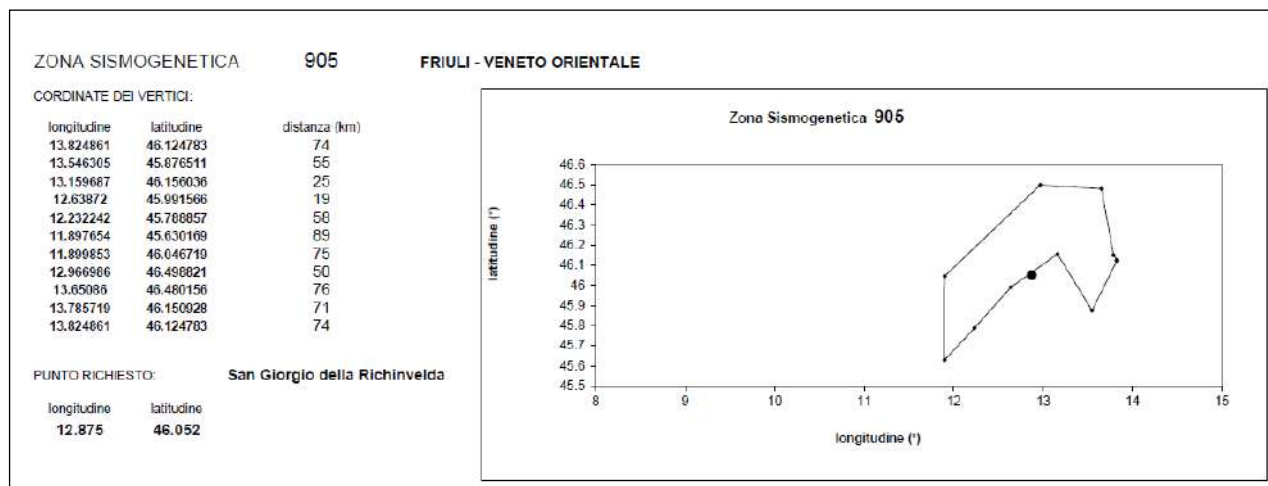


Dal grafico di disaggregazione, relativamente al nodo della griglia più prossimo all'intervento in oggetto (mappa di pericolosità sismica), si ricavano:

- magnitudo 5.36
- distanza 11.9 Km

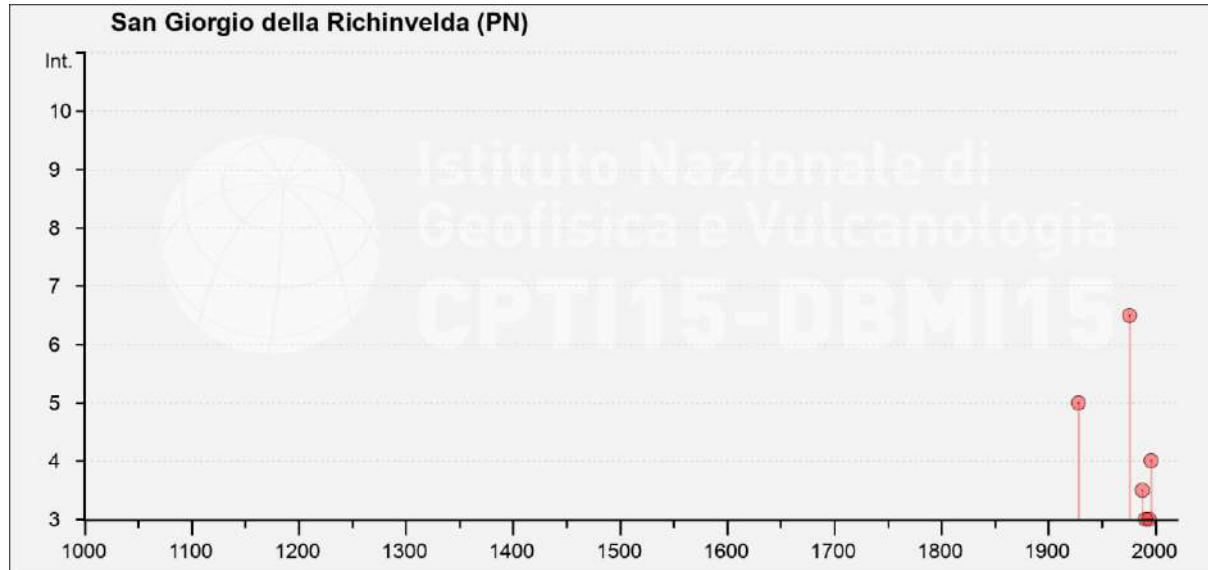
Il comune di San Giorgio della Richinvelda ricade al margine sud della zona sismogenetica identificata con il valore 905, sede della genesi della maggior parte della sismicità osservata in regione.

La magnitudo di riferimento si assume, pertanto pari a $M = 6.6$, valore corrispondente alla zona sismogenetica.



3.1 SISMICITÀ STORICA

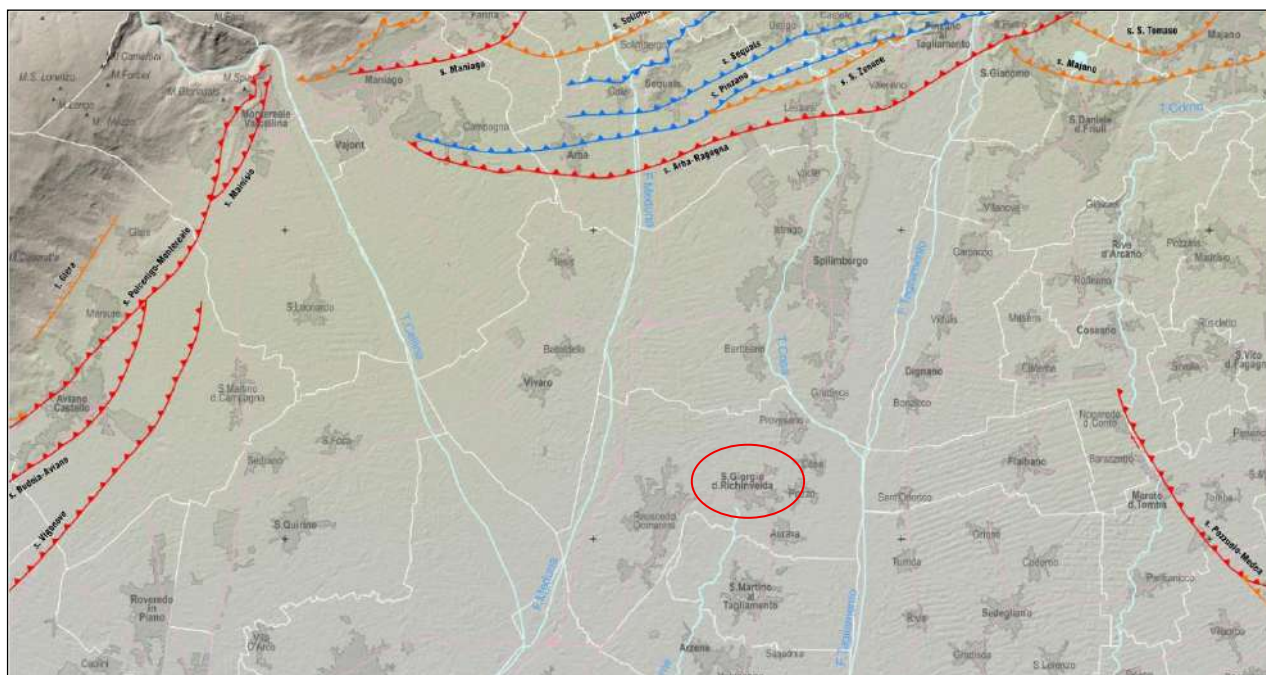
Sulla base del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15 – DBMI15 – versione 4.0) vengono individuati i principali eventi sismici registrati in zona. Le intensità macrosismiche storiche rilevate nel territorio comunale sono in prevalenza concentrate nell'intervallo 3-4, con valore massimo registrato di 6-7.



da: *Catalogo parametrico Terremoti Italiani*

Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2022). *Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0 [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).* <https://doi.org/10.13127/dbmi/dbmi15.4>

Nel territorio comunale non sono segnalate strutture tettoniche principali (Banca dati delle faglie attive della Regione FVG).



da: Banca dati delle faglie attive – Regione Friuli Venezia Giulia.

Banca dati Faglie Attive - faglie attive

per classificazione di attività

- attiva
- potenzialmente attiva
- attività quaternaria indeterminata
- attività indeterminata

per tipo

- ▼ ▼ sovrascorrimento
- ▼ ▼ faglia inversa
- faglia diretta
- faglia trascorrente
- faglia trascorrente destra
- faglia trascorrente sinistra
- ▼ ▼ faglia transpressiva
- ▼ ▼ faglia transpressiva destra
- ▼ ▼ faglia transpressiva sinistra
- faglia transtensiva sinistra

3.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018, facendo riferimento alle prove penetrometriche e alla prova HVSR eseguite e considerando a maggiore profondità la stratigrafia del pozzo del Catasto Regionale 1, considerato che il substrato si trova sicuramente a profondità > 30m, l'intervento può essere inserito nella categoria di sottosuolo B, definita:

"rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.

Per la definizione dei parametri di sito si sono considerati i seguenti dati (coordinate riferite alla passerella):

Coordinate WGS84: Lat. 46.043004 Long. 12.841653

Classe d'uso: II

Vita nominale: VN = 50 anni

Coeff. d'uso: CU = 1.0

Vita di riferimento: VR = VN x CU = 50 anni

Categoria topografica T1 - superficie piana, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$

Coeff. di amplificazione topografica St = 1

La probabilità di superamento della vita di riferimento è stata valutata considerando i seguenti stati limite:

Stato Limite di Operatività (SLO = 0.81)

Stato limite di Danno (SLD = 0.63)

Stato limite di salvaguardia della Vita (SLV = 0.1)

Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC = 0.05)

In funzione dello stato limite considerato e quindi della relativa probabilità di superamento, i parametri di sito di riferimento per l'area d'intervento risultano:

	SLO	SLD	SLV	SLC
ag	0.056a	0.073a	0.204a	0.272a
Fo	2.466	2.453	2.447	2.481
Tc*	0.241 sec	0.265 sec	0.334 sec	0.348 sec

dove

ag acc. orizzontale massima di sito

Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in acc. orizzontale

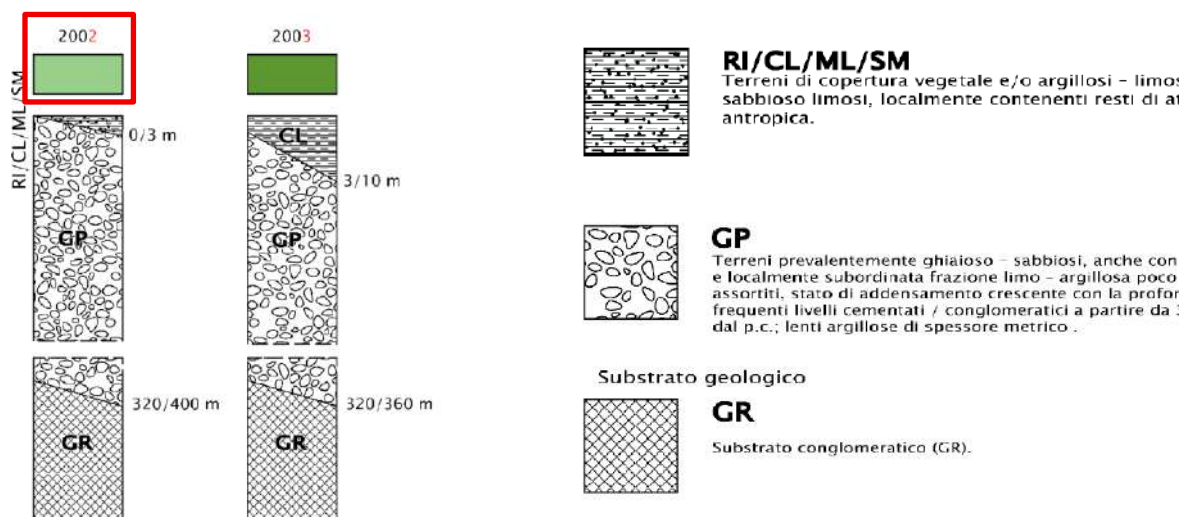
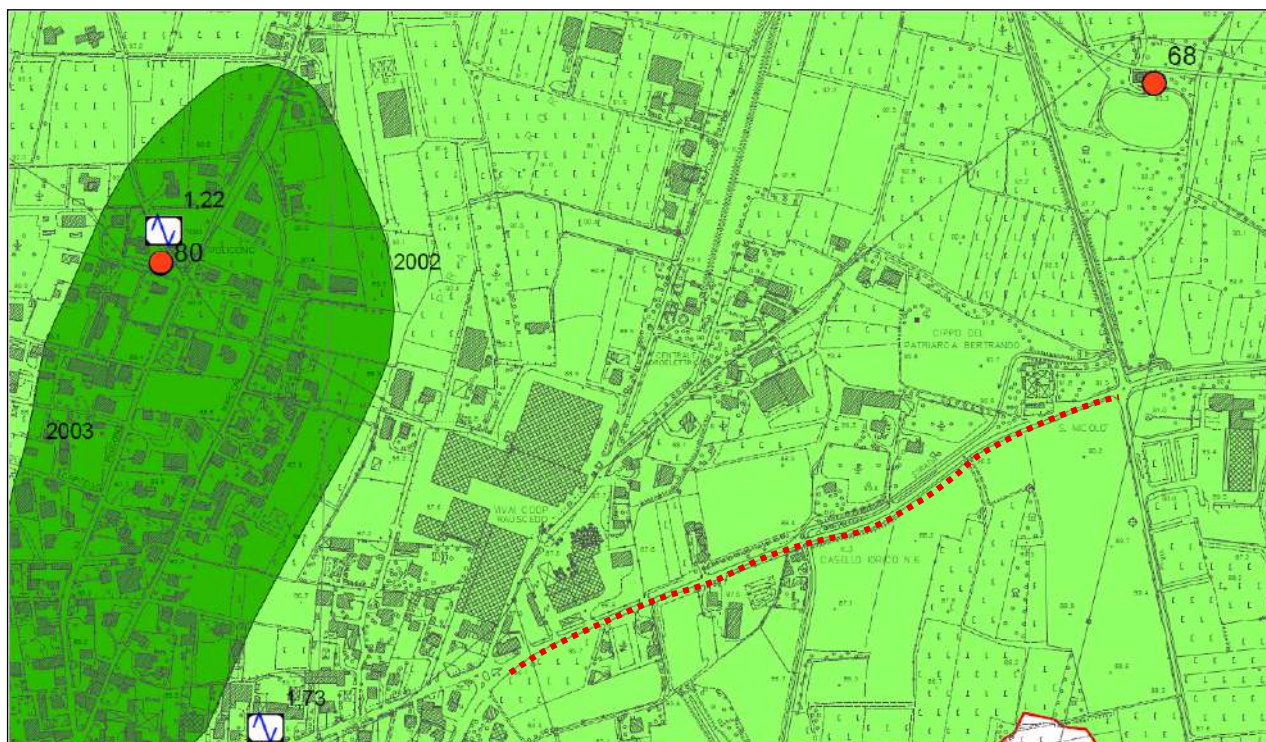
Tc* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in acc. orizzontale

I coefficienti sismici principali risultano:

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1.2	1.2	1.2	1.13
St	1.0	1.0	1.0	1.0
Cc	1.46	1.43	1.37	1.36
Kh	0.013	0.018	0.069	0.086
Kv	0.007	0.009	0.034	0.043
Amax	0.661	0.862	2.406	3.010
Beta	0.20	0.20	0.28	0.28

3.3 SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

Dallo studio di Microzonazione Sismica, l'area d'intervento si inserisce in zona "stabile suscettibili di amplificazione locale" nella Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica. In particolare, il tracciato della ciclabile è inserito nella zona 2002 caratterizzata dalla presenza, localmente, di uno strato superficiale di limitato spessore (0-3m) a prevalenza fine, cui seguono sedimenti ghiaioso sabbiosi con ciottoli. Il substrato geologico è indicato a profondità di oltre 300m ed è caratterizzato da conglomerati.



Da: Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica. Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1.
(immagine non in scala)

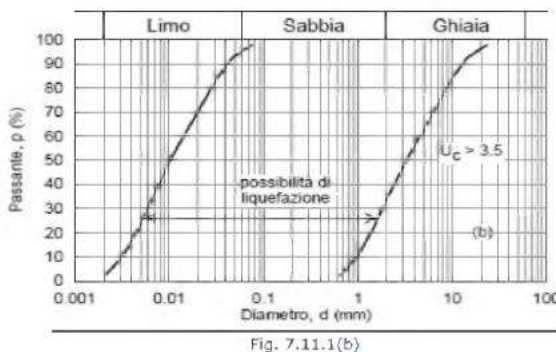
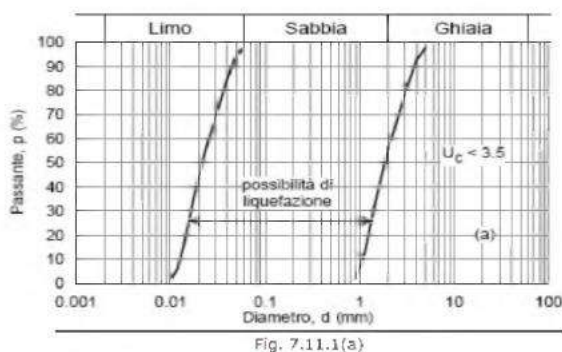
Nella verifica a liquefazione si considerano i sedimenti presenti fino ad una profondità dell'ordine di 20m dal p.c.

Il metodo di Sherif e Ishibashi, ammette che si possano verificare fenomeni di liquefazione solo nei livelli che presentino le seguenti caratteristiche:

- siano costituiti da sabbie o sabbie limose e/o ghiaiose;
- si trovino sotto il livello statico della falda;
- gli strati di copertura non liquefacibile abbiano spessore inferiore a 3 metri.

In relazione a quanto riportato nelle NTC 2018 (capitolo 7.11.3.4.2) l'esclusione alla verifica a liquefazione può essere fatta nei seguenti casi:

- Accelerazione massima attesa al p.c. in condizioni di campo libero $< 0.1g$;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c. per p.c. sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 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 $U_c > 3,5$

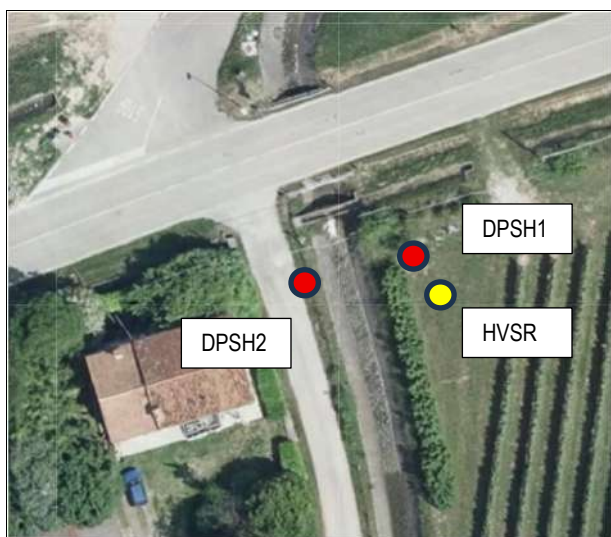


In relazione alla profondità della falda (maggiore di 15m) e alla natura dei sedimenti rilevati, si ritiene che il fenomeno della liquefazione non si manifesti.

4 MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

In relazione all'intervento di progetto, per la definizione del modello geologico e geotecnico dell'area si fa riferimento, in prima approssimazione alle prove riportate dallo studio geologico, in particolare la prova penetrometrica 3 e il pozzo del Catasto Regionale 1. Le prove evidenziano la presenza di sedimenti grossolani ghiaioso sabbiosi, localmente con la presenza di matrice fine. Il pozzo profondo rileva livelli di limitato spessore di argille e localmente livelli cementati.

A supporto del progetto della passerella si sono eseguite N.2 prove penetrometriche dinamiche DPSH, in corrispondenza alle due spalle, oltre ad una prova HVSr per la definizione della categoria di sottosuolo.



Ubicazione delle prove eseguite.

La stratigrafia ricavata dalle prove risulta la seguente:

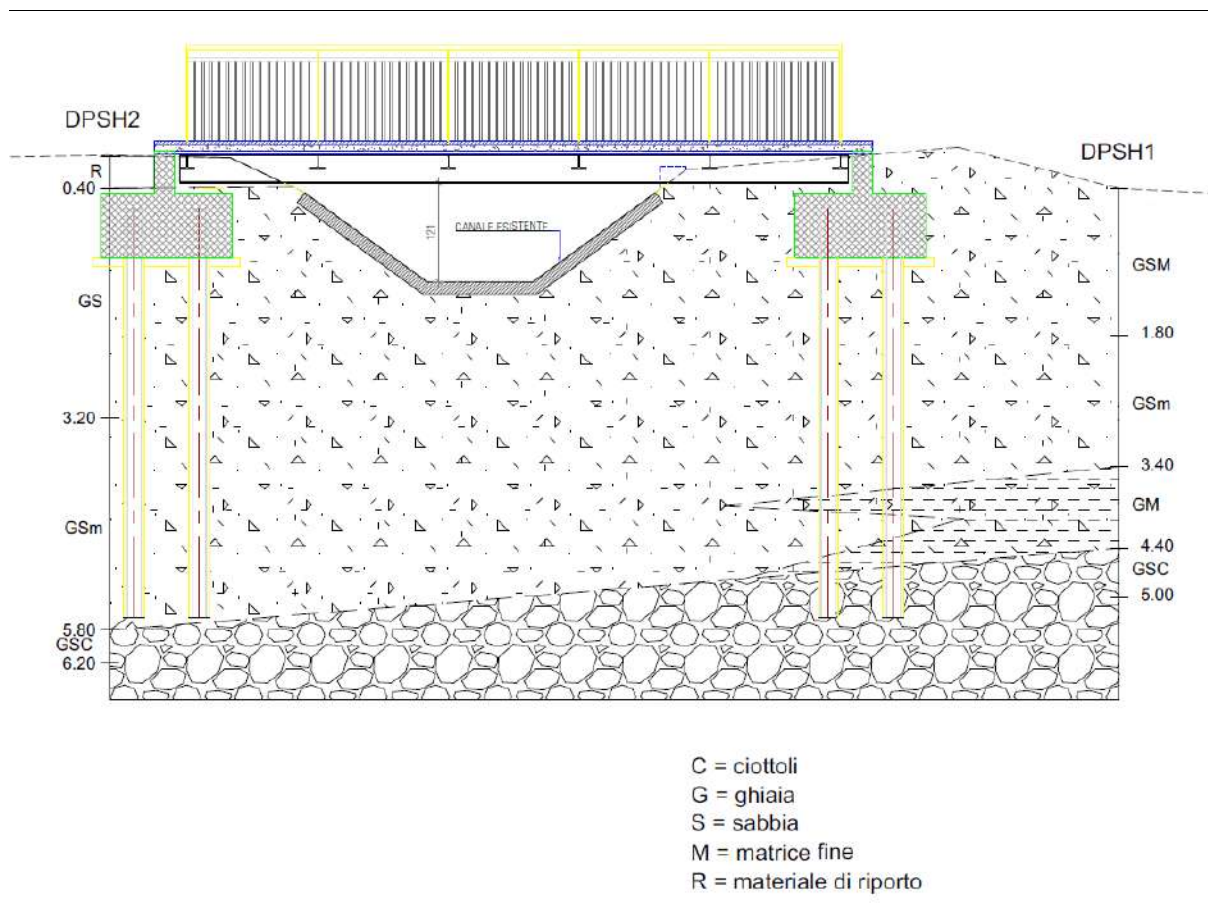
DPSH1

0.00 – 1.80	Ghiaia e sabbia con matrice fine $\phi = 30^\circ$ $Y = 1.85\text{t/mc}$ $Dr = 0.35$ $E' = 215 \text{ Kg/cm}^2$ Terreno moderatamente addensato
1.80 – 3.40	Ghiaia e sabbia con matrice fine subordinata $\phi = 33^\circ$ $Y = 1.9\text{t/mc}$ $Dr = 0.5$ $E' = 262 \text{ Kg/cm}^2$ Terreno moderatamente addensato
3.40 – 4.40	Ghiaia in abbondante matrice fine $\phi = 27^\circ$ $Y = 1.8\text{t/mc}$ $Dr = 0.35$ $E' = 152 \text{ Kg/cm}^2$ Terreno moderatamente addensato
4.40 – 5.00	Ghiaia, sabbia e ciottoli $\phi = 41^\circ$ $Y = 2.0\text{t/mc}$ $Dr = 0.8$ $E' = 432 \text{ Kg/cm}^2$ Terreno addensato

DPSH2

0.00 – 0.40	Terreno superficiale di riporto $\phi = 29^\circ$ $Y = 1.8\text{t/mc}$ $Dr = 0.35$ $E' = 195 \text{ Kg/cm}^2$ Terreno moderatamente addensato
-------------	---

0.40 – 3.20	Ghiaia e sabbia $\emptyset = 37^\circ$ $Y = 1.95t/mc$ $Dr = 0.7$ $E' = 357 \text{ Kg/cmq}$ Terreno addensato
3.20 – 5.80	Ghiaia e sabbia con matrice fine subordinata $\emptyset = 33^\circ$ $Y = 1.9t/mc$ $Dr = 0.5$ $E' = 262 \text{ Kg/cmq}$ Terreno moderatamente addensato
5.80 – 6.20	Ghiaia, sabbia e ciottoli $\emptyset = 40^\circ$ $Y = 2.0t/mc$ $Dr = 0.8$ $E' = 407 \text{ Kg/cmq}$ Terreno addensato



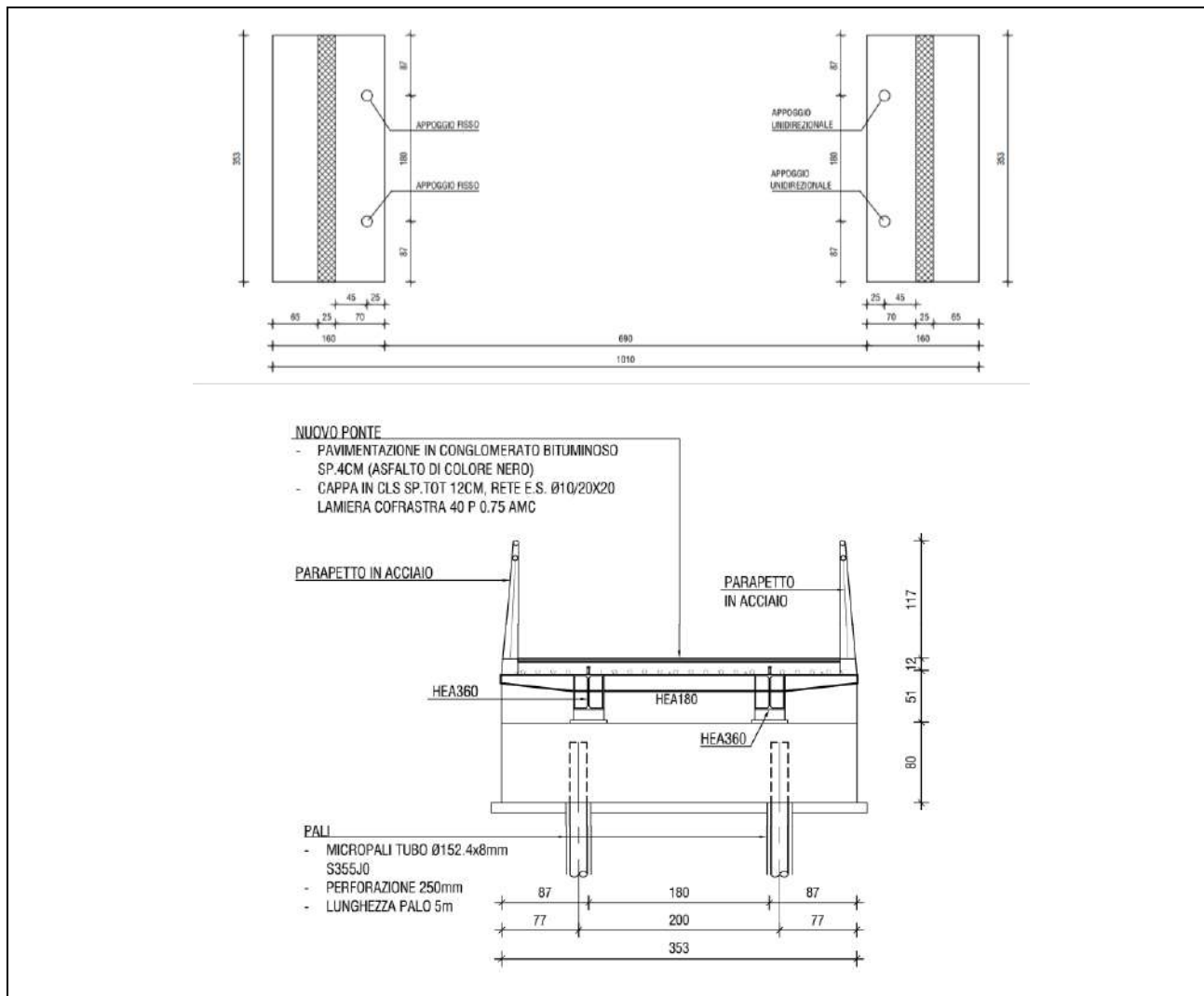
Sezione litostratigrafica schematica.

Il progetto, nel suo complesso, prevede la realizzazione di un percorso promiscuo ciclabile e pedonale riservato con sviluppo del tracciato accanto alla strada provinciale SP6 lungo la corsia sud ricavato da terreni privati.

La pista ciclo-pedonale avrà uno sviluppo lineare di circa 950 m e una larghezza pari a 2.60 m (per brevi tratti pari a 2 m) e verrà pavimentata con nastro in conglomerato bituminoso semiaperto di 6 cm di spessore, su sottofondo in misto granulare stabilizzato di 10 cm, con cassonetto costituito da materiale arido riciclato.

Il progetto prevede, come opera principale, la realizzazione di una passerella metallica per l'attraversamento del canale artificiale San Giorgio.

Le spalle della passerella verranno realizzate con dei plinti delle dimensioni di 1.60x3.53m, con quattro micropali con anima metallica in acciaio S355 della lunghezza di 5 m.



Pianta e sezione progetto della passerella.

Ove necessario verranno realizzate o ri-costruite le recinzioni a confine con le proprietà private.

Si prevede inoltre in prossimità della rotatoria lo spostamento di pali della pubblica illuminazione ricadenti nel tracciato di progetto.

5 CONCLUSIONI

In relazione all'indagine svolta si traggono le seguenti considerazioni conclusive:

1. L'intervento di progetto prevede la realizzazione di un tratto di ciclabile lungo via del Sile in Comune di San Giorgio della Richinvelda. Le quote dell'area d'intervento rientrano in un range da 85 a 90 m s.l.m.
2. Il modello idrogeologico è quello tipico dell'alta pianura con la presenza della falda freatica che rientra nella provincia idrochimica del Tagliamento che dai dati a disposizione si rileva mediamente a profondità di 30-35m dal p.c. La sua profondità è tale da non influenzare la risposta sismica dell'area.
3. L'area non si inserisce in zona di esondazione secondo lo studio geologico generale e neppure in zona di pericolosità idraulica secondo lo studio del Piano Gestione del Rischio Alluvioni dell'Autorità di Bacino del Distretto Alpi Orientali.
4. I sedimenti presenti sono caratterizzati prevalentemente da alternanze alluvioni grossolane, ghiaie e sabbie con ciottoli e con matrice fine presente localmente il % variabile.
5. La permeabilità dei sedimenti, considerato che in zona sono prevalenti miscele ghiaioso sabbiose, si può considerare nell'intervallo $K = 10^{-3} - 10^{-5}$ m/s da buona, localmente ridotta (Casagrande – Fadum)
6. Il territorio del Comune di San Giorgio della Richinvelda si inserisce in zona sismica 2, definita ad alta sismicità (Delibera Giunta Reg. 845 del 06.05.2010 "Classificazione delle zone sismiche e indicazione delle aree di alta e bassa sismicità", recepimento Ordinanza 3519 del 28.04.2006).
7. Secondo quanto previsto dal DM 14/01/2008, l'intervento di progetto viene inserito nella categoria di sottosuolo B, definita: "rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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 parametri ed i coefficienti di sito, per la passerella di progetto, vengono riportati nello specifico paragrafo.
8. Dallo studio di Microzonazione Sismica di livello 1, l'intervento si inserisce in zona "stabile suscettibile di amplificazione locale" nella Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica.
9. In relazione alla profondità della falda e alla natura dei sedimenti presenti si ritiene che il fenomeno della liquefazione non si manifesti.
10. Qualora in fase di realizzazione delle fondazioni della passerella si rilevasse la presenza di materiale di riporto o sedimenti con caratteristiche scadenti, si dovrà prevedere la loro surroga o bonifica con magrone.

Alla luce dell'indagine svolta, le condizioni geologiche del sito risultano compatibili con l'intervento di progetto.

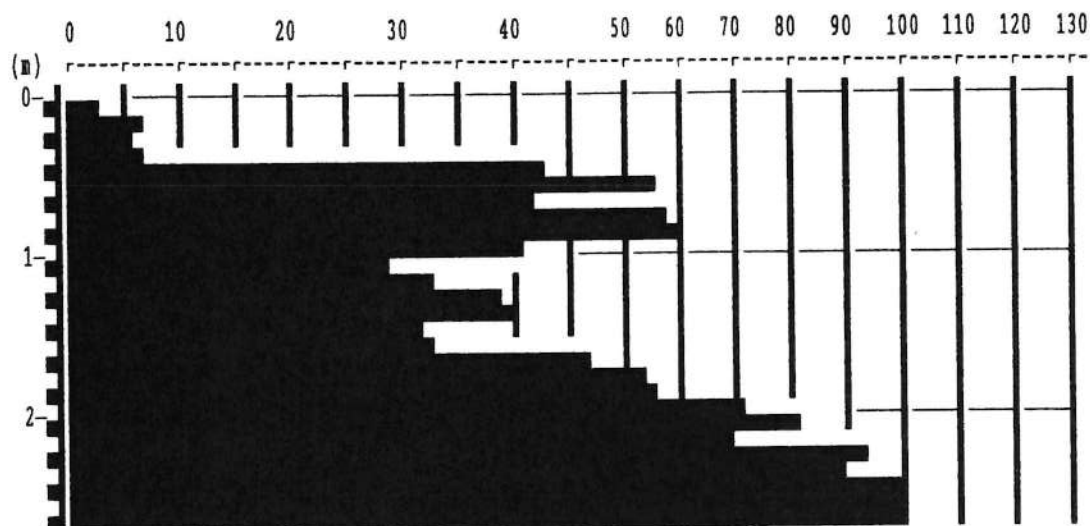
Pordenone, 12/12/2025

dott. geol. Paola Parente



PROVA PENETROMETR.DINAMICA
DIAGRAMMA NUM. COLPI PUNTA**n. 3**
RZ-GP-91PENETROMETRO DINAMICO tipo MEDIO - (DPM) ■
M = 30.0 kg - H = 0.20 m - A = 10.00 cm² - D = 35.7 mmuso rivestimento/fanghi iniezione : SI
N = N(10) [δ = 10 cm]
quota inizio : 0
prof. falda = ---
data : 10.05.96

Località : rauscedo

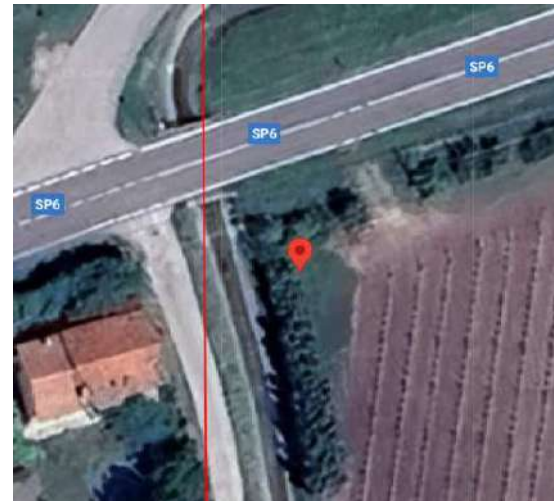
N=N10 numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 10 cm

[illegible]

WGS84 Lat 46.042998 - Lng 12.841750
Prof. falda da p.c. foro occluso a -0.70m (falda non intercettata)
Data 10.12.2025 - 9:00

[illegible]

	Valori di picco medi per strato				
Base strato	Nspt	Cu	φ'	Vs	E
(m)	n	(kg/cm ²)	(°)	(m/s)	(kg/cm ²)
1,80	9	-	30	157	215
3,40	14	-	33	210	262
4,40	5	-	27	184	152
5,00	37	-	41	284	432



Ubicazione dell'indagine
(fonte Google.com)

Rif. norma	DIN 4094
Peso massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,2 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero di colpi per punta	20

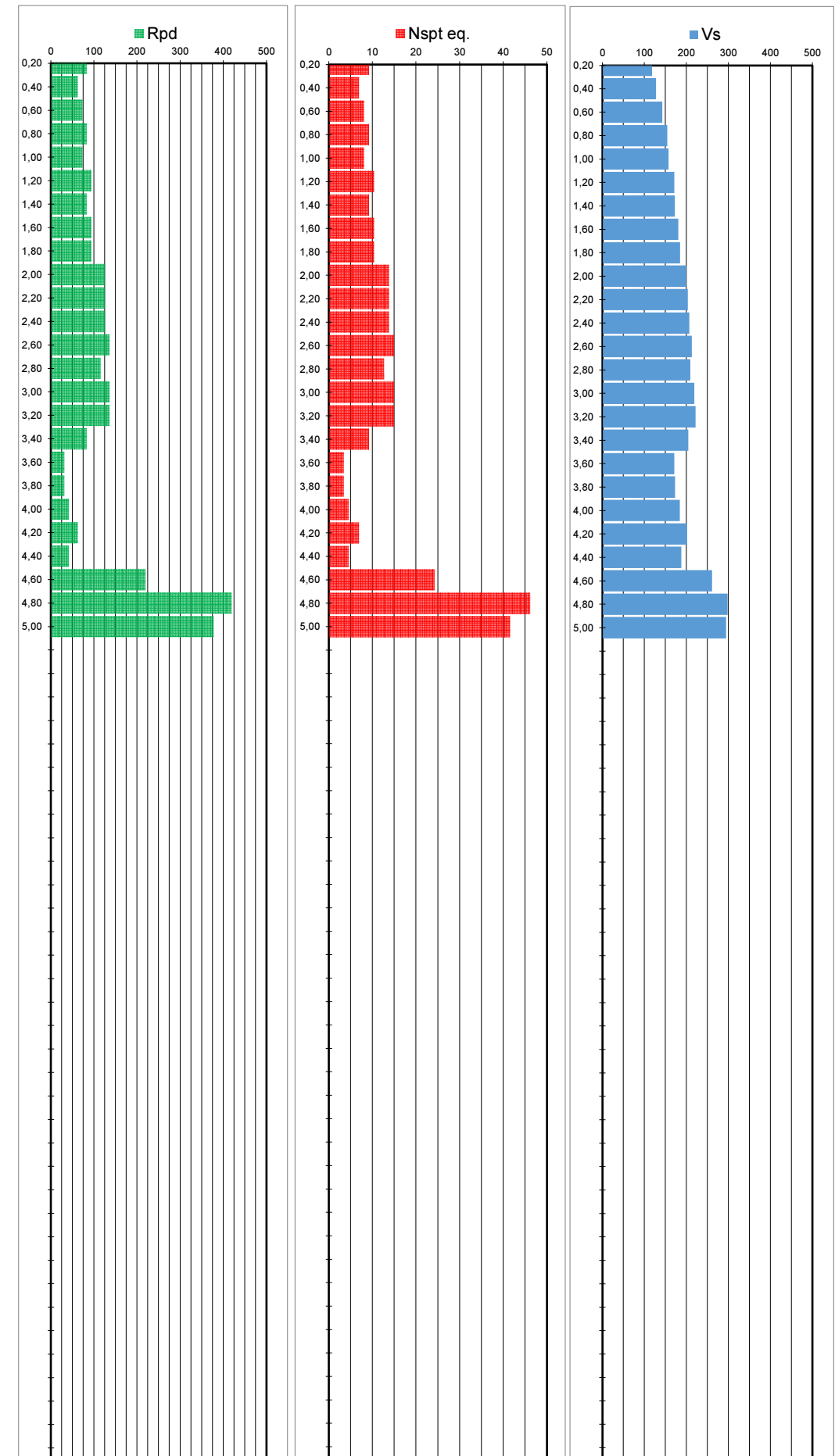
Dati tecnici dello strumento (Pagani TG63-100)

Legenda	
Nspt	Valore del numero di colpi equivalente alle SPT (sulla base dei dati strumentali);
Cu	Coesione non drenata (Hara et al., 1971);
ϕ	Angolo d'attrito (MacGregor e Duncan, 1998);
Vs	Velocità delle onde trasversali (Palmer D.J. e Stuart J.G., 1957);
E	Modulo di Young (Denver, 1982).



Esecuzione dell'indagine penetrometrica dinamica superpesante D.P.S.H.

N.B. I dati strumentali sono da riferirsi esclusivamente al parametro "Np" (Numero di colpi) rispetto alla profondità dal piano campagna.
I parametri geotecnici desunti riportano valori di picco indicativi



Ubicazione San Giorgio della Richinvelda - Via del Sile
ProvaDPSH 20251210dpsh2SanGiorgioDellaRichinveldaViaDelSile
WGS84 Lat 46.042992 - Lng 12.841613
Prof. falda da p.c. foro occluso a -4,90m (falda non intercettata)
Data 10.12.2025 - 10:00

Prof.	Np	Rpd	Nspt eq.	Cu	φ'	Vs	E
(m)	n	(kg/cm²)	n	(kg/cm²)	(°)	(m/s)	(kg/cm²)
0,20	7	73,5	8	-	30	115	203
0,40	6	63,0	7	-	29	128	188
0,60	12	126,0	14	-	33	158	266
0,80	15	157,5	17	-	34	175	297
1,00	21	220,5	24	-	37	195	352
1,20	25	262,5	29	-	39	208	384
1,40	21	220,5	24	-	37	208	352
1,60	14	147,0	16	-	34	197	287
1,80	22	231,0	25	-	37	220	360
2,00	22	231,0	25	-	37	224	360
2,20	31	325,4	36	-	41	244	427
2,40	27	283,5	31	-	39	242	399
2,60	30	315,0	35	-	40	251	420
2,80	29	304,5	33	-	40	252	413
3,00	21	220,5	24	-	37	240	352
3,20	18	189,0	21	-	36	236	325
3,40	12	126,0	14	-	33	221	266
3,60	10	105,0	12	-	32	216	243
3,80	11	115,5	13	-	32	222	254
4,00	15	157,5	17	-	34	238	297
4,20	14	147,0	16	-	34	237	287
4,40	7	73,5	8	-	30	209	203
4,60	10	105,0	12	-	32	226	243
4,80	8	84,0	9	-	31	219	217
5,00	12	126,0	14	-	33	238	266
5,20	19	199,5	22	-	36	262	334
5,40	16	168,0	18	-	35	256	307
5,60	7	73,5	8	-	30	219	203
5,80	10	105,0	12	-	32	237	243
6,00	22	231,0	25	-	37	277	360
6,20	35	367,4	40	-	42	305	454

Valori di picco medi per strato					
Base strato	Nspt	Cu	φ'	Vs	E
(m)	n	(kg/cm²)	(°)	(m/s)	(kg/cm²)
0,40	8	-	29	122	195
3,20	25	-	37	218	357
5,80	13	-	33	231	259
6,20	33	-	40	291	407



Ubicazione dell'indagine
(fonte Google.com)

Rif. norma	DIN 4094
Peso massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,2 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero di colpi per punta	20

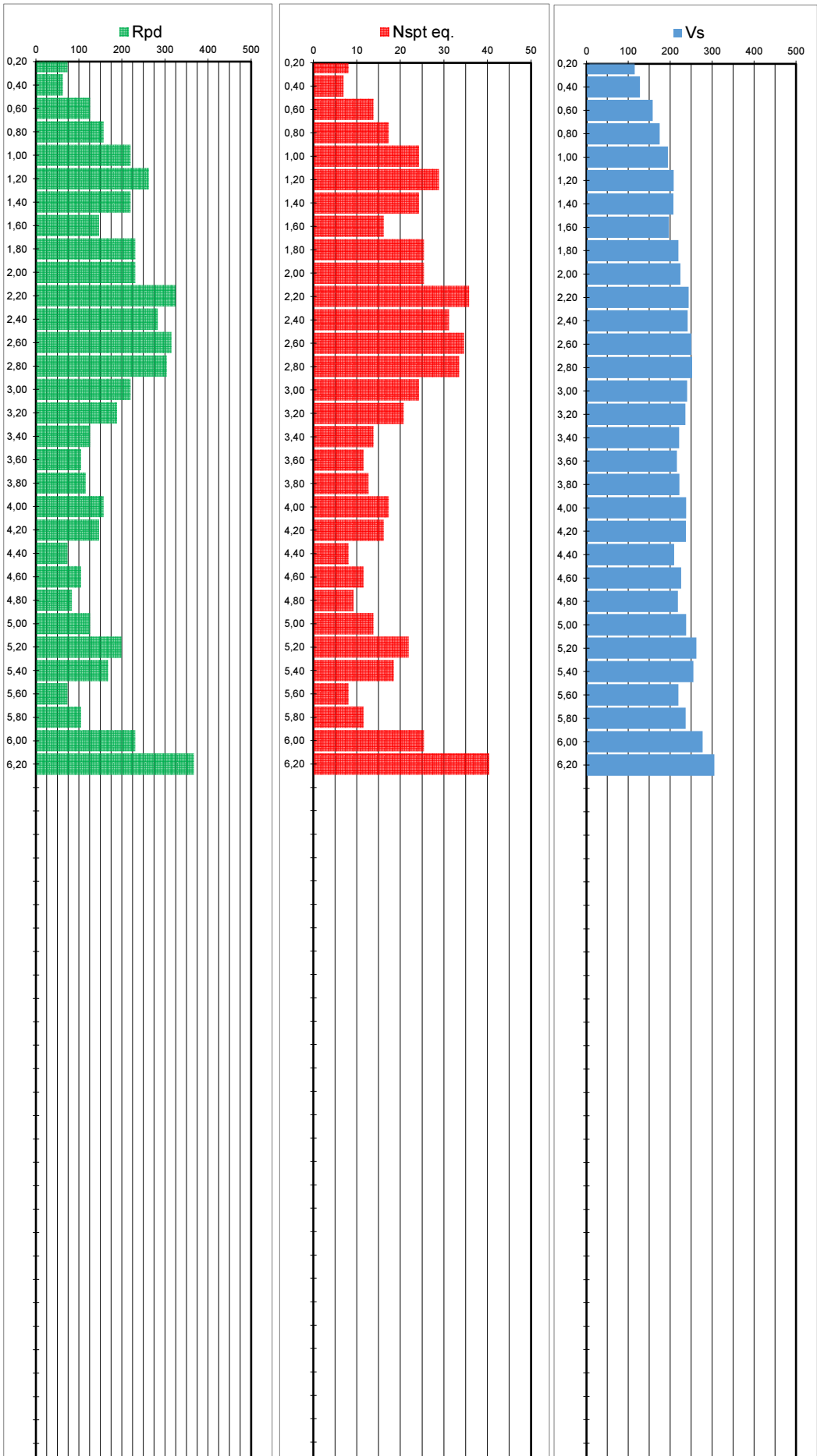
Dati tecnici dello strumento
(Pagani TG63-100)

Legenda	
Nspt	Valore del numero di colpi equivalente alle SPT (sulla base dei dati strumentali);
Cu	Coesione non drenata (Hara et al., 1971);
φ	Angolo d'attrito (MecGregor e Duncan, 1998);
Vs	Velocità delle onde trasversali (Palmer D.J. e Stuart J.G., 1957);
E	Modulo di Young (Denver, 1982).



Esecuzione dell'indagine
penetrometrica dinamica
superpesante D.P.S.H.

N.B. I dati strumentali sono da riferirsi esclusivamente al parametro "Np" (Numero di colpi) rispetto alla profondità dal piano campagna.
I parametri geotecnici desunti riportano valori di picco indicativi



San Giorgio della Richinvelda – Passerella via del Sile

Strumento: TZ3-0028/01-14

Formato dati: 32 bit

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 11/12/2025 13:48:24 Fine registrazione: 11/12/2025 14:08:24

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

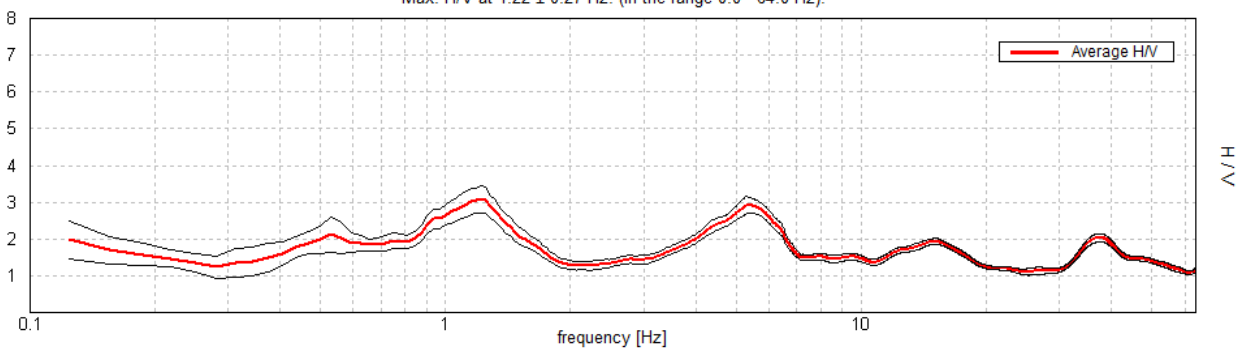
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

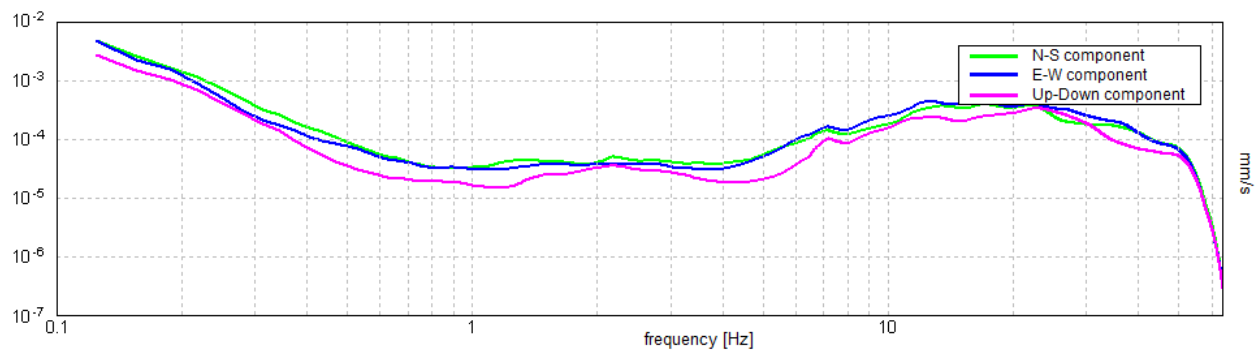
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

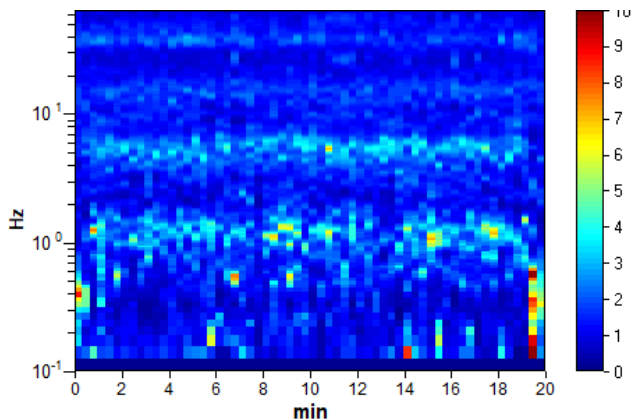
Max. H/V at 1.22 ± 0.27 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



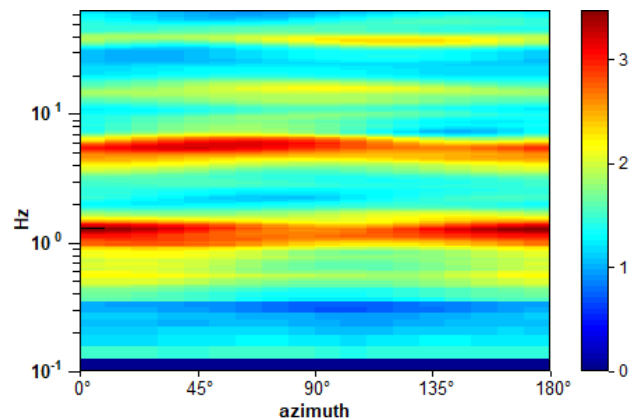
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



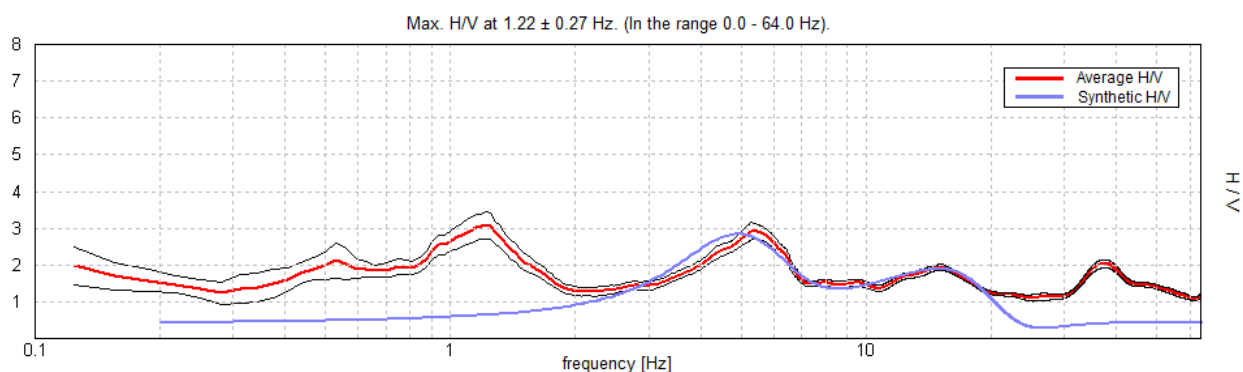
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

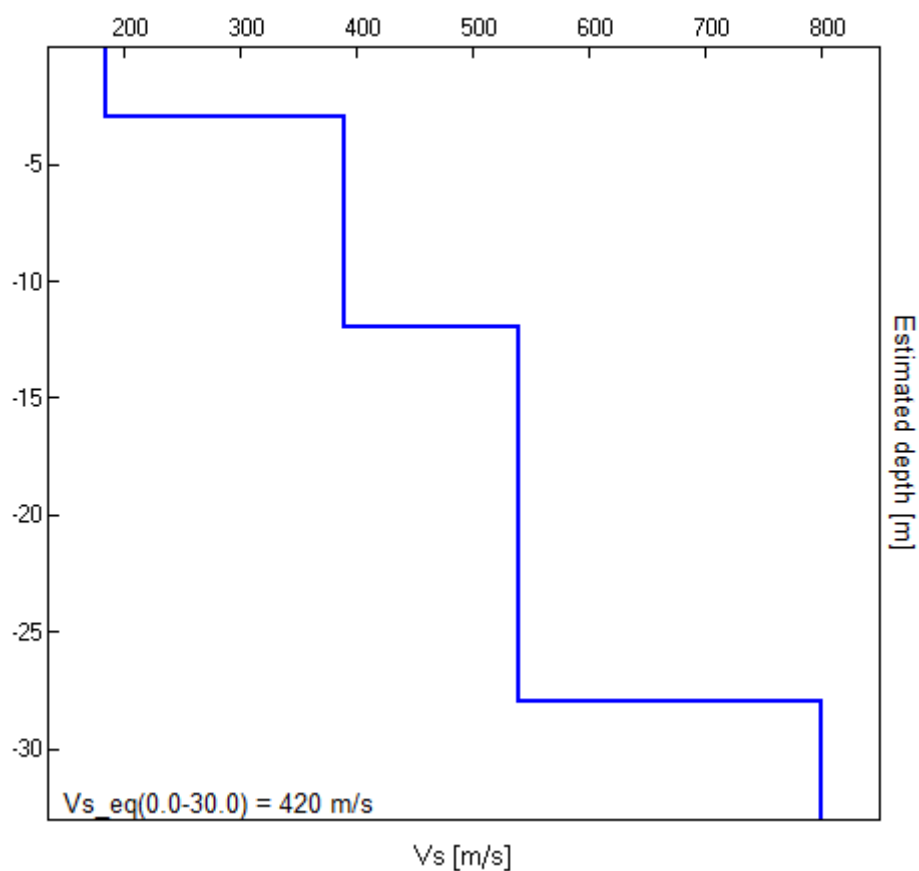


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.00	3.00	185	0.42
12.00	9.00	390	0.42
28.00	16.00	540	0.42
inf.	inf.	800	0.42

$Vs_{eq}(0.0-30.0) = 420$ m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 1.22 ± 0.27 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile			
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	$1.22 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1462.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 59	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro			
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.375 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.08 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.21985 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.26794 < 0.12188$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3586 < 1.78$	OK	

L_w	lunghezza della finestra				
n_w	numero di finestre usate nell'analisi				
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi				
f	frequenza attuale				
f_0	frequenza del picco H/V				
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V				
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$				
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0				
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f				
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$				
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$				
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa				
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$				
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$				
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



Parametri sismici

Passerella ciclabile Rauscedo

Sito in esame.

latitudine: 46,043891
longitudine: 12,842638
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 10092	Lat: 46,0332	Lon: 12,8427	Distanza:
1189,914				
Sito 2	ID: 10093	Lat: 46,0336	Lon: 12,9146	Distanza:
5670,134				
Sito 3	ID: 9871	Lat: 46,0836	Lon: 12,9141	Distanza:
7059,580				
Sito 4	ID: 9870	Lat: 46,0832	Lon: 12,8422	Distanza:
4368,880				

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,056 g
Fo: 2,466
Tc*: 0,241 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,073 g
Fo: 2,453
Tc*: 0,265 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,204 g
Fo: 2,447
Tc*: 0,334 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,272 g
Fo: 2,481
Tc*: 0,348 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,460
St: 1,000
Kh: 0,013
Kv: 0,007
Amax: 0,661
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,430
St: 1,000
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,862
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,370
St: 1,000
Kh: 0,069
Kv: 0,034
Amax: 2,406
Beta: 0,280

SLC:

Ss: 1,130
Cc: 1,360
St: 1,000
Kh: 0,086
Kv: 0,043
Amax: 3,010
Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 46.043004

longitudine: 12.841653