



COMUNE DI MIRANO

REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA PISTA CICLABILE IN VIA SCALTENIGO (S.P. 26) TRA SCALTENIGO E MIRANO

PROGETTO DEFINITIVO

PISTA CICLABILE VIA SCALTENIGO RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA				N. ELABORATO			
				2			
				FORMATO A4			
				-			
				CODICE PROGETTO			
				30	24	S	DS
3	1	3024SDS3_rel geo-geotec_1.dwg	gennaio 2024	VOR	FC	AM	
Con.	Rev.	Nome file	Data	Redatto	Controllato	Approvato	

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
ARCH. ANDREA SANCASSANI

PROGETTISTA DELL'INTERVENTO
DOTT. ING. ANTONIO MARTINI



STUDIO MARTINI INGEGNERIA S.r.l.
info@martiniingegneria.it

Studio certificato Qualità, Ambiente e Sicurezza

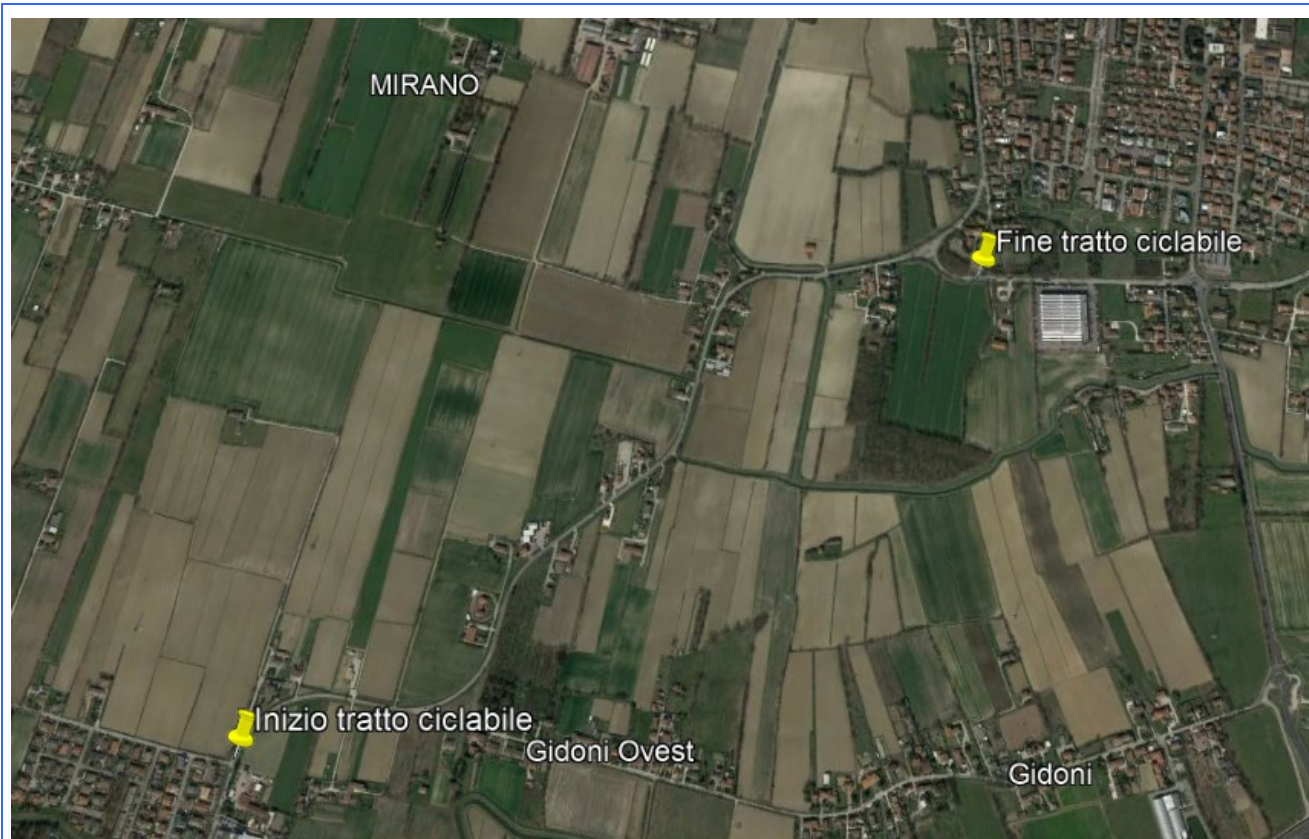




GEOLOGIA TECNICA sas
di Vorlicek P.A. & C
Azienda certificata UNI EN ISO 9001:2015



Provincia di	VENEZIA
Comune di	MIRANO
Committente	MARTINI INGEGNERIA



RELAZIONE GEOLOGICA

	GEOLOGIA TECNICA sas di Vorlicek P.A. & C	Azienda certificata UNI EN ISO 9001:2015 da: Kiwa Cermet Italia S.p.A.
RELAZIONE GEOLOGICA		

Provincia di	VENEZIA
Comune di	MIRANO
Committente	MARTINI INGEGNERIA

RELAZIONE GEOLOGICA

INTRODUZIONE	3
RELAZIONE GEOLOGICA.....	4
ANALISI SISMICA.....	14
CONCLUSIONI	17
ALLEGATI	18

Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ciclabile_Martini.doc	Redatto da: Bregolin M.	Data 28/10/2022
Rev. 00	Controllato da: Vorlicek P.A.	Pag. 2

INTRODUZIONE

Al fine di verificare la fattibilità geologica e di fornire indicazioni geotecniche per la realizzazione della ciclabile nel comune di Mirano sono state eseguite le seguenti indagini:

1. Una ricerca bibliografica inerente all'area in esame

Le indagini sono state realizzate considerando la planimetria / progetto fornitoci da Martini studio nello specifico le tavole 9A 9B 9C 9D redatte da data Martini Antonio.

Tale indagine è altresì necessaria per ottemperare alle NTC del D.M. 17/01/2018.



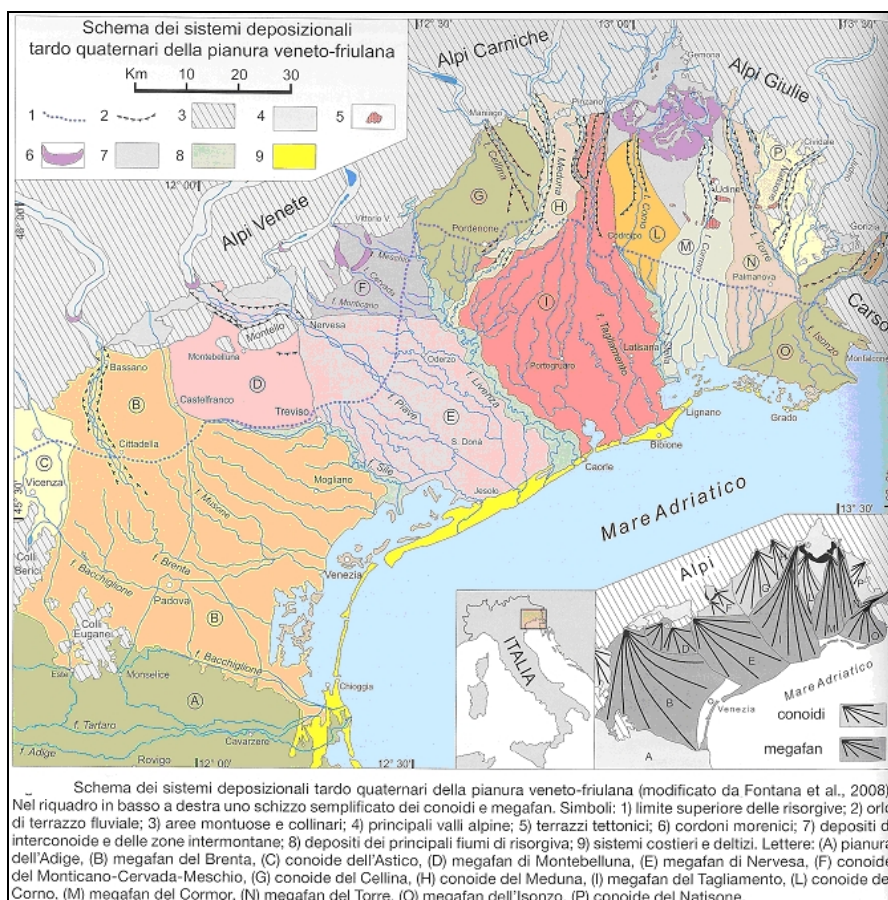
Estratto CTR 1:5000 (non in scala). Cerchiato in rosso tratto di indagine

RELAZIONE GEOLOGICA

Geologia

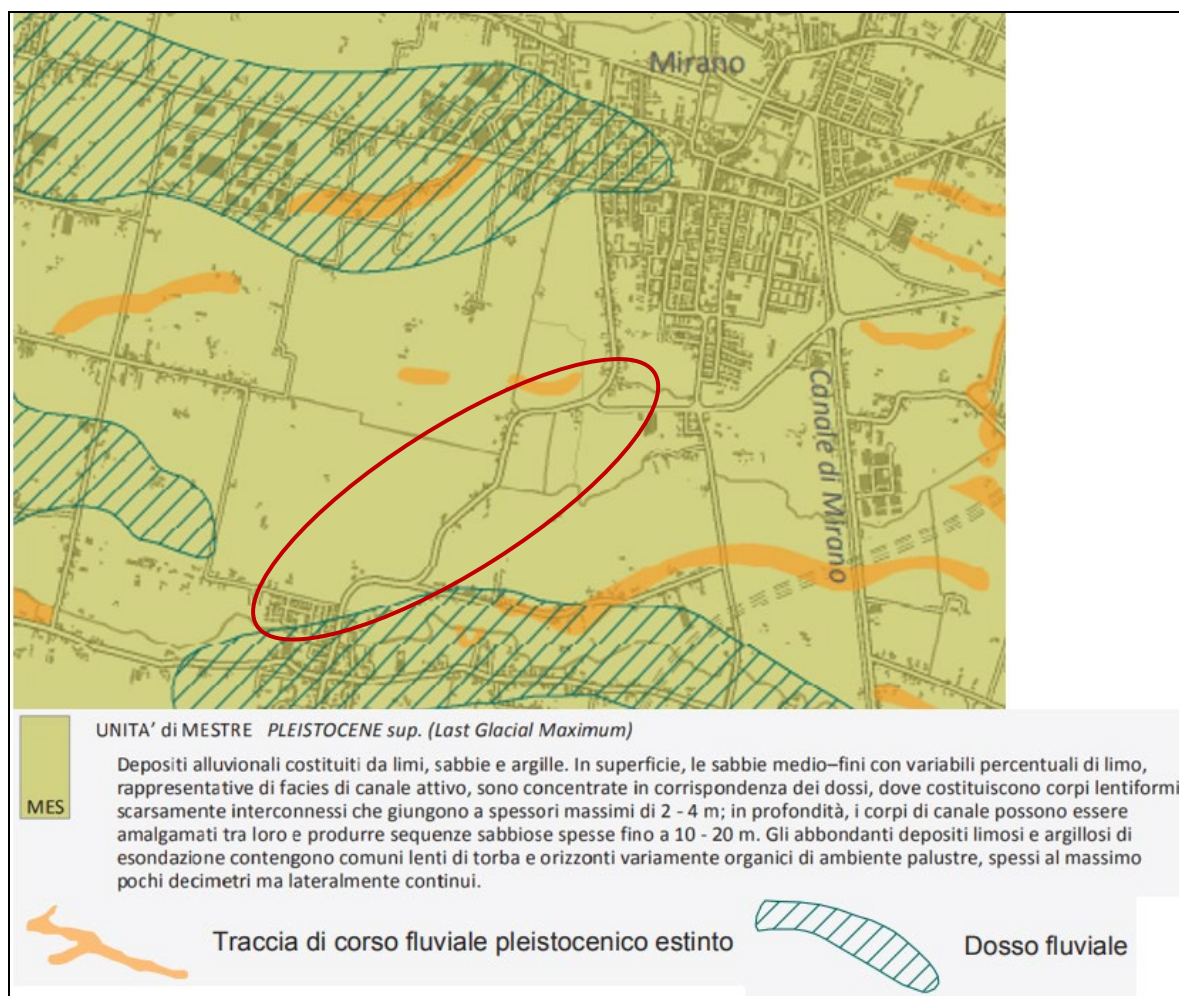
L'area d'indagine, nella quale si prevede la realizzazione di una pista ciclabile, si estende nel comune di Mirano, precisamente da Scaltenigo, frazione di Mirano, lungo via Scaltenigo (Sp26), fino all'incrocio con la SP81 Viale Venezia.

L'area in esame si trova all'interno della pianura alluvionale Veneta, la quale è costituita da un materasso quaternario, con uno spessore che arriva anche a centinaia di metri, formatosi grazie agli apporti solidi dei principali fiumi alpini: il Brenta, il Piave, l'Adige e il Tagliamento. Questi fiumi hanno generato grandi apparati deposizionali definiti "megafan", ai quali si affiancano sistemi di minore estensione, alimentati da corsi d'acqua d'origine prealpina e di risorgiva; tra i più importanti si ricordano quelli dei fiumi Astico, Bacchiglione, Sile e Cellina-Livenza. In particolare, il territorio del comune di Mirano si inserisce nella porzione medio - inferiore del megafan alluvionale del fiume Brenta. Caratteristica peculiare della pianura veneta è la forte classazione dei sedimenti e la marcata differenziazione delle forme alluvionali all'allontanarsi dal piede delle Prealpi. Tali aspetti portano alla distinzione di due grandi unità fisiografiche appunto note come alta e bassa pianura. L'alta pianura si estende per una fascia di circa 15-20 Km dai rilievi ed è costituita prevalentemente da ghiaie con matrice sabbiosa, che si spingono a profondità considerevoli, superiori anche ai 100 m; questi depositi, trasportati da fiumi del tipo braided o "a canali intrecciati", formano degli ampi conoidi che si dipartono dagli sbocchi delle valli, con pendenze piuttosto accentuate, generalmente superiori al 3-4%. Più a valle, nella bassa pianura, a causa della diminuzione della capacità di trasporto dei corsi d'acqua, i depositi diventano sabbiosi e limoso-argillosi. Gli alvei fluviali assumono configurazioni a canale singolo, con sinuosità variabile da poco accentuato fino a meandriforme; spesso i fiumi presentano alvei pensili, cioè sovrelevati rispetto alle aree circostanti e, nel tempo, vanno a costituire dossi fluviali. La bassa pianura ha pendenze minime che nelle propaggini distali raggiungono valori inferiori allo 1%. Alla comparsa delle prime intercalazioni fini, all'interno della serie ghiaiosa, porta alla venuta a giorno della falda freatica. Nella figura sottostante si riportano i sistemi deposizionali che influenzano la pianura vento-friulana.



Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ciclabile_Martini.doc	Redatto da: Bregolin M.	Data 28/10/2022
Rev. 00	Controllato da: Vorlicek P.A.	Pag. 4

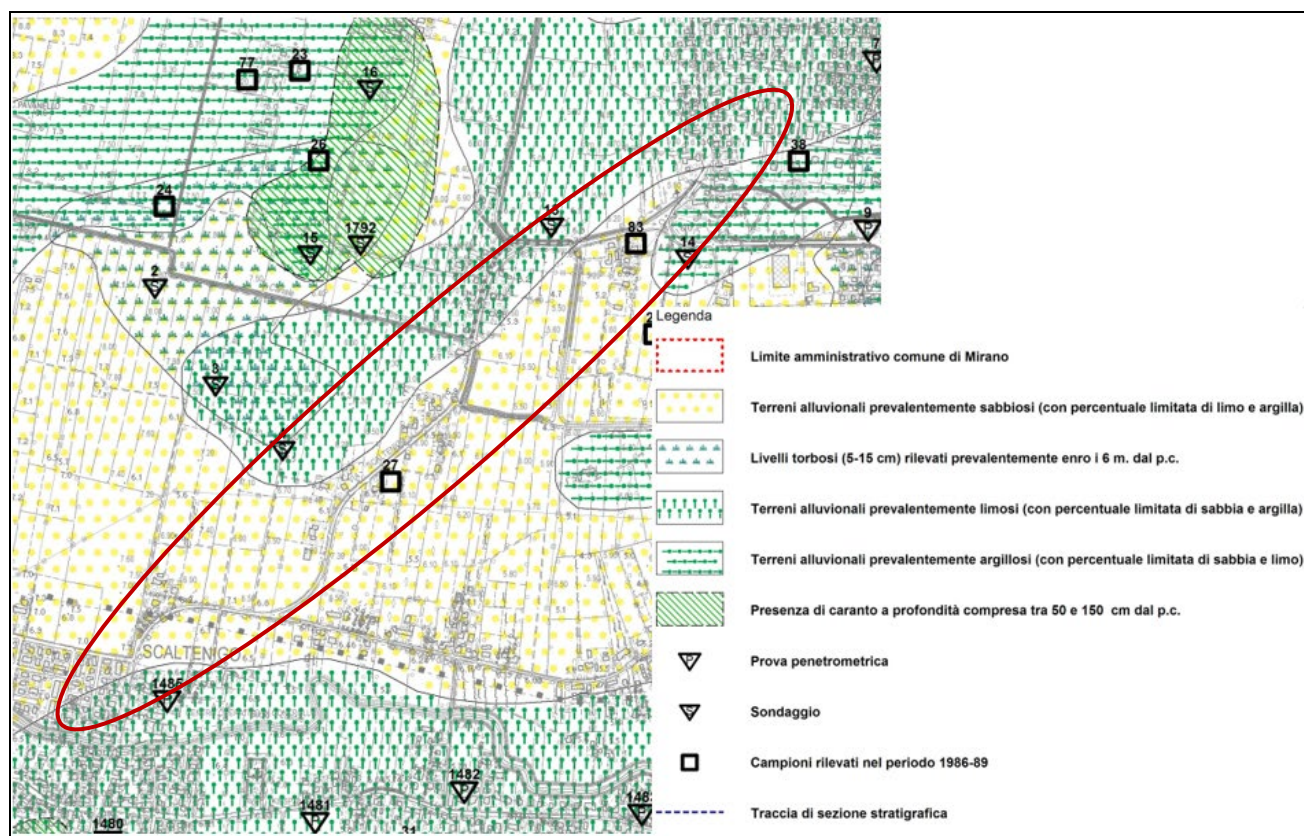
Secondo la cartografia geologica recente riguardo la Provincia di Venezia (Bondesan et al. 2004 e 2008) il territorio di Mirano è caratterizzato dall'Unità di Mestre, la quale è composta da unità sedimentarie deposte durante l'ultimo massimo glaciale (LGM) dal megafan del fiume Brenta. L'assetto geomorfologico dell'area d'interesse, ma più in generale l'intera bassa pianura veneta-friulana, è caratterizzata dalla presenza di dossi alluvionali, i quali hanno una continuità di vari chilometri e sono costituiti da sabbie e sabbie limose. I dossi presentano un'altezza di pochi metri sulla pianura circostante e una larghezza massima di all'incirca un chilometro.



Estratto carta delle unità geologiche della Provincia di Venezia, (Bondesan et al. 2008), cerchiato in rosso tratto d'indagine

Litologie

Da dati ricavati nel PAT del comune di Mirano, si rinviene che i materiali principali che caratterizzano il sottosuolo sono costituiti da sedimenti prevalentemente fini depositati dal fiume Brenta nel Pleistocene superiore, intercalati anche dalla presenza di livelli torbosi di ambiente lacustre. In profondità poi si ha la presenza di sedimento di origine marino con prevalenza di sabbie fini con intercalazioni limose. La meccanica dei depositi e i particolari ambienti di sedimentazione dei livelli superficiali fanno sì che i rapporti spaziali e distributivi tra questi terreni siano vari e complessi, presentando quindi strutture lentiformi ed eteropie di facies.



Estratto carta geolitologica PAT comune di Mirano, cerchiato in rosso tratto d'indagine

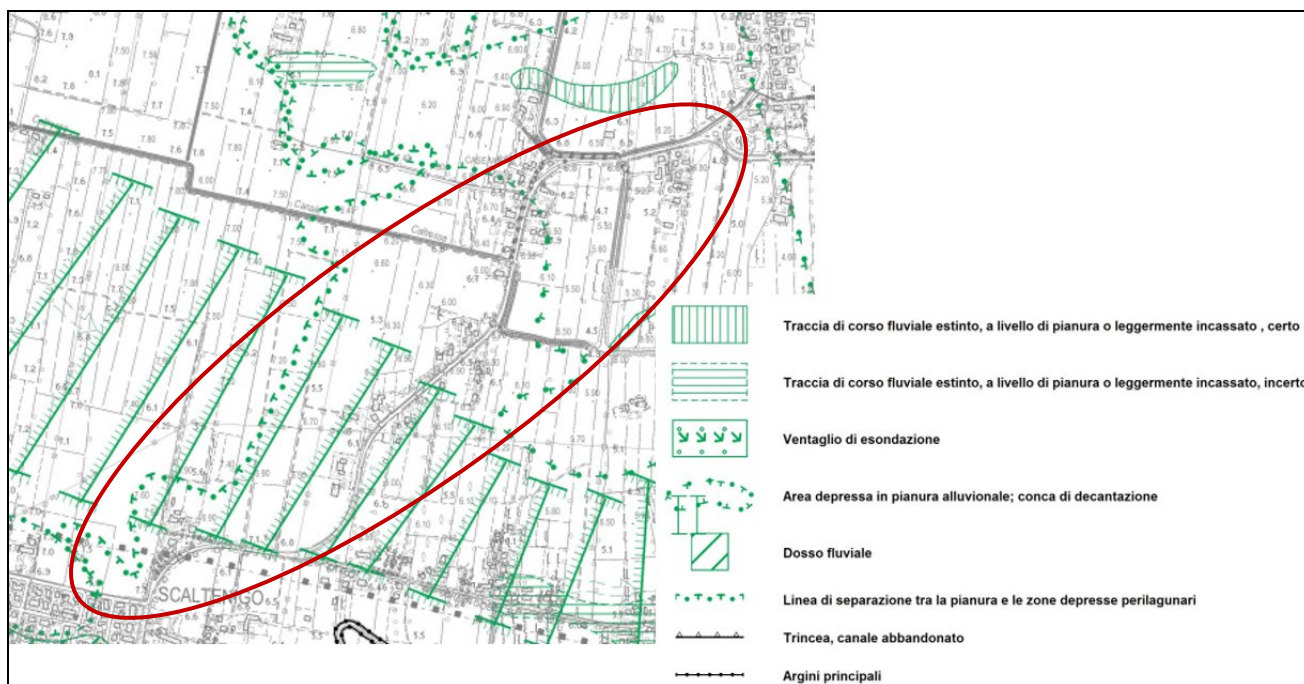
Dall'estratto carta della geolitologia dall'area d'interesse, si evince che si ha la prevalenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi con una percentuale limitata di limo e argilla, rappresentati nell'astratto carta con pallini gialli su fondo bianco. L'area in esame è poi caratterizzata da terreni alluvionali prevalentemente limosi con una percentuale limitata di sabbia e argilla, e da terreni alluvionali prevalentemente argillosi, i quali sono indentificati rispettivamente con frecce verdi verticali e orizzontali.

Si hanno poi tutta una serie di sondaggi vicini alla zona d'indagine, i quali confermano la presenza di limi argillosi con presenza di sabbia fine e di sabbia fine limosa, questo quanto meno nei primi 20m.

Si allegano stratigrafie presenti nel Web Gis della Provincia di Venezia (Link: https://webgis.cittametropolitana.ve.it/mapguide/fusion/templates/mapguide/maroon_geo/index.html?ApplicationDefinition=Library://stratigrafie/app_stratigrafie.ApplicationDefinition&locale=en).

Geomorfologia

Come riportato dal PAT del comune di Mirano il territorio risulta essere stato interessato dalle unità geomorfologiche della pianura alluvionale antica del fiume Brenta, il quale ha deposto terreni a granulometria sabbiosa ai margini del letto, per passare a terreni più fini nelle zone distali. L'assetto morfologico dell'area non è perfettamente pianeggiante come può sembrare, ma da analisi di micro-rilievo emergono una serie di dossi ed avvallamenti allungati in direzione W-E e con quote decrescenti da ovest verso est. I dossi si formarono per conseguente esondazione dei fiumi, costituiti quindi da materiale per lo più sabbioso. Mentre nelle aree depresse si ha la presenza di sedimentazione fine come limi e argille.



Estratto carta geomorfologica del PAT di Mirano. Cerchiato in rosso il sito di studio

Come si evince dall'estratto mappa della carta geomorfologica si ha la presenza di aree depresse in pianura alluvionale, le quali interessano gran parte del tracciato d'interesse. Mentre dalla carta redatta da Bondesan et al, 2008, riportano dossi fluviali nell'area limitrofa al tracciato preso in considerazione ma non rilevano presenza di dossi al di sopra dell'area d'interesse.



Foto aerea del sito, cerchiato in rosso tratto d'indagine

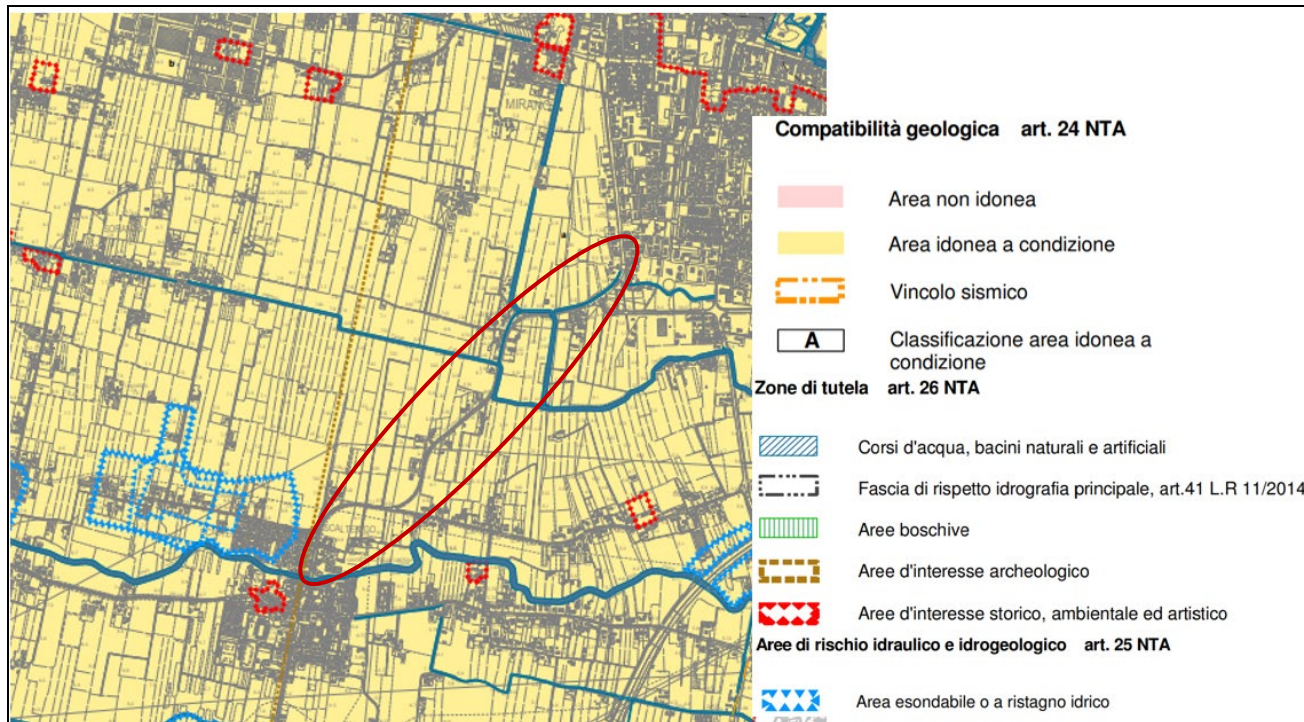
Idrologia

L'idrografia deriva dalla presenza di numerosi canali, fossi e scoli di bonifica, di importanza interregionale o interprovinciale; la frastagliata rete idrografica rappresenta il risultato delle numerose opere idrauliche iniziate dall'epoca Romana proseguita nel medioevo e perfezionata poi dai Veneziani e che continuano (necessariamente) tuttora.

L'intera rete idraulica del comune di Mirano ricade nel Consorzio di Bonifica Acque Risorgive e fa parte dei bacini idrografici del canale Pionca e dello scolo Lusore con l'attraversamento del Muson-Vecchio Taglio di Mirano.

L'area indagata, secondo la carta delle fragilità del PAT di Mirano, ricade in una parte del territorio classificato idoneo a condizione, in funzione della presenza di penalità litologiche e/o idrogeologiche, estratto carta a seguito. Si rimanda alle norme tecniche del PAT comunale per eventuali prescrizioni edificatorie per tali aree (ART.26 NTA).

Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ciclabile_Martini.doc	Redatto da: Bregolin M.	Data 28/10/2022
Rev. 00	Controllato da: Vorlicek P.A.	Pag. 8

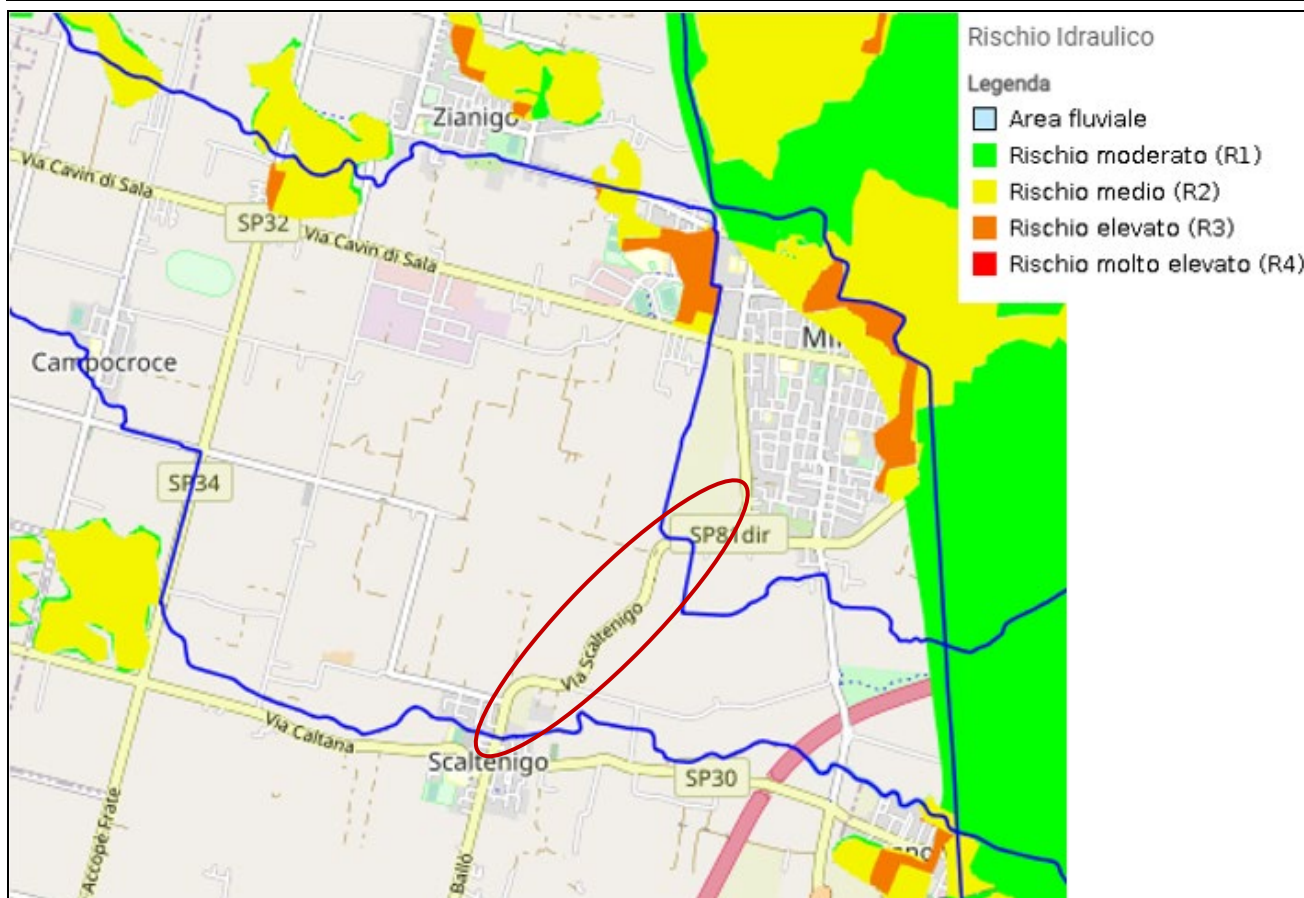


Estratto carta della fragilità del PAT di Mirano. Cerchiato in rosso il sito di studio

A seguito dell'entrata in vigore del nuovo Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto delle Alpi Orientali (aggiornamento 2021-2017), i Piani per l'Assetto Idrogeologico cessano di avere efficacia per la parte idraulica e continuano ad esprimere le conoscenze, le disposizioni e le mappature relative alla pericolosità e al rischio geologico dovuto a fenomeni gravitativi e valanghivi.

Segue uno stralcio della carta di pericolosità idraulica del P.G.R.A. determinata per le porzioni di territorio che possono essere inondate a seguito del sormonto spondale e/o al cedimento delle arginature durante eventi di piena valutati per tempi di ritorno pari a 30, 100 e 300 anni.

RELAZIONE GEOLOGICA



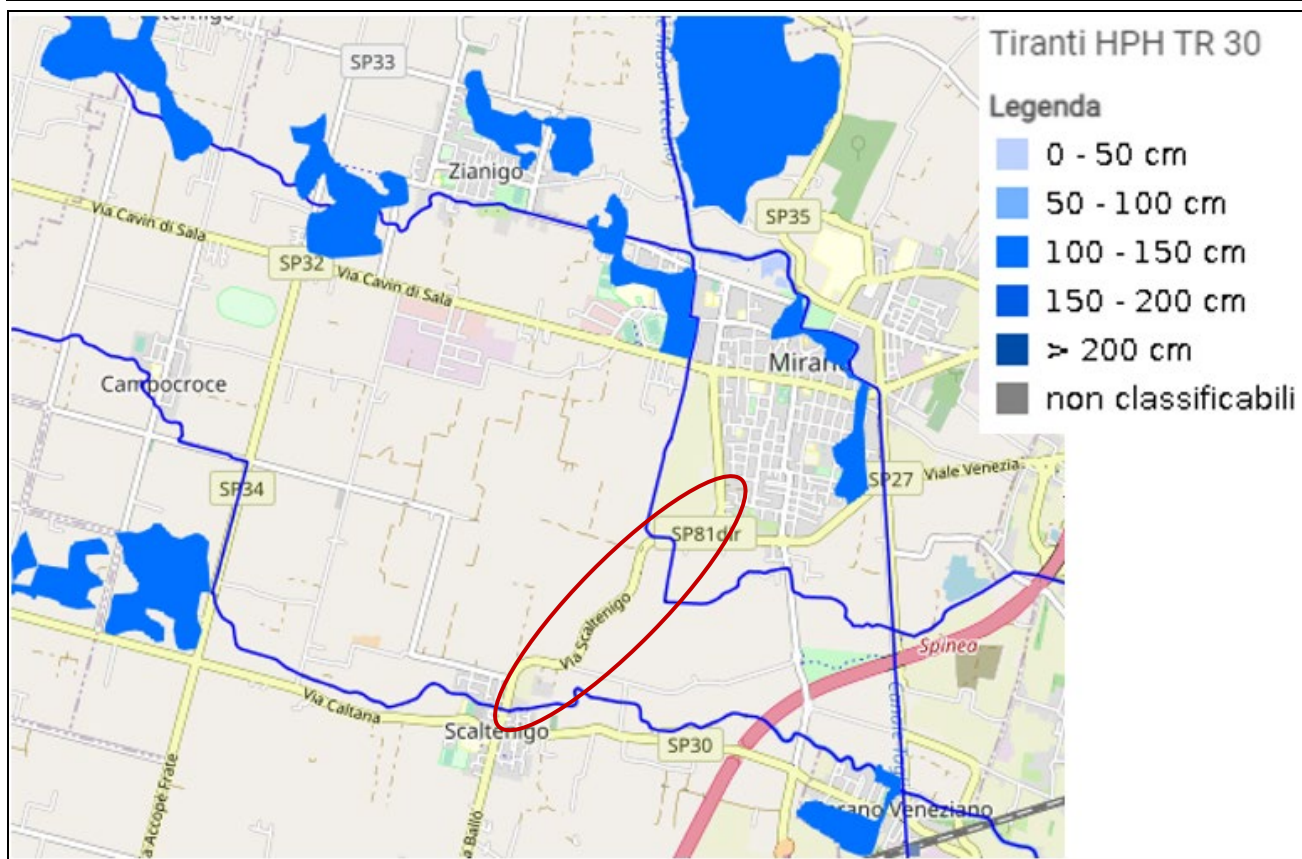
Stralcio della carta di pericolosità idraulica del P.G.R.A. Cerchiato in blu il sito di studio

Come si può vedere dalla carta di pericolosità, l'area d'interesse non presenta nessun rischio idraulico.

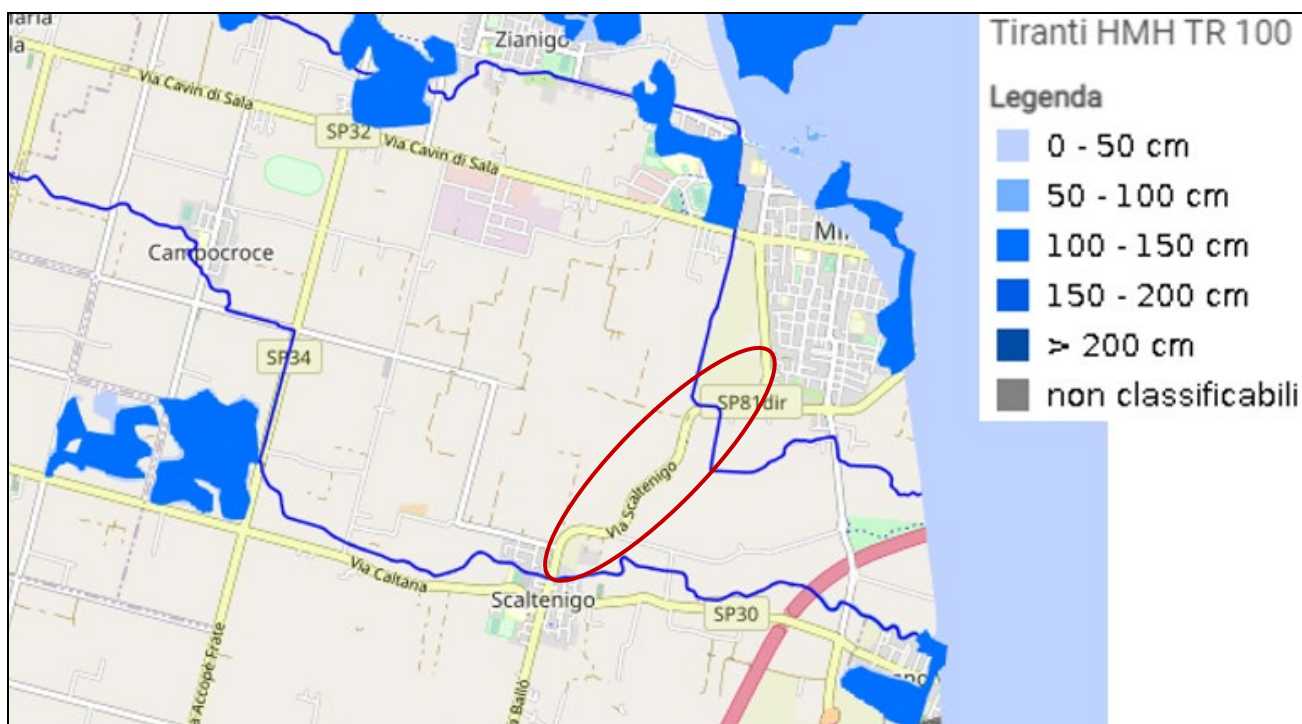
Si riportano di seguito le cartografie per i tempi di ritorno pari a 30, 100 e 300 anni, e come si nota dalle cartografie del P.G.R.A. il sito di studio il sito di studio non risulta a rischio idraulico.

Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ciclabile_Martini.doc	Redatto da: Bregolin M.	Data 28/10/2022
Rev. 00	Controllato da: Vorlicek P.A.	Pag. 10

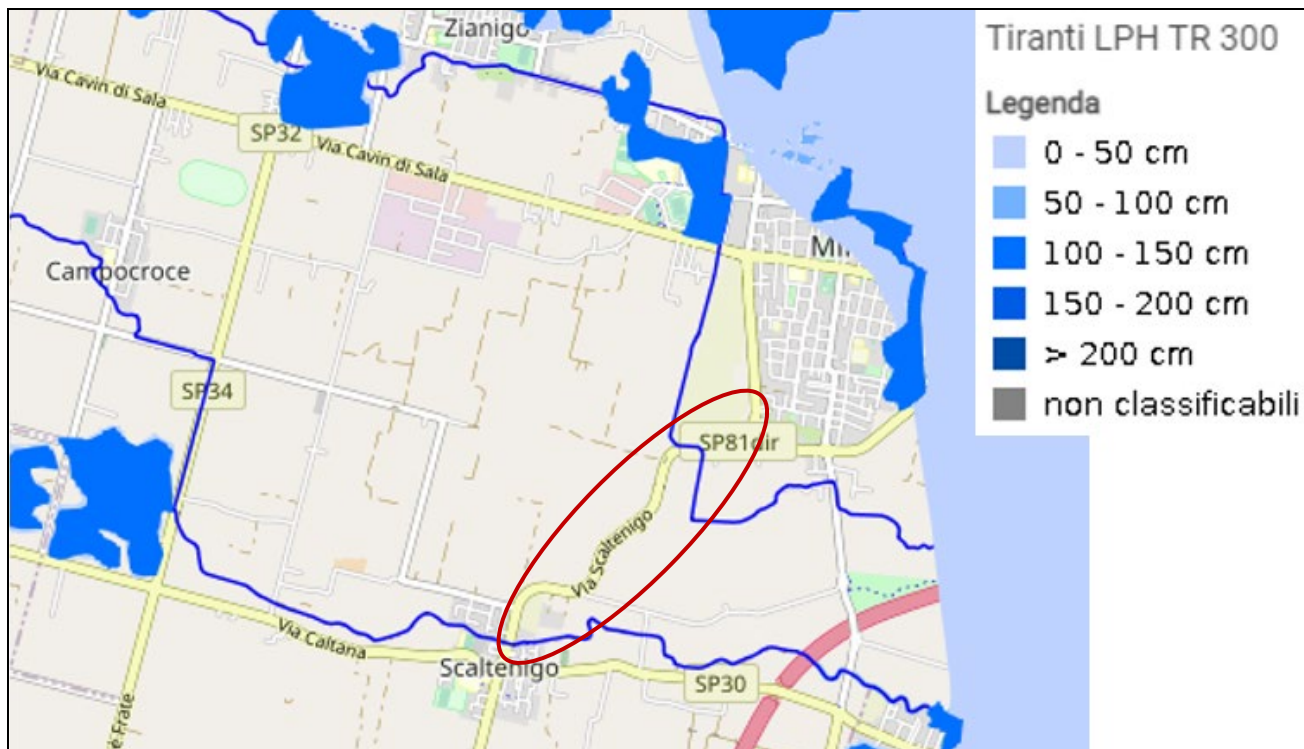
RELAZIONE GEOLOGICA



Cartografia tiranti HPH Tr30 del PRGA. sigma.distrettoalpiorientali.it. Cerchiato in rosso il sito di studio



Cartografia tiranti HPH Tr100 del PRGA. sigma.distrettoalpiorientali.it. Cerchiato in rosso il sito di studio

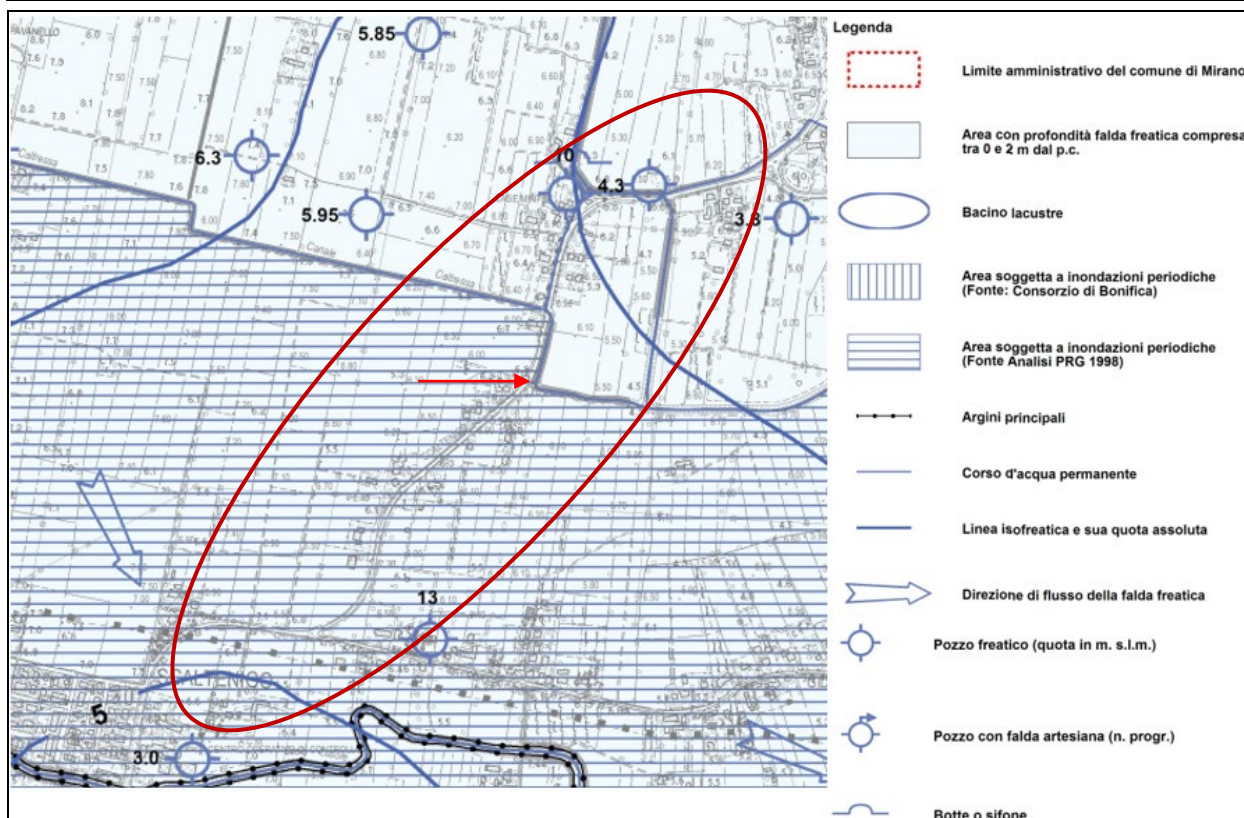


Cartografia tiranti HPH Tr300 del PRGA. sigma.distrettoalpoorientali.it. Cerchiato in rosso il sito di studio

Idrogeologia

La situazione idrogeologica dell'area indagata è caratteristica di quel tratto della media Pianura Padana, situata alcuni chilometri a Sud della linea delle risorgive nella quale gli acquiferi, costituiti da materiali prevalentemente fini (sabbie), sono quasi completamente differenziati. La sedimentazione delle alluvioni della media pianura e quindi anche della zona oggetto di studio, è avvenuta principalmente ad opera del fiume Adige, in concomitanza soprattutto allo scioglimento dei ghiacci verificatosi nei periodi interglaciali del quaternario antico e recente. Questo tipo di "sovralluvionamento" verificatosi specialmente alla fine del Würm ha improntato una stratigrafia della pianura estremamente eterogenea in senso sia verticale che orizzontale, coinvolgendo per lo più materiali fini. Per questo motivo appare improprio parlare di "prima falda" unica e continua; si tratta piuttosto di un insieme di lenti di materiali più permeabili, parzialmente comunicanti fra loro, confinate tra materiali fini (o comunque meno permeabili) entro cui esiste, in funzione del regime di alimentazione delle falde principali, dell'acqua dotata di determinate, e parzialmente autonome, pressioni neutrali. Tale falda è contenuta nei livelli maggiormente sabbioso – limosi probabilmente in parte idraulicamente interconnessi da formare un unico acquifero. La falda si presenta libera (freatica). L'alimentazione è da attribuirsi all'infiltrazione delle acque meteoriche nonché da apporti di infiltrazione dai corpi idrici superficiali.

RELAZIONE GEOLOGICA



Estratto carta idrogeologica del PAT di Mirano. Cerchiato in rosso il sito di studio, indicata con la freccia rosso il punto di misura della falda freatica

Dalla cartografia idrogeologica del PAT del comune di Mirano, si evince come nell'area di studio sia presente una falda freatica con soggiacenza tra 0 e 2 m. In data 21/10/2022, di seguito ad una prova eseguita nella zona interessata dalla ciclabile (vedi freccia in rosso nella cartografia sopra riportata), si è rilevato il livello di falda ad una profondità di -1.66 m da piano campagna.

Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ciclabile_Martini.doc	Redatto da: Bregolin M.	Data 28/10/2022
Rev. 00	Controllato da: Vorliceck P.A.	Pag. 13

ANALISI SISMICA

Classificazione sismica del sito

Il comune di Mirano (Secondo la classificazione sismica indicati nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n°3274/03) è classificato dal punto di vista sismico in classe 4 con quindi i seguenti parametri edificatori minimi.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
4	$a_g \leq 0,05 g$	0,05 g

La classificazione sismica in zone 1 2 3 4 dopo l'entrata in vigore delle NTC08 ha solo valore amministrativo, vale solo per i controlli sui progetti da parte del GC. L'azione sismica va sempre calcolata tenendo conto della griglia. Per l'identificazione della zona sismica in cui ricade ciascun comune o porzione di esso, occorre fare riferimento alle disposizioni emanate ai sensi dell'art. 83, comma 3, del DPR 6.6.2001, n. 380.

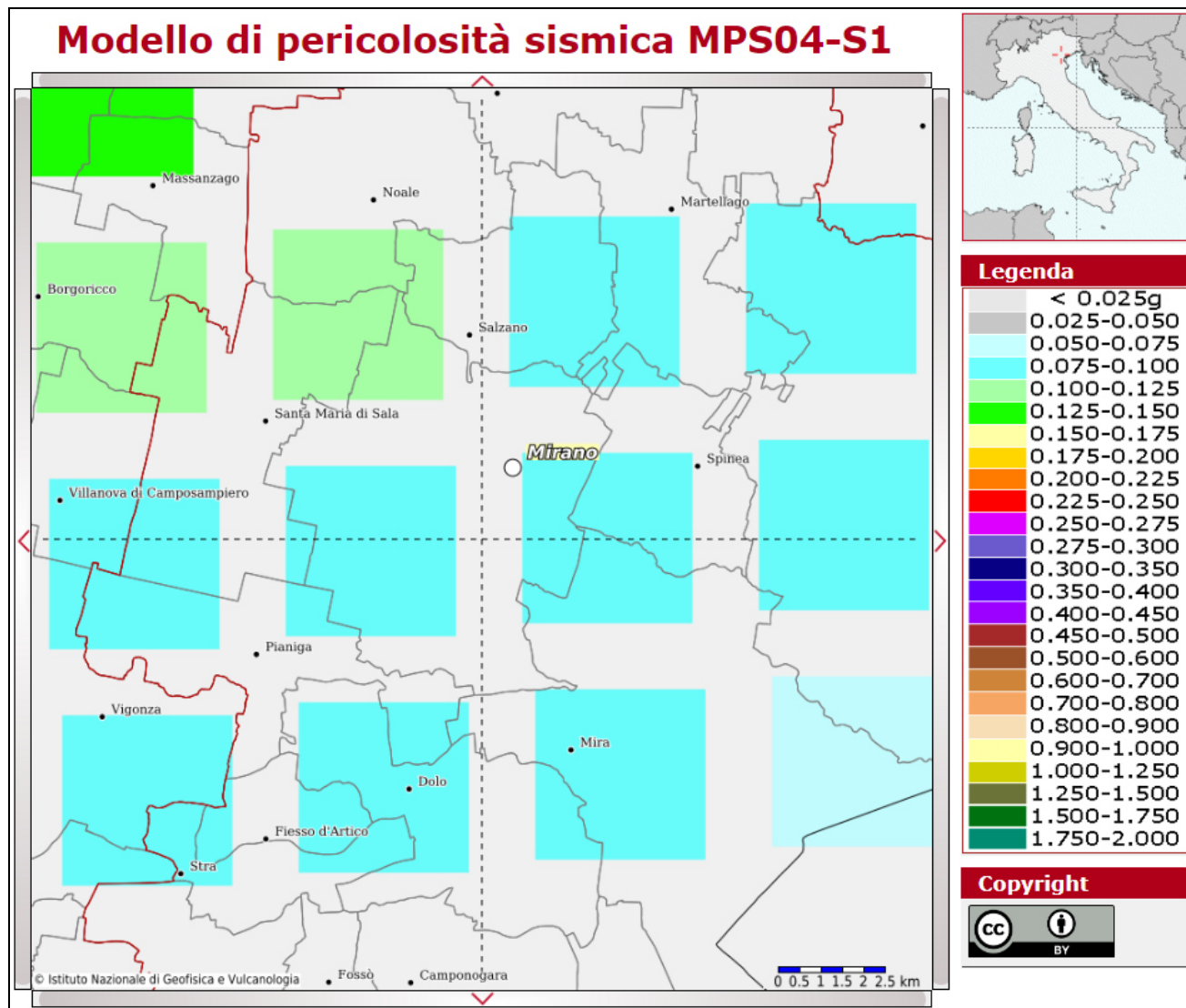
Inoltre, è stata approvata la delibera di aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto e una nuova mappa delle stesse, rilevante ai fini dell'individuazione degli adempimenti amministrativi previsti dalla vigente normativa in materia. Si segnala l'entrata in vigore della nuova zonazione sismica del territorio Veneto avvenuta dopo 60 giorni dalla pubblicazione sul BUR del provvedimento: *Bur n. 38 del 16 marzo 2021 DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE n. 244 del 09 marzo 2021 Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, articolo 83, comma 3; D. Lgs 31 marzo 1998, n. 112, articoli 93 e 94. D.G.R./CR n. 1 del 19/01/2021.*

Il criterio di assegnazione dei comuni alle diverse zone sismiche si basa sul valore di accelerazione sismica massima attesa a_{max} con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Sono assegnati alla zona 1 i comuni con $a_{max} > 0,250g$, alla zona 2 quelli con accelerazione compresa tra 0,250 e 0,150g, e alla zona 3 quelli con accelerazione $< 0,150g$ in coerenza con le disposizioni contenute nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274. Il criterio di attribuzione dei comuni alle tre zone è quello più cautelativo, vale a dire i comuni sono inseriti nella fascia corrispondente all'accelerazione massima ricadente nel territorio comunale. La nuova mappa delle pericolosità sismica del veneto è riportata nell'ALLEGATO A DGR n. 244 del 09 marzo 2021 e la nuova classificazione dei singoli comuni è riportata nell' ALLEGATO B DGR n. 244 del 09 marzo 2021.

Il comune di Mirano (Secondo DGR n. 244 del 09 marzo 2021) è classificato dal punto di vista sismico in classe 3 con quindi i seguenti parametri edificatori minimi.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	0,15 g

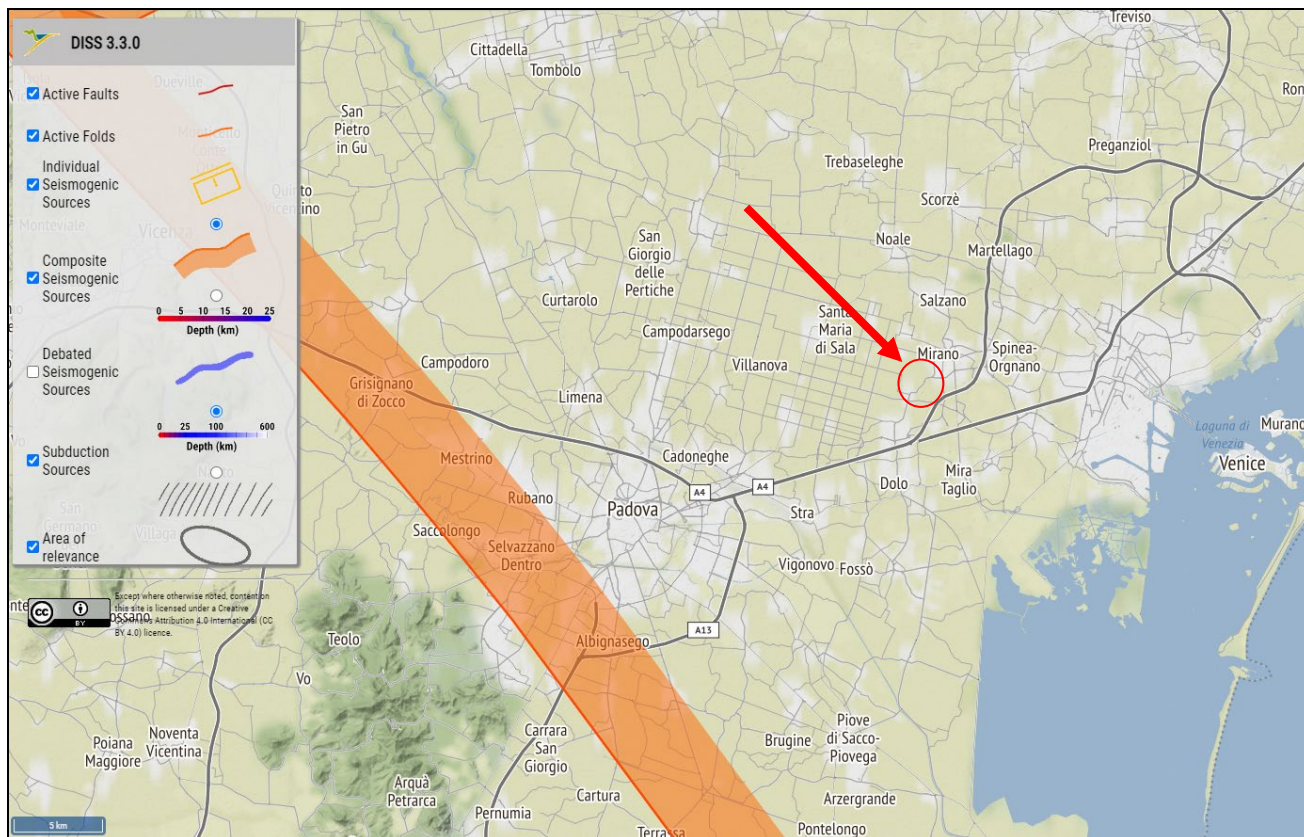
Sulla base delle mappe interattive dell'I.N.G.V., l'area comunale di Mirano è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g , riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s (Classe A), compreso tra 0,075 (a_g/g) e 0,100 (a_g/g) (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni).



Estratto mappa pericolosità sismica INGV. <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Il sito si presenta all'esterno e distale da una faglia potenzialmente sismogenetica riconosciuta dal INGV.

RELAZIONE GEOLOGICA



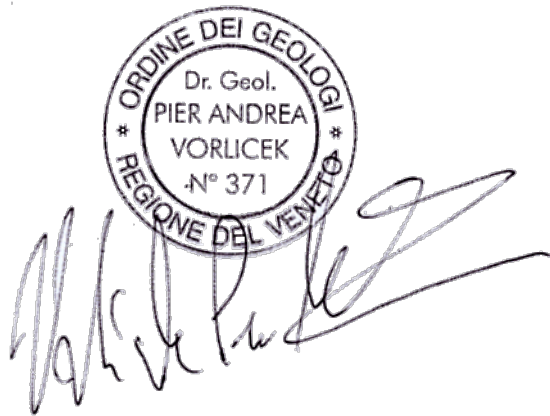
Estratto mappa zone sismogenetiche INGV.

Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ciclabile_Martini.doc	Redatto da: Bregolin M.	Data 28/10/2022
Rev. 00	Controllato da: Vorlicek P.A.	Pag. 16

	GEOLOGIA TECNICA sas di Vorlicek P.A. & C	Azienda certificata UNI EN ISO 9001:2015 da: Kiwa Cermet Italia S.p.A.
RELAZIONE GEOLOGICA		

CONCLUSIONI

Fattibilità geologica; dal punto di vista geologico l'area può ritenersi stabile non presentando particolari problemi. In base a quanto descritto nella perizia l'area è da considerarsi a medio rischio idrogeologico s.l. (v. par. idrologia).



ORDINE DEI GEOLOGI
Dr. Geol.
**PIER ANDREA
VORLICEK**
N° 371
REGIONE DEL VENETO

Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ciclabile_Martini.doc	Redatto da: Bregolin M.	Data 28/10/2022
Rev. 00	Controllato da: Vorlicek P.A.	Pag. 17

RELAZIONE GEOLOGICA

ALLEGATI

INDAGINE GEOGNOSTICA - ID: 16216

Fonte del dato: Provincia di Venezia
Comune: MIRANO (stat: 27024)
Coordinate (Roma 40 GB Est): X: 2.292.499,27 - Y: 5.040.171,59
Scopo dell'indagine: Progetto Discarica

Data di realizzazione: 01-04-1995
Località: Mirano - Scaltenigo
Quota (m s.l.m.): n.d.
Tipo indagine: sondaggio a carotaggio continuo

Stratigrafia

Profondità (m da p.c.)	Descrizione stratigrafica
0,00 - 1,10	Limo argilloso nocciola con concrezioni carbonatiche
1,10 - 1,80	Sabbia fine limosa nocciola. Presenza di acqua a m 1,10
1,80 - 5,40	Argilla limosa grigia con frequenti velli limosi al tetto, torbosa da m. 2,20 a m 2,50. Livello limoso torboso da m 3,60 a m 3,70 e torboso limoso da m 4,10 a m 4,40; presenti sostanze organiche vegetali da m 4,90 a m 5,10
5,40 - 7,00	Argilla limosa grigia con velli di limo, frequenti fino a m 6,30. Al tetto livello di torba marrone a matrice limosa.
7,00 - 7,60	Sabbia fine grigia chiara con limo; presenti lenti centimetriche di limo argilloso
7,60 - 8,30	Limo sabbioso con velli limoso-argillosi fino a m 8,00 e sabbia
8,30 - 8,80	Argilla limosa grigia
8,80 - 10,00	Sabbia fine limosa grigia con un livello di limo da m 9,00 a m 9,20

INDAGINE GEOGNOSTICA - ID: 4289

Fonte del dato: Provincia di Venezia
Comune: MIRANO (Istat: 27024)
Coordinate (Roma 40 GB ES): X: 2.292.031,68 - Y: 5.039.497,23
Scopo dell'indagine: Viabilità - ponte

Data di realizzazione: 01-06-1994
Località: Mirano - Scaltenigo
Quota (m s.l.m.): n.d.
Tipo indagine: sondaggio a carotaggio continuo

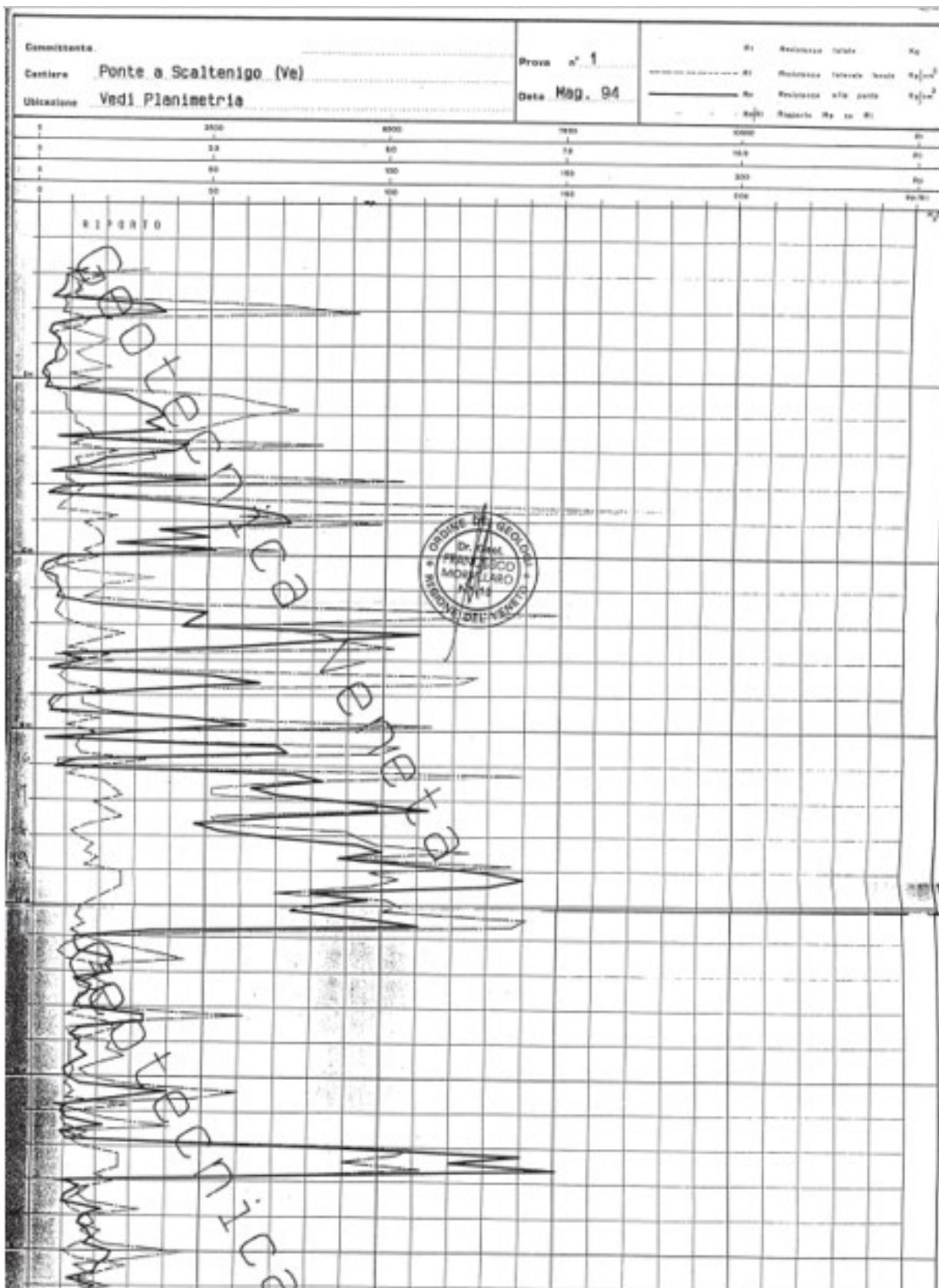
Stratigrafia

Profondità (m da p.c.)	Descrizione stratigrafica
0,00 - 1,00	Ripporto: limo e sabbia nocciola con rare inclusioni di frammenti di cotto
1,00 - 2,40	Limo argilloso nocciola chiaro deb. sabbioso da 2 a 2,4 m; presenti rare inclusioni granulari a 1,4 m
2,40 - 3,50	Argilla limosa nocciola con lenti limose sabbiose da 2,7 a 3,1 m
3,50 - 3,80	Sabbia fine grigiastria mista a limo
3,80 - 4,80	Argilla limosa grigia chiara con veli di limo. A 4,6 m limo argilloso grigio chiaro con veli di limo sabbioso
4,80 - 7,30	Sabbia fine limosa grigia chiara con frequenti livelli di limo da 5,2 m
7,30 - 7,90	Sabbia fine grigia poco limosa con livello di argilla limosa grigia e punti di sostanza organica vegetale
7,90 - 10,00	Sabbia fine e limo con livelli limosi talvolta deb. argillosi
10,00 - 10,30	Argilla limosa grigia con lenti di limo al tetto e sostanza organica vegetale alla base
10,30 - 10,90	Limo argilloso sabbioso con rari livelli di tritume conchigliare
10,90 - 12,50	Sabbia fine limosa grigia chiara mista a limo al tetto

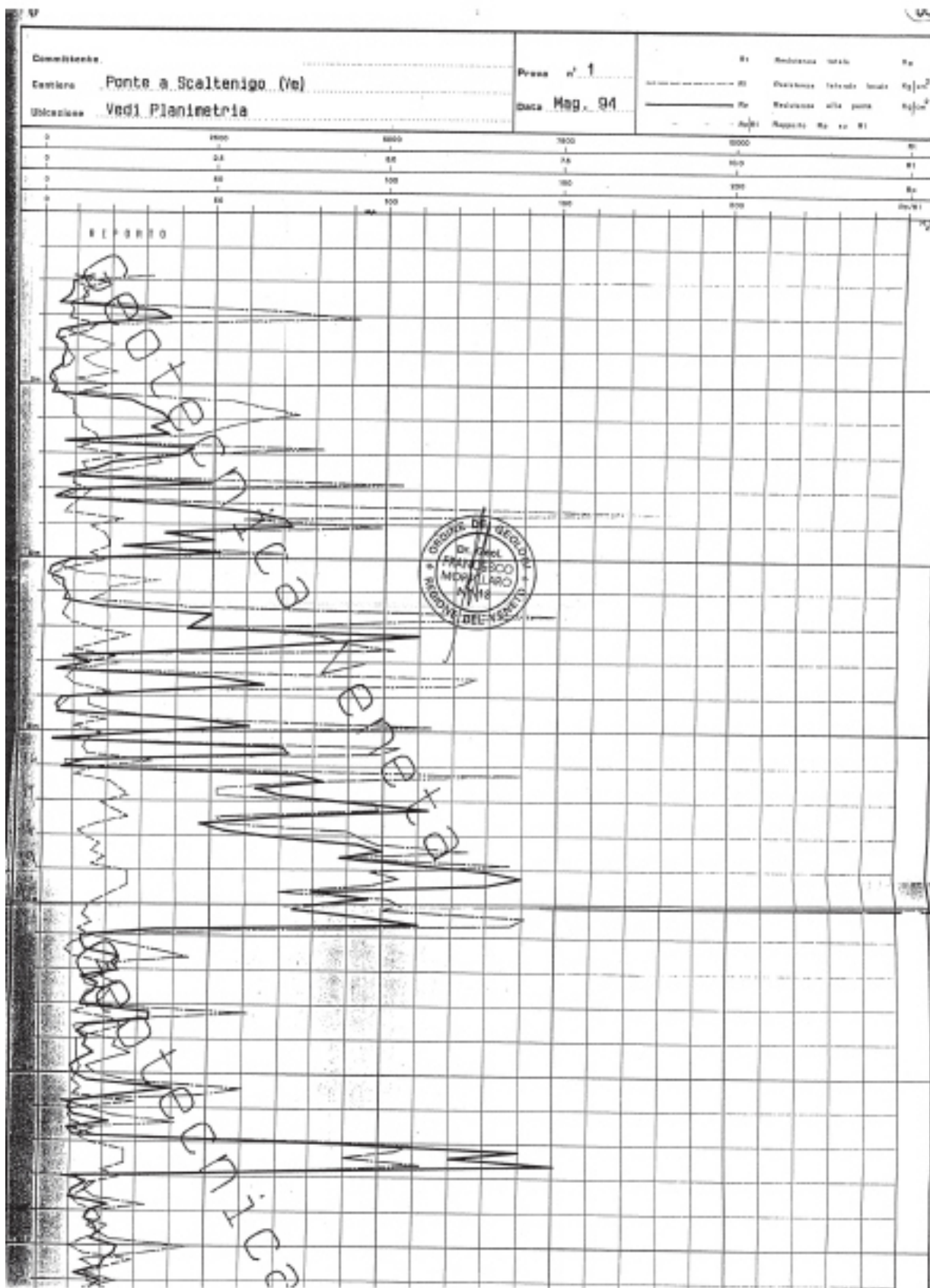
RELAZIONE GEOLOGICA

12,50 - 13,20	Limo argilloso grigio chiaro con sostanze organiche vegetali al tetto; presenti rari veli di argilla
13,20 - 13,80	Limo argilloso grigio chiaro con lenti di argilla; presente rara sostanza organica vegetale
13,80 - 14,80	Limo argilloso grigio chiaro
14,80 - 15,60	Sabbia fine limosa grigia con limo
15,60 - 16,00	Limo argilloso grigio con velo marrone ricco di sostanze organiche vegetali alla base
16,00 - 17,50	Sabbia fine limosa grigia mista a limo; presenti livelli centimetrici limo argillosi
17,50 - 17,80	Limo argilloso deb. sabbioso grigio
17,80 - 18,40	Limo deb. argilloso grigio deb. sabbioso con rari veli di sabbia fine
18,40 - 20,50	Sabbia fine limosa con livello da 19,6 a 20 m di limo argilloso grigio
20,50 - 21,50	Limo argilloso grigio con veli sabbiosi
21,50 - 24,50	Argilla limosa grigia con veli torbosi da 22,9 a 23,1 m
24,50 - 25,00	Sabbia medio fine deb. limosa grigia
25,00 - 26,00	Argilla deb. limosa grigia
26,00 - 27,60	Limo sabbioso deb. argilloso grigio con sabbia e rare concrezioni carbonatiche
27,60 - 29,00	Limo argilloso grigio con concrezioni carbonatiche alla base
29,00 - 29,40	Limo sabbioso deb. argilloso grigio
29,40 - 30,00	Limo argilloso grigio

RELAZIONE GEOLOGICA



RELAZIONE GEOLOGICA





GEOLOGIA TECNICA sas
di Vorliceck P.A. & C
Azienda certificata UNI EN ISO 9001:2015



Provincia di	VENEZIA
Comune di	MIRANO
Committente	MARTINI INGEGNERIA



RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Provincia di	VENEZIA
Comune di	MIRANO
Committente	MARTINI INGEGNERIA

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

INTRODUZIONE	3
RELAZIONE GEOLOGICA.....	4
ANALISI SISMICA.....	13
RELAZIONE GEOTECNICA.....	23
CONCLUSIONI	28

INTRODUZIONE

Al fine di verificare la fattibilità geologica e di fornire indicazioni geotecniche per la realizzazione di un attraversamento pedonale nel comune di Mirano sono state eseguite le seguenti indagini:

1. Una ricerca bibliografica inerente all'area in esame
2. L'esecuzione di 1 prova di sismica passiva con metodo Nakamura HVSR
3. L'esecuzione di 1 prova penetrometrica statica fino alla prof. max di 15 m dal p.c.

Le indagini sono state realizzate considerando le indicazioni tecniche di Martini ingegneria.

Tale indagine è altresì necessaria per ottemperare alle NTC del D.M. 17/01/2018.



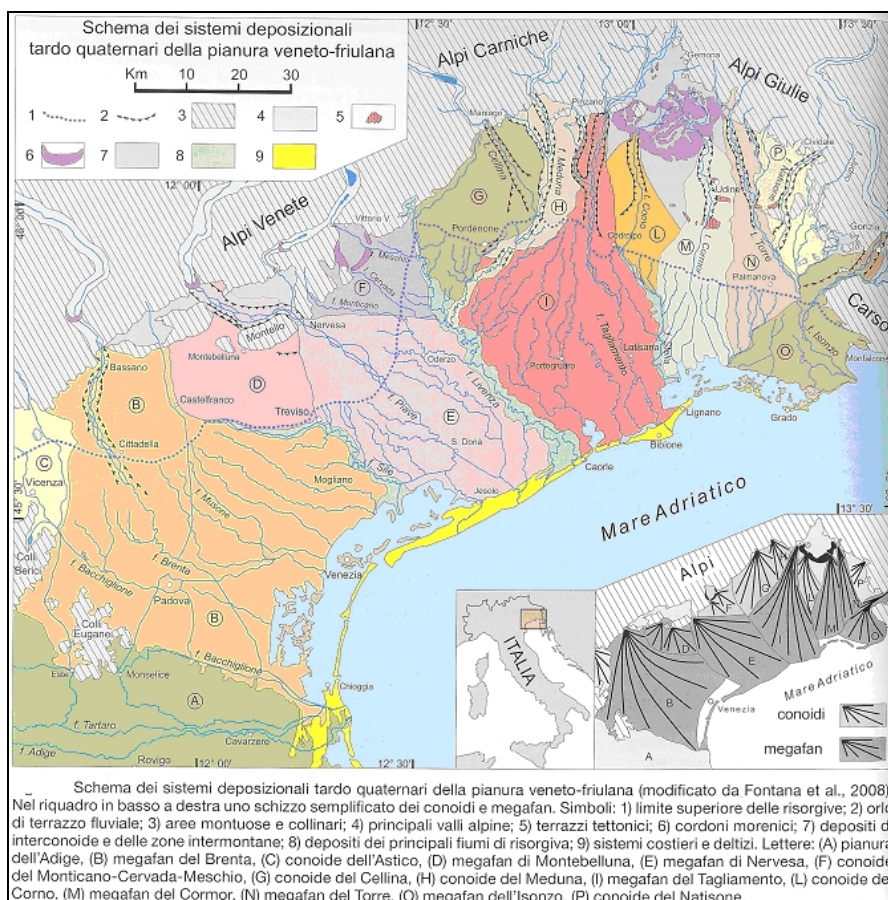
Estratto CTR 1:5000 (non in scala). Cerchiato in rosso tratto di indagine

RELAZIONE GEOLOGICA

Geologia

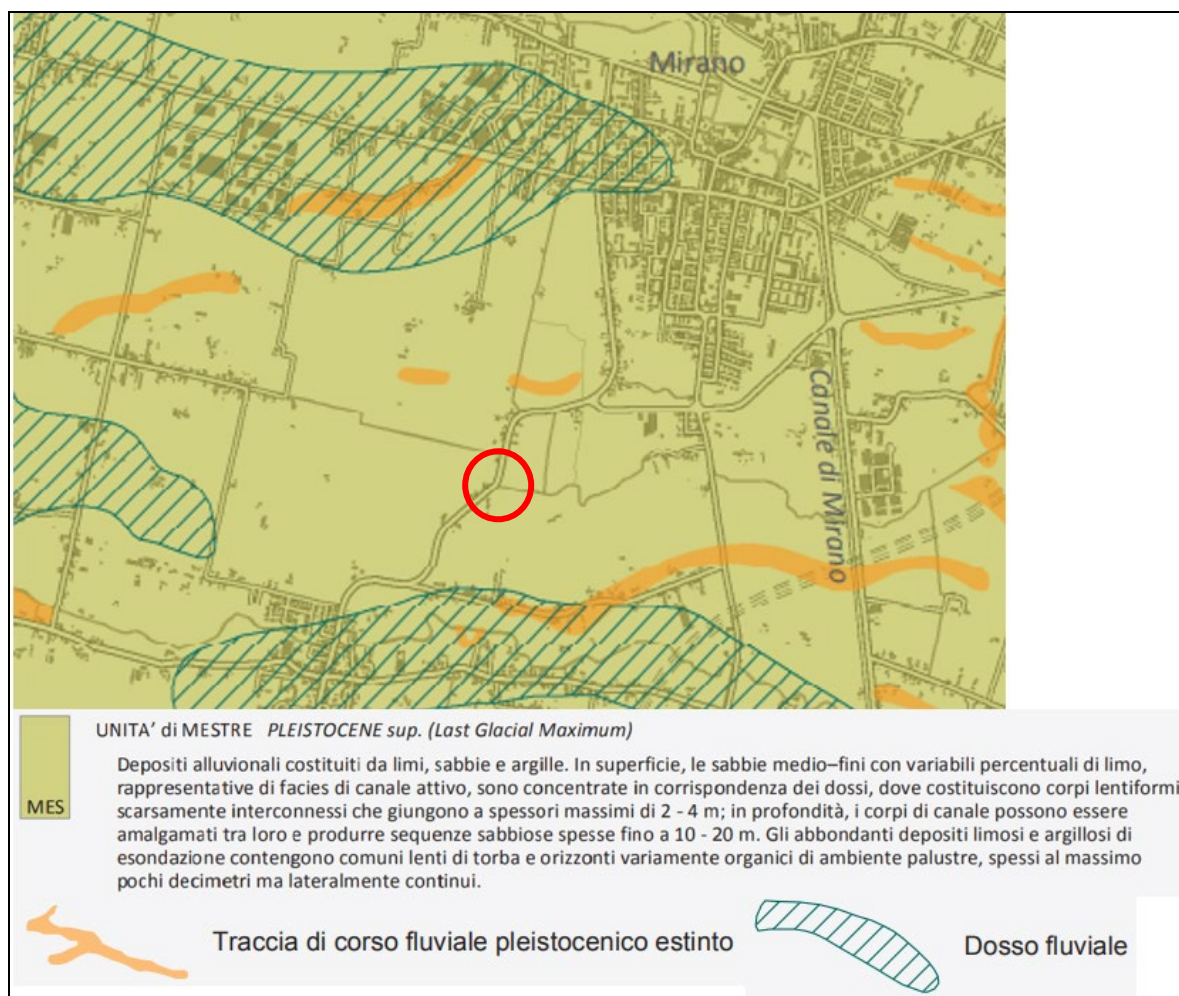
Il progetto prevede la realizzazione di un attraversamento pedonale del canale Caltressa, l'intera opera di strada pedonale l'si estende nel comune di Mirano, precisamente da Scaltenigo, frazione di Mirano, lungo via Scaltenigo (Sp26), fino all'incrocio con la SP81 Viale Venezia.

L'area in esame si trova all'interno della pianura alluvionale Veneta, la quale è costituita da un materasso quaternario, con uno spessore che arriva anche a centinaia di metri, formatosi grazie agli apporti solidi dei principali fiumi alpini: il Brenta, il Piave, l'Adige e il Tagliamento. Questi fiumi hanno generato grandi apparati deposizionali definiti "megafan", ai quali si affiancano sistemi di minore estensione, alimentati da corsi d'acqua d'origine prealpina e di risorgiva; tra i più importanti si ricordano quelli dei fiumi Astico, Bacchiglione, Sile e Cellina-Livenza. In particolare, il territorio del comune di Mirano si inserisce nella porzione medio - inferiore del megafan alluvionale del fiume Brenta. Caratteristica peculiare della pianura veneta è la forte classazione dei sedimenti e la marcata differenziazione delle forme alluvionali all'allontanarsi dal piede delle Prealpi. Tali aspetti portano alla distinzione di due grandi unità fisiografiche appunto note come alta e bassa pianura. L'alta pianura si estende per una fascia di circa 15-20 Km dai rilievi ed è costituita prevalentemente da ghiaie con matrice sabbiosa, che si spingono a profondità considerevoli, superiori anche ai 100 m; questi depositi, trasportati da fiumi del tipo braided o "a canali intrecciati", formano degli ampi conoidi che si dipartono dagli sbocchi delle valli, con pendenze piuttosto accentuate, generalmente superiori al 3-4%. Più a valle, nella bassa pianura, a causa della diminuzione della capacità di trasporto dei corsi d'acqua, i depositi diventano sabbiosi e limoso-argillosi. Gli alvei fluviali assumono configurazioni a canale singolo, con sinuosità variabile da poco accentuato fino a meandriforme; spesso i fiumi presentano alvei pensili, cioè sovrelevati rispetto alle aree circostanti e, nel tempo, vanno a costituire dossi fluviali. La bassa pianura ha pendenze minime che nelle propaggini distali raggiungono valori inferiori allo 1%. Alla comparsa delle prime intercalazioni fini, all'interno della serie ghiaiosa, porta alla venuta a giorno della falda freatica. Nella figura sottostante si riportano i sistemi deposizionali che influenzano la pianura vento-friulana.



Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ponte_Martini.doc	Redatto da: Vorlicek P. A.	Data 28/10/2022
Rev. 01	Controllato da: Bregolin M- Sacramati M.	Pag. 4

Secondo la cartografia geologica recente riguardo la Provincia di Venezia (Bondesan et al. 2004 e 2008) il territorio di Mirano è caratterizzato dall'Unità di Mestre, la quale è composta da unità sedimentarie deposte durante l'ultimo massimo glaciale (LGM) dal megafan del fiume Brenta. L'assetto geomorfologico dell'area d'interesse, ma più in generale l'intera bassa pianura veneta-friulana, è caratterizzata dalla presenza di dossi alluvionali, i quali hanno una continuità di vari chilometri e sono costituiti da sabbie e sabbie limose. I dossi presentano un'altezza di pochi metri sulla pianura circostante e una larghezza massima di all'incirca un chilometro.



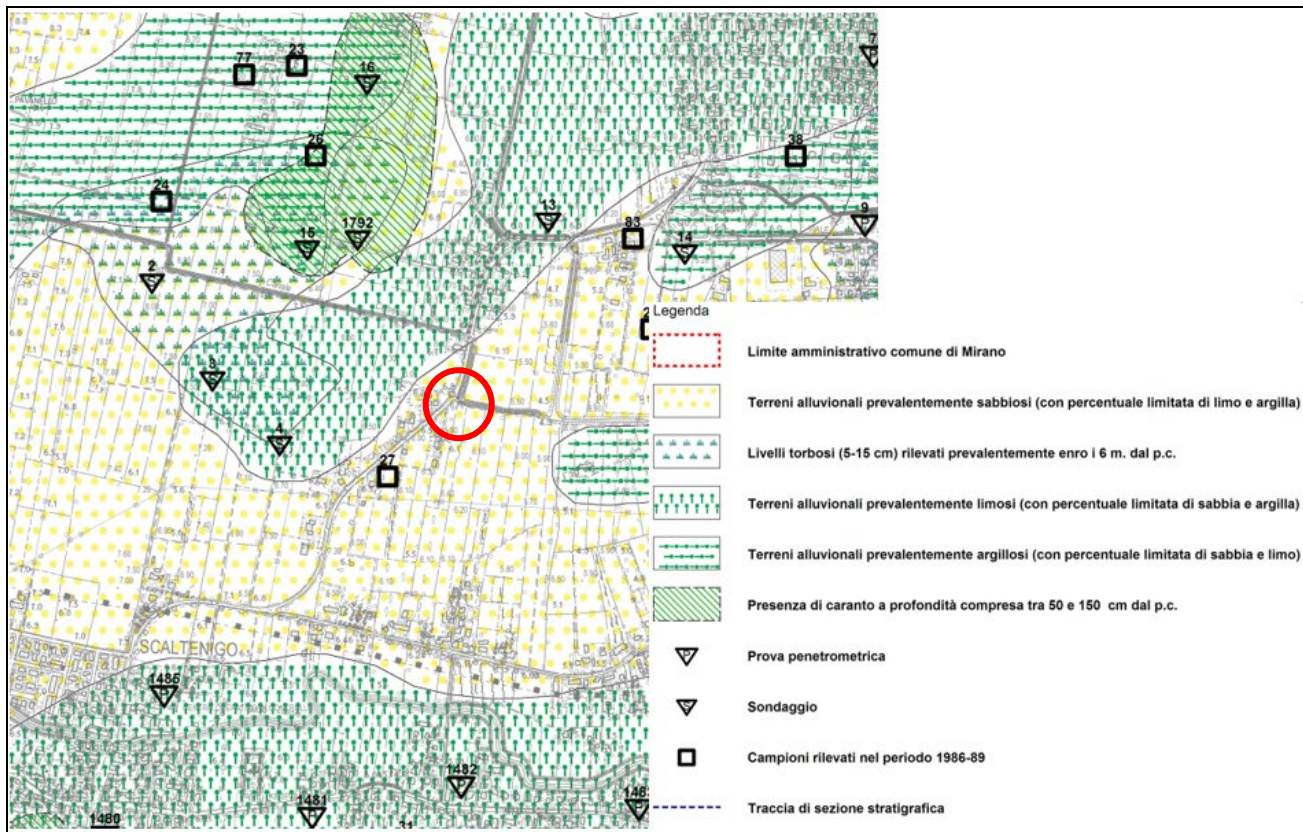
Estratto carta delle unità geologiche della Provincia di Venezia, (Bondesan et al. 2008), cerchiato in rosso tratto d'indagine

Litologie

Da dati ricavati nel PAT del comune di Mirano, si rinviene che i materiali principali che caratterizzano il sottosuolo, sono costituiti da sedimenti prevalentemente fini, depositati dal fiume Brenta nel Pleistocene superiore, intercalati anche dalla presenza di livelli torbosi di ambiente lacustre. In profondità poi si ha la

Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ponte_Martini.doc	Redatto da: Vorlicek P. A.	Data 28/10/2022
Rev. 01	Controllato da: Bregolin M- Sacramati M.	Pag. 5

presenza di sedimento di origine marina, con prevalenza di sabbie fini con intercalazioni limose. La meccanica dei depositi, e i particolari ambienti di sedimentazione, dei livelli superficiali, fanno sì che i rapporti spaziali e distributivi tra questi terreni, siano vari e complessi, presentando quindi strutture lentiformi ed eteropie di facies.



Estratto carta geolitologica PAT comune di Mirano, cerchiato in rosso tratto d'indagine

Dall'estratto carta della geolitologia dall'area d'interesse, si evince che si ha la prevalenza di terreni alluvionali prevalentemente sabbiosi con una percentuale limitata di limo e argilla, rappresentati nell'astratto carta con pallini gialli su fondo bianco.

La prova penetrometrica eseguita in sito, ha individuato terreni prevalentemente coesivi (argille limose / limi argillosi sabbiosi) fino a circa 10,4 m dal p.c., susseguiti da terreni prevalentemente sabbioso limosi fino ad almeno 15 m dal p.c.

Geomorfologia

Come riportato dal PAT del comune di Mirano il territorio risulta essere stato interessato dalle unità geomorfologiche della pianura alluvionale antica del fiume Brenta, il quale ha deposto terreni a granulometria sabbiosa ai margini del letto, per passare a terreni più fini nelle zone distali. L'assetto morfologico dell'area non è perfettamente pianeggiante come può sembrare, ma da analisi di micro-rilievo emergono una serie di dossi ed avvallamenti allungati in direzione W-E e con quote decrescenti da ovest verso est. I dossi si formarono per conseguente esondazione dei fiumi, costituiti quindi da materiale per lo più sabbioso. Mentre nelle aree depresse si ha la presenza di sedimentazione fine come limi e argille.



Estratto carta geomorfologica del PAT di Mirano. Cerchiato in rosso il sito di studio

Come si evince dall'estratto mappa della carta geomorfologica si ha la presenza di aree depresse in pianura alluvionale, le quali interessano gran parte del tracciato d'interesse. Mentre dalla carta redatta da Bondesan et al, 2008, riportano dossi fluviali nell'area limitrofa al tracciato preso in considerazione ma non rilevano presenza di dossi al di sopra dell'area d'interesse.

Idrologia

L'idrografia deriva dalla presenza di numerosi canali, fossi e scoli di bonifica, di importanza interregionale o interprovinciale; la frastagliata rete idrografica rappresenta il risultato delle numerose opere idrauliche iniziate dall'epoca Romana proseguita nel medioevo e perfezionata poi dai Veneziani e che continuano (necessariamente) tuttora.

Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ponte_Martini.doc	Redatto da: Vorlicek P. A.	Data 28/10/2022
Rev. 01	Controllato da: Bregolin M- Sacramati M.	Pag. 7

L'intera rete idraulica del comune di Mirano ricade nel Consorzio di Bonifica Acque Risorgive e fa parte dei bacini idrografici del canale Pionca e dello scolo Lusore con l'attraversamento del Muson-Vecchio Taglio di Mirano.

L'area indagata, secondo la carta delle fragilità del PAT di Mirano, ricade in una parte del territorio classificato idoneo a condizione, in funzione della presenza di penalità litologiche e/o idrogeologiche, (vedi estratto carta a seguito). Si rimanda alle norme tecniche del PAT comunale per eventuali prescrizioni edificatorie per tali aree (ART. 26 NTA).



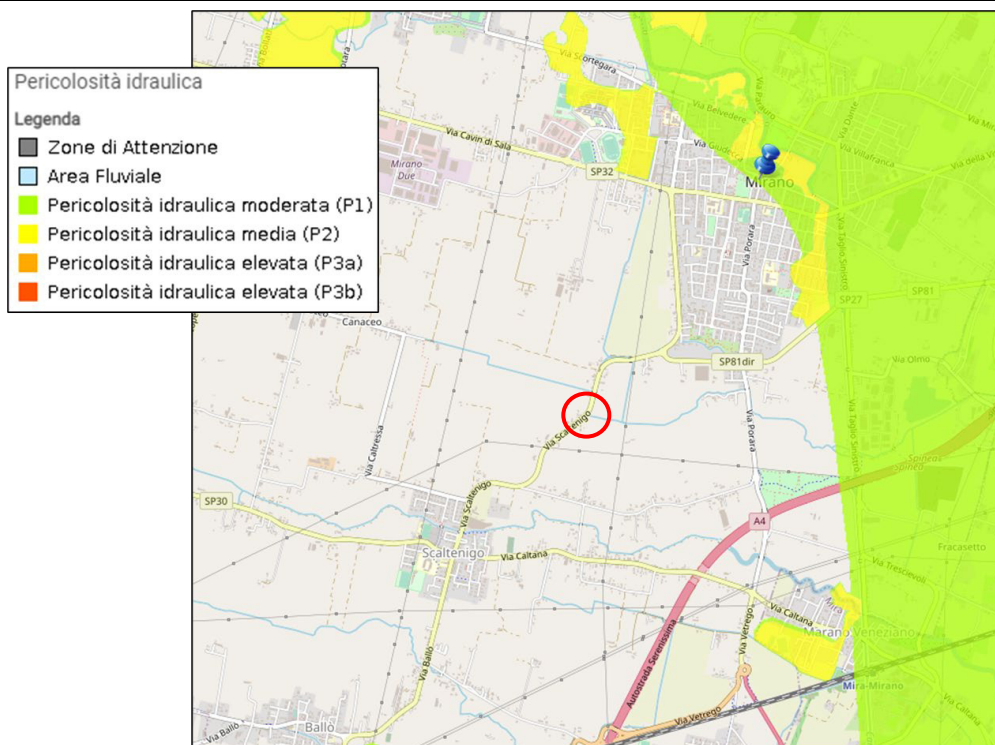
Estratto carta della fragilità del PAT di Mirano. Cerchiato in rosso il sito di studio

A seguito dell'entrata in vigore del nuovo Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto delle Alpi Orientali (aggiornamento 2021-2017), i Piani per l'Assetto Idrogeologico cessano di avere efficacia per la parte idraulica e continuano ad esprimere le conoscenze, le disposizioni e le mappature relative alla pericolosità e al rischio geologico dovuto a fenomeni gravitativi e valanghivi.

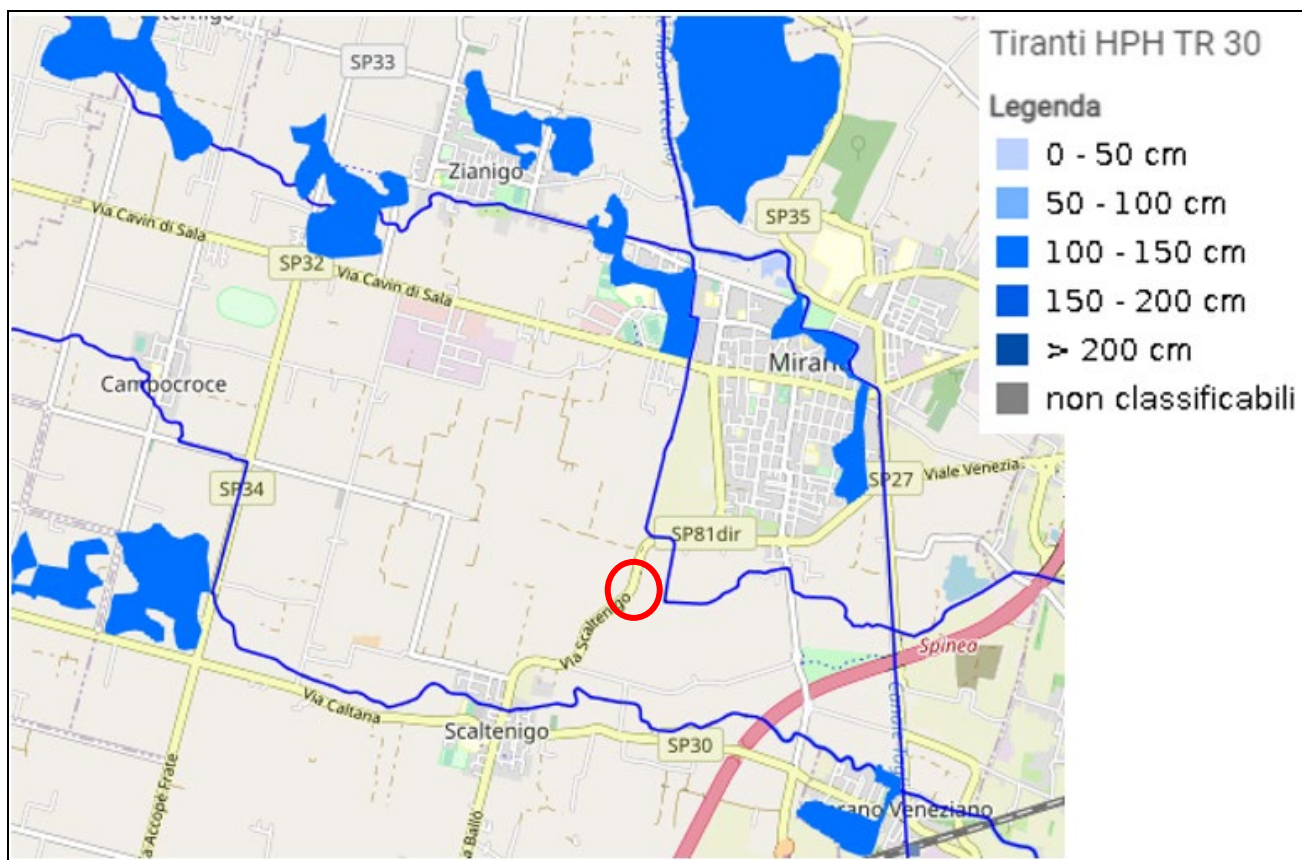
Segue uno stralcio della carta di pericolosità idraulica del P.G.R.A. determinata per le porzioni di territorio che possono essere inondate a seguito del sormonto spondale e/o al cedimento delle arginature durante eventi di piena valutati per tempi di ritorno pari a 30, 100 e 300 anni.

Dalle cartografie proposte a seguito l'area non è evidenziata a pericolosità idraulica.

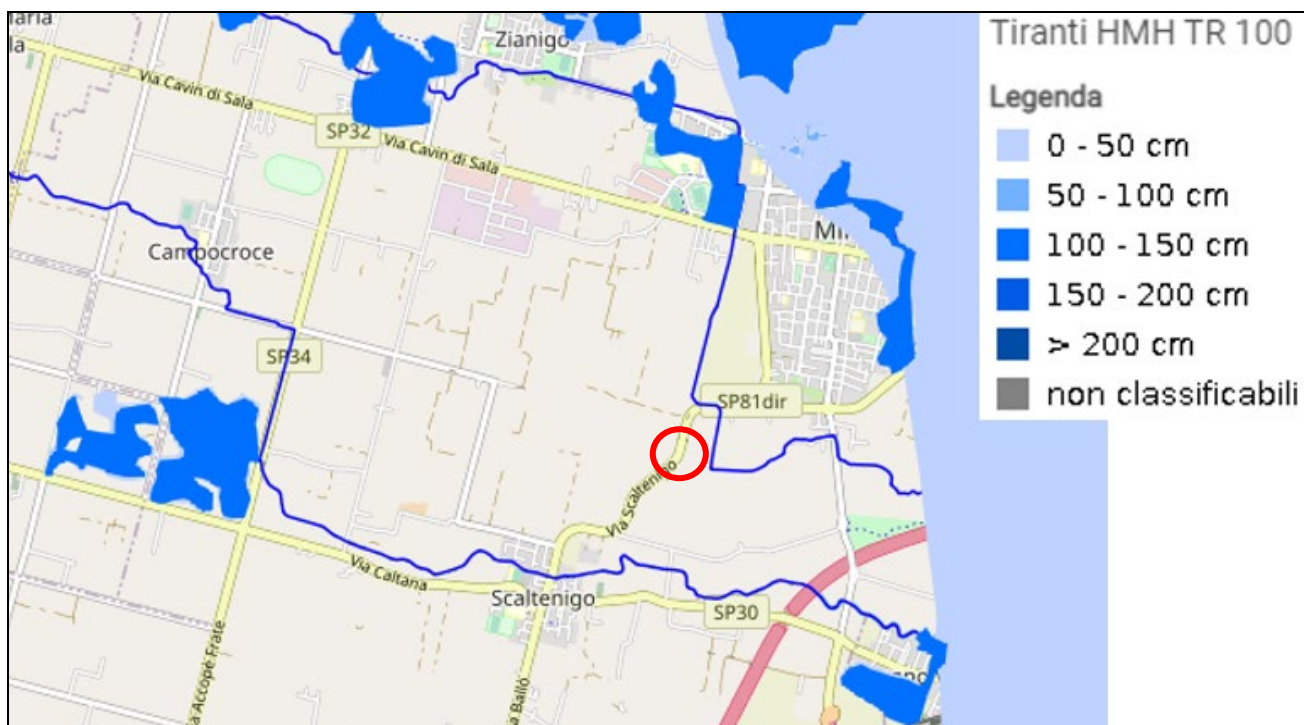
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA



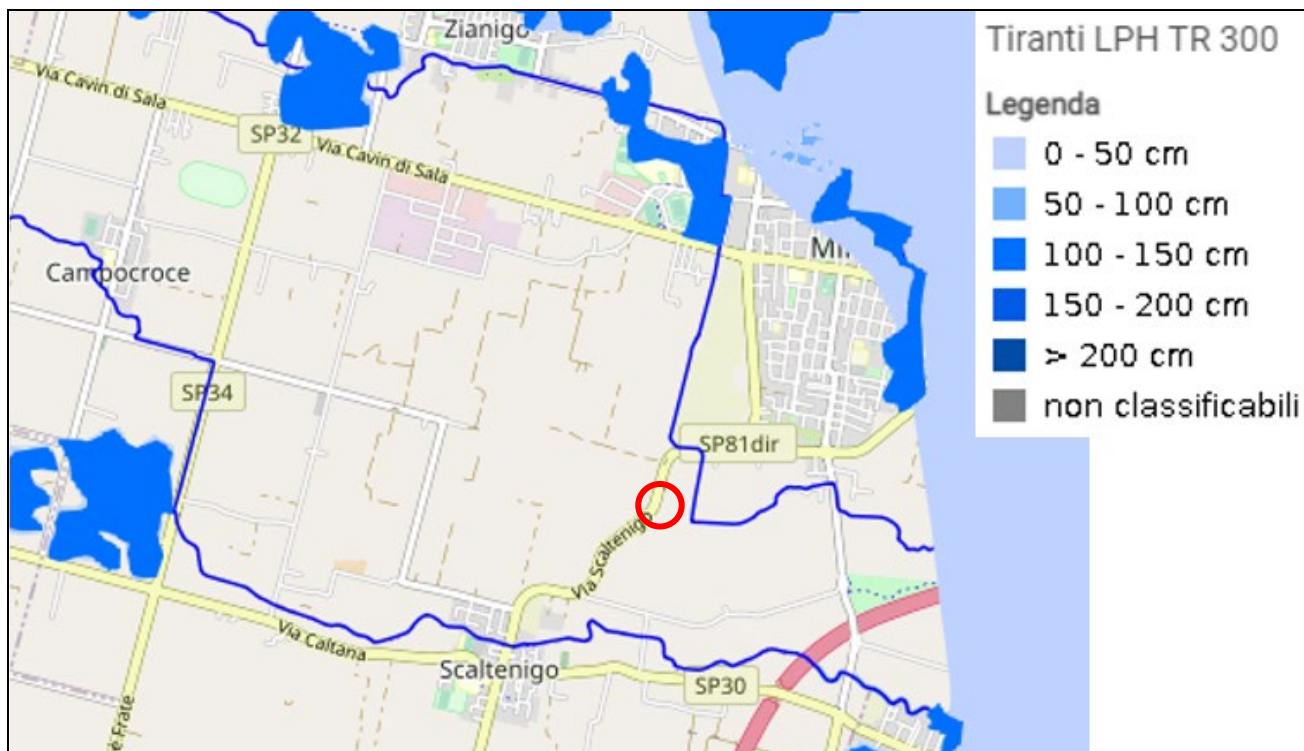
Stralcio della carta di pericolosità idraulica del P.G.R.A. Cerchiato in blu il sito di studio



Cartografia tiranti HPH Tr30 del PRGA. sigma.distrettoalpiorientali.it. Cerchiato in rosso il sito di studio



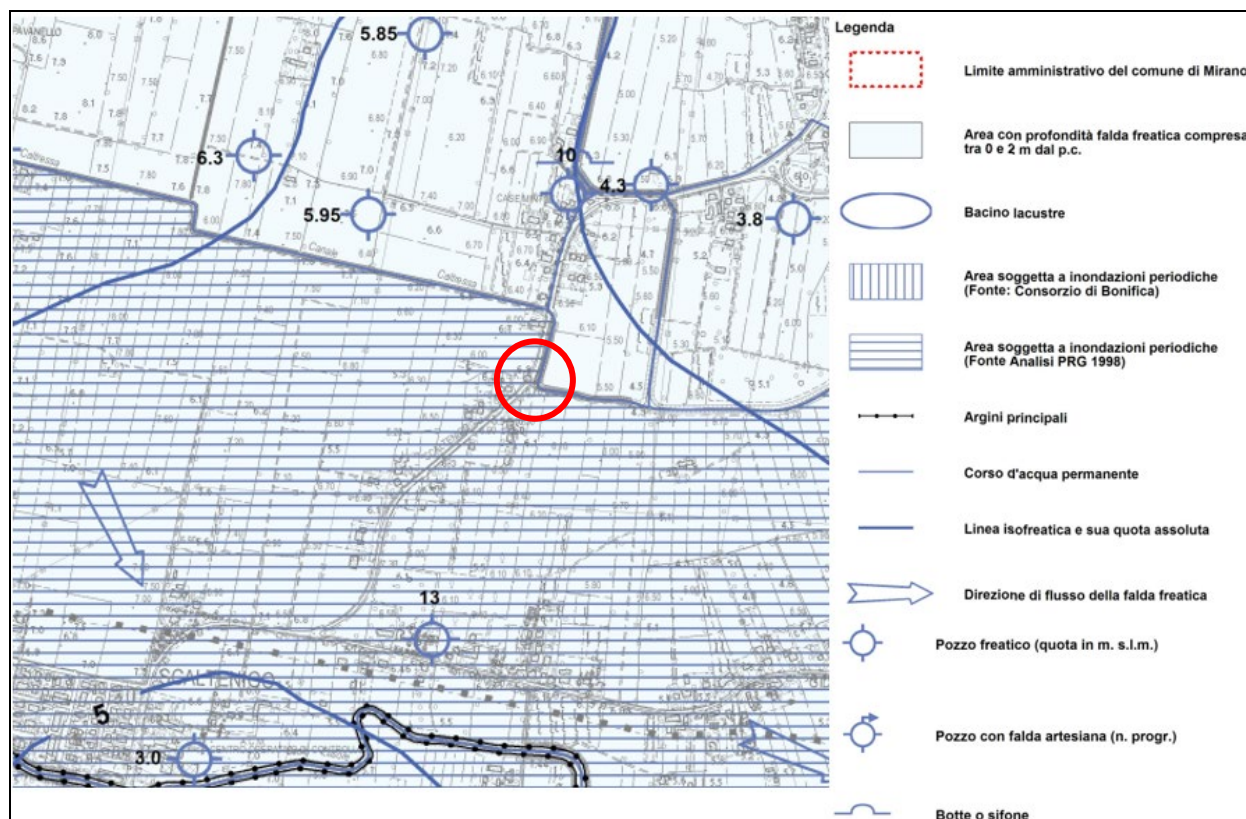
Cartografia tiranti HPH Tr100 del PRGA. sigma.distrettoalporientali.it. Cerchiato in rosso il sito di studio



Cartografia tiranti HPH Tr300 del PRGA. sigma.distrettoalporientali.it. Cerchiato in rosso il sito di studio

Idrogeologia

La situazione idrogeologica dell'area indagata è caratteristica di quel tratto della media Pianura Padana, situata alcuni chilometri a Sud della linea delle risorgive nella quale gli acquiferi, costituiti da materiali prevalentemente fini (sabbie), sono quasi completamente differenziati. La sedimentazione delle alluvioni della media pianura e quindi anche della zona oggetto di studio, è avvenuta principalmente ad opera del fiume Adige, in concomitanza soprattutto allo scioglimento dei ghiacci verificatosi nei periodi interglaciali del quaternario antico e recente. Questo tipo di "sovralluvionamento" verificatosi specialmente alla fine del Würm ha improntato una stratigrafia della pianura estremamente eterogenea in senso sia verticale che orizzontale, coinvolgendo per lo più materiali fini. Per questo motivo appare improprio parlare di "prima falda" unica e continua; si tratta piuttosto di un insieme di lenti di materiali più permeabili, parzialmente comunicanti fra loro, confinate tra materiali fini (o comunque meno permeabili) entro cui esiste, in funzione del regime di alimentazione delle falde principali, dell'acqua dotata di determinate, e parzialmente autonome, pressioni neutrali. Tale falda è contenuta nei livelli maggiormente sabbioso – limosi probabilmente in parte idraulicamente interconnessi da formare un unico acquifero. La falda si presenta libera (freatica). L'alimentazione è da attribuirsi all'infiltrazione delle acque meteoriche nonché da apporti di infiltrazione dai corpi idrici superficiali.



Estratto carta idrogeologica del PAT di Milano. Cerchiato in rosso il sito di studio

Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Milano_Scaltenigo_Ponte_Martini.doc	Redatto da: Vorlicek P. A.	Data 28/10/2022
Rev. 01	Controllato da: Bregolin M- Sacramati M.	Pag. 11

	GEOLOGIA TECNICA sas di Vorlicek P.A. & C	Azienda certificata UNI EN ISO 9001:2015 da: Kiwa Cermet Italia S.p.A.
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA		

Dalla cartografia idrogeologica del PAT del comune di Mirano, si evince come nell'area di studio sia presente una falda freatica con soggiacenza tra 0 e 2 m. e inoltre il alto sud dell'area di progetto è segnalata come "area soggetta a inondazioni periodiche".

In data 21/10/2022, nel foro della prova CPT1, è stata rilevato il livello di falda ad una profondità di -1,66 m dal piano campagna, in linea con i dati bibliografici.

Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ponte_Martini.doc	Redatto da: Vorlicek P. A.	Data 28/10/2022
Rev. 01	Controllato da: Bregolin M- Sacramati M.	Pag. 12

ANALISI SISMICA

Classificazione sismica del sito

Il comune di Mirano (Secondo la classificazione sismica indicati nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n°3274/03) è classificato dal punto di vista sismico in classe 4 con quindi i seguenti parametri edificatori minimi.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
4	$a_g \leq 0,05 g$	0,05 g

La classificazione sismica in zone 1 2 3 4 dopo l'entrata in vigore delle NTC08 ha solo valore amministrativo, vale solo per i controlli sui progetti da parte del GC. L'azione sismica va sempre calcolata tenendo conto della griglia. Per l'identificazione della zona sismica in cui ricade ciascun comune o porzione di esso, occorre fare riferimento alle disposizioni emanate ai sensi dell'art. 83, comma 3, del DPR 6.6.2001, n. 380.

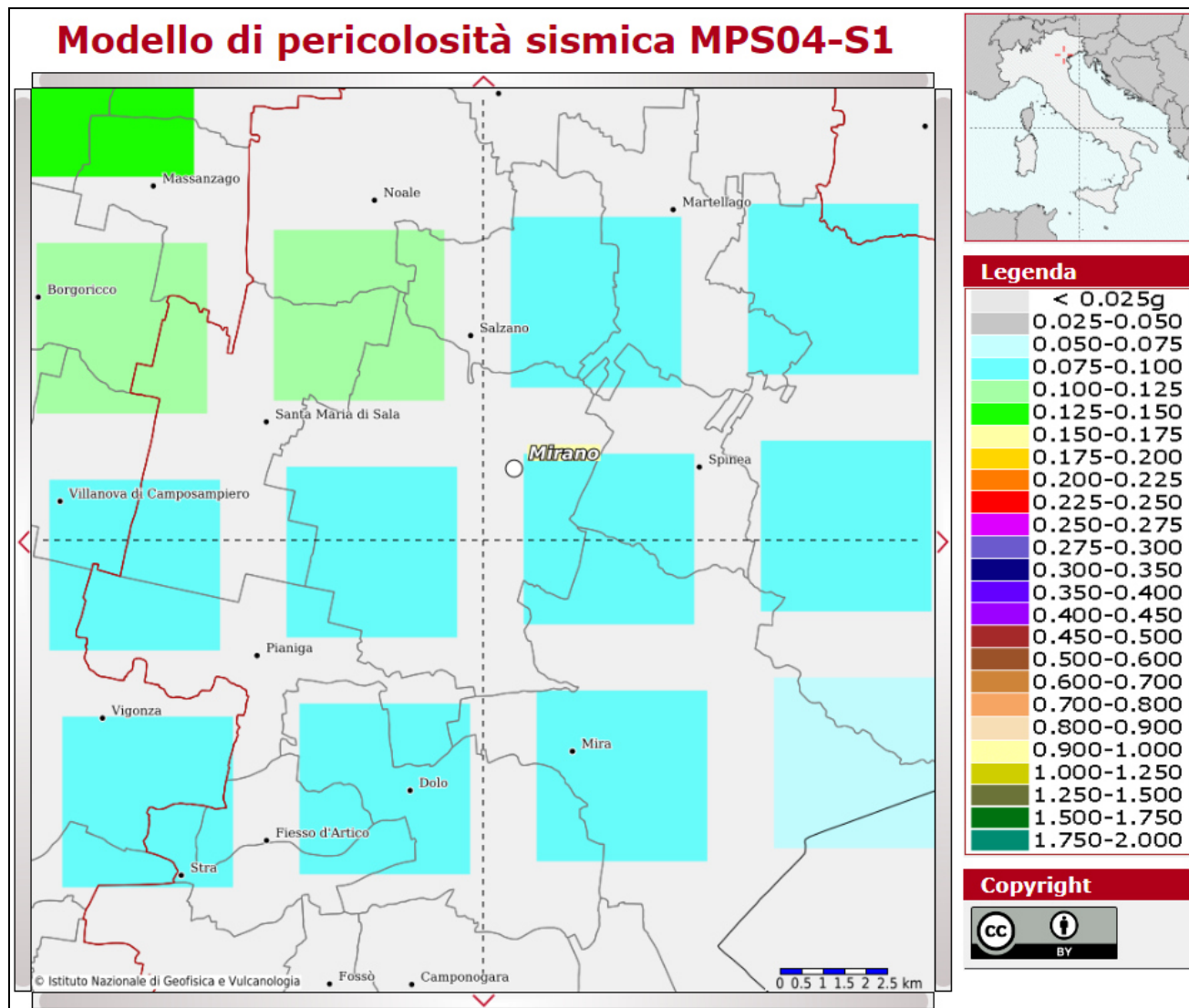
Inoltre è stata approvata la delibera di aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto e una nuova mappa delle stesse, rilevante ai fini dell'individuazione degli adempimenti amministrativi previsti dalla vigente normativa in materia. Si segnala l'entrata in vigore della nuova zonazione sismica del territorio Veneto avvenuta dopo 60 giorni dalla pubblicazione sul BUR del provvedimento: *Bur n. 38 del 16 marzo 2021 DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE n. 244 del 09 marzo 2021 Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, articolo 83, comma 3; D. Lgs 31 marzo 1998, n. 112, articoli 93 e 94. D.G.R./CR n. 1 del 19/01/2021.*

Il criterio di assegnazione dei comuni alle diverse zone sismiche si basa sul valore di accelerazione sismica massima attesa a_{max} con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Sono assegnati alla zona 1 i comuni con $a_{max} > 0,250g$, alla zona 2 quelli con accelerazione compresa tra 0,250 e 0,150g, e alla zona 3 quelli con accelerazione $< 0,150g$ in coerenza con le disposizioni contenute nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274. Il criterio di attribuzione dei comuni alle tre zone è quello più cautelativo, vale a dire i comuni sono inseriti nella fascia corrispondente all'accelerazione massima ricadente nel territorio comunale. La nuova mappa delle pericolosità sismica del veneto è riportata nell'ALLEGATO A DGR n. 244 del 09 marzo 2021 e la nuova classificazione dei singoli comuni è riportata nell' ALLEGATO B DGR n. 244 del 09 marzo 2021.

Il comune di Mirano (Secondo *DGR n. 244 del 09 marzo 2021*) è classificato dal punto di vista sismico in classe 3 con quindi i seguenti parametri edificatori minimi.

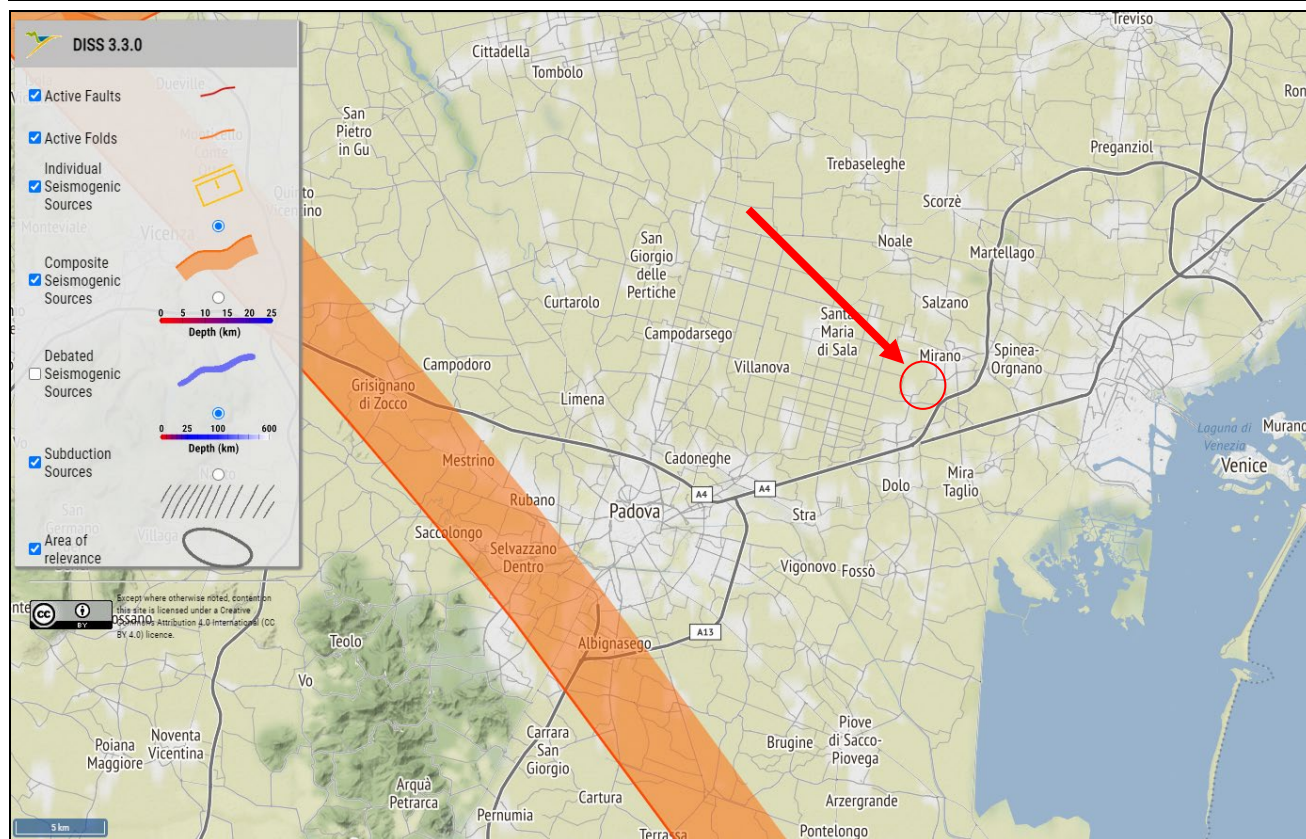
Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	0,15 g

Sulla base delle mappe interattive dell'I.N.G.V., l'area comunale di Mirano è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g , riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s (Classe A), compreso tra 0,075 (a_g/g) e 0,100 (a_g/g) (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni).



Estratto mappa pericolosità sismica INGV. <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Il sito si presenta all'esterno distale ad una faglia potenzialmente sismogenetica riconosciuta dal INGV.



Estratto mappa zone sismogenetiche INGV

Categoria sismica sottosuolo e condizioni topografiche

Categoria sismica sottosuolo

A seguito si riporta quanto indicato nelle NTC del D.M. 17/01/2018 nel capitolo “Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche” nel punto 3.2.2. per la determinazione della categoria sismica di sottosuolo.

Qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. Valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

In base ai risultati delle indagini sismica descritta nel paragrafo “Caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica HVSR o MASW” i terreni in sito appartengono alla **categoria sismica di sottosuolo C**.

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

Categoria	Categoria del sottosuolo
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

All'area oggetto di studio si può attribuire la **condizione topografica T1**.

Caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica HVSR

Generalità metodo Nakamura

Il metodo si basa sulla misura del rumore sismico ambientale, il quale risulta prodotto sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) sia dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre

I metodi che si basano sull'acquisizione dei microtremori si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come avviene invece nel caso della sismica attiva.

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali) o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - Metodo di Nakamura) è finalizzata all'individuazione della frequenza caratteristica di risonanza di sito e delle discontinuità sismiche che sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che al contatto copertura-bedrock.

Si sottolinea da subito però che l'analisi del rapporto spettrale H/V non è, da sola, sufficiente a caratterizzare la complessità degli effetti di sito e soprattutto non è in grado di determinare, da sola, il valore assoluto dell'amplificazione sismica. Il metodo ha comunque dimostrato di essere idoneo per valutare il periodo fondamentale di depositi sedimentari (in modo particolare quando l'impedenza di questi è in grande contrasto con l'impedenza del bedrock).

	GEOLOGIA TECNICA sas di Vorlicek P.A. & C	Azienda certificata UNI EN ISO 9001:2015 da: Kiwa Cermet Italia S.p.A.
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA		

La tecnica HVSR consente quindi di valutare la frequenza fondamentale di risonanza di uno strato sofficie a partire dalle sole registrazioni del rumore in superficie. Risulta così possibile conoscere il valore della frequenza di risonanza del terreno, valore che farà da guida per il progettista per evitare, in caso di sisma, il fenomeno della doppia risonanza terreno-struttura e definire un miglior comportamento sismico della struttura.

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio (V_s) e per una corretta caratterizzazione dei litotipi investigati si utilizza un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (HVSR) basati sulla simulazione del campo d'onde di superficie (Rayleigh e Love) secondo la teoria descritta in AKI (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981); Arai e Tokimatsu, 2004).

Nel caso in cui quindi siamo in presenza di un discontinuità sismica legata al passaggio tra materiali con parametri (densità e velocità sismiche) diversi che presentano quindi un contrasto d'impedenza (per essere identificabili i picchi H/V richiedono contrasti di impedenza almeno del 25%) è possibile stabilire una relazione tra lo spessore dello strato "più sofficie" h , la velocità media delle onde S e la frequenza f del picco attraverso la formula:

$f = \frac{V_s}{4 \times h}$	Nota la frequenza di risonanza (f_0) propria del sito, ricavata dal rapporto spettrale H/V e la stima delle V_s , è possibile determinare lo spessore (h) di una coltre sedimentaria soprastante un bedrock sismico, applicando la relazione $f_0 = V_s / 4 h$.
------------------------------	--

L'elaborazione viene sviluppata effettuando il rapporto tra la componente orizzontale e la componente verticale del moto, nell'ipotesi che la componente verticale non risenta degli effetti di amplificazione; i picchi del rapporto dipendono dalla sismostratigrafia del sottosuolo e sono funzione diretta del periodo fondamentale dei depositi e della frequenza di sito (f_0).

Strumentazione

Per l'acquisizione dei dati per la prova HVSR è stato utilizzato un SR04 GeoBox, un sismografo finalizzato alla rilevazione di vibrazioni naturali e artificiali, dal rumore di fondo ai forti terremoti. A seguito le caratteristiche tecniche generali:

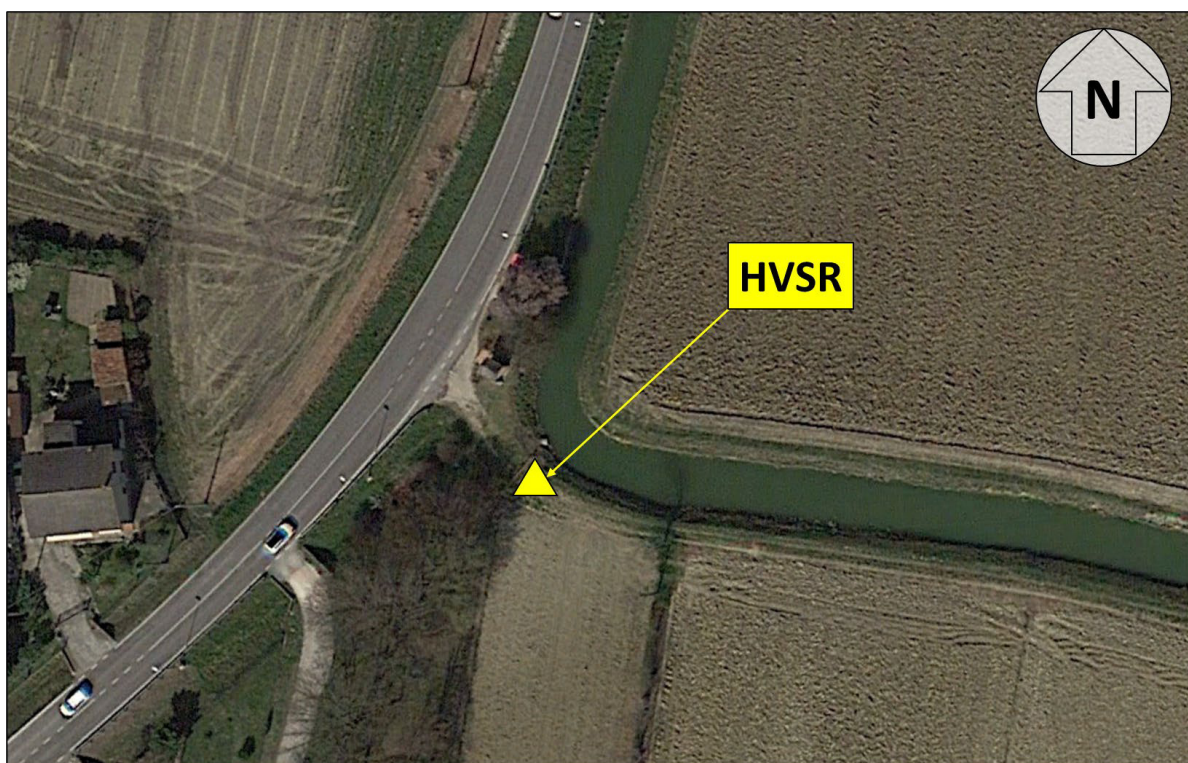
Numero canali ed a/d converter	3 (SD) dinamica di 144dB (24 bit effettivi fra 0.1 e 10Hz, ENOB)
Sensibilità	con velocimetri da 4.5Hz: < 1 nanometro/secondo per count
Campionamento	simultaneo sui tre canali a 10,20,50,100,200,300,400,480,600Hz
Interfaccia dati	RS232 con cavo da 8 metri e adattatore USB in dotazione
Contenitore	Monoblocco in alluminio IP66
Dimensioni e peso	155x140x110 mm 3.1kg con sensori da 4.5Hz
Temperatura operativa	-20/+50°C
Conformità	CE

Nel sito è stata eseguite 1 registrazioni (HVSR1) da 1200 sec (20 min.), esportando parte del terreno superficiale durante una giornata con condizioni meteo ideali (senza precipitazioni e vento).

Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ponte_Martini.doc	Redatto da: Vorlicek P. A.	Data 28/10/2022
Rev. 01	Controllato da: Bregolin M- Sacramati M.	Pag. 17



Foto stazione di registrazione HVSr1



Ubicazione stazione di registrazione HVSr1

Presentazione ed elaborazione dei risultati

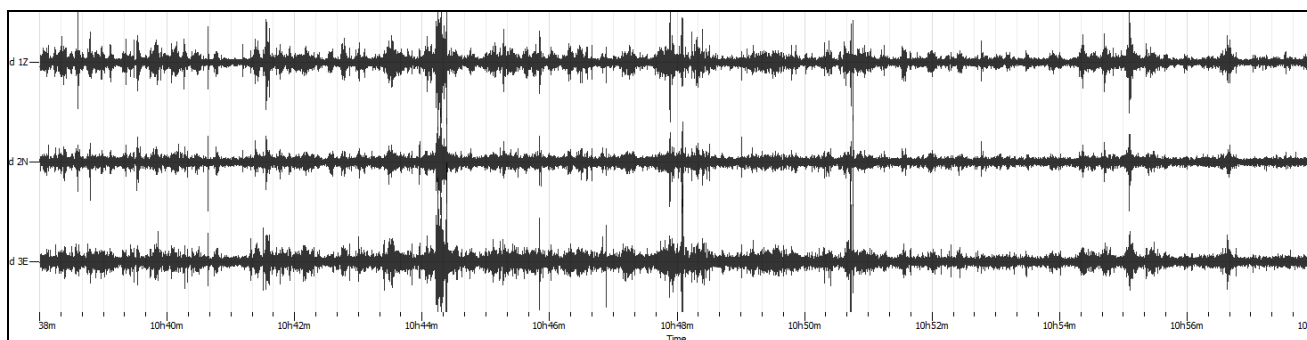
Per l'elaborazione dei dati e la definizione della frequenza fondamentale del sito è stato utilizzato il software open source Geopsy risultati riportati delle misurazioni per ogni stazione di misura comprendono:

- Figura della traccia registrata
- Grafico componenti spettrali lisciate tramite operatore Konno & Ohmachi (1998)
- Grafico andamento del rapporto H/V in funzione della direzione
- Grafico del rapporto H/V e relativa f_0 calcolata

Indagine HVSR1

A seguito si riportano i grafici sopra elencati (elaborazione del segnale eseguita con software Geopsy).

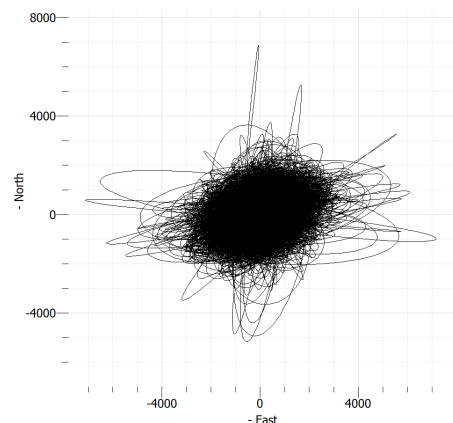
INDAGINE	HVSR1
Numero di tracce :	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	300 Hz
Banda di frequenza considerata	0,2 – 40 Hz
Numero campioni	359933
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale



Traccia registrata (HVSR1)

Stabilità della stazione di registrazione

Nella figura a sinistra si nota la stabilità del segnale durante la fase di registrazione. Non vi erano quindi rumori antropici, condizioni meteo avverse o strutture circostanti nei pressi della stazione di misura che possano aver disturbato la qualità del dato



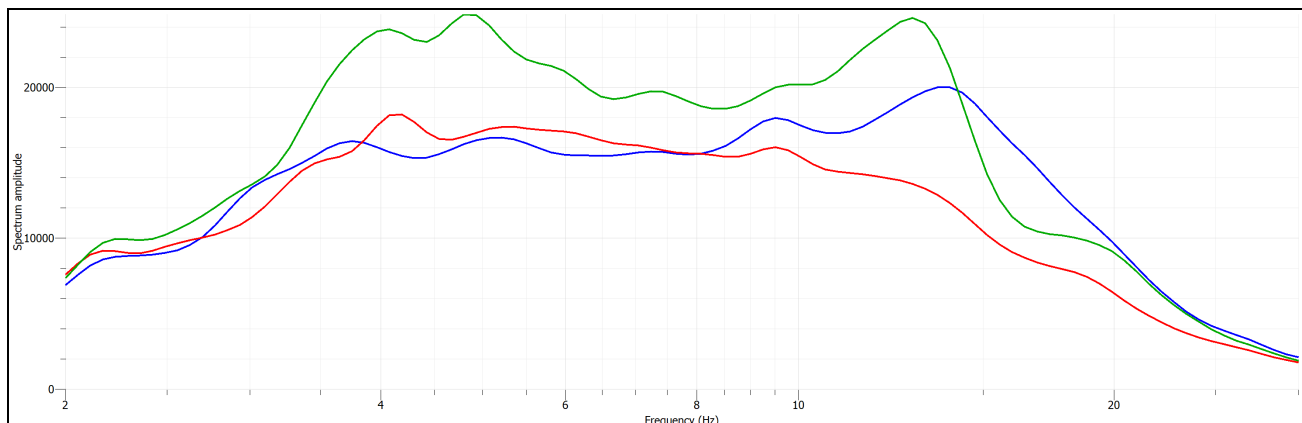


Fig. 1: Componenti spettri lisciati: in blu componente verticale in rosso e verde orizzontali (HVSr1)

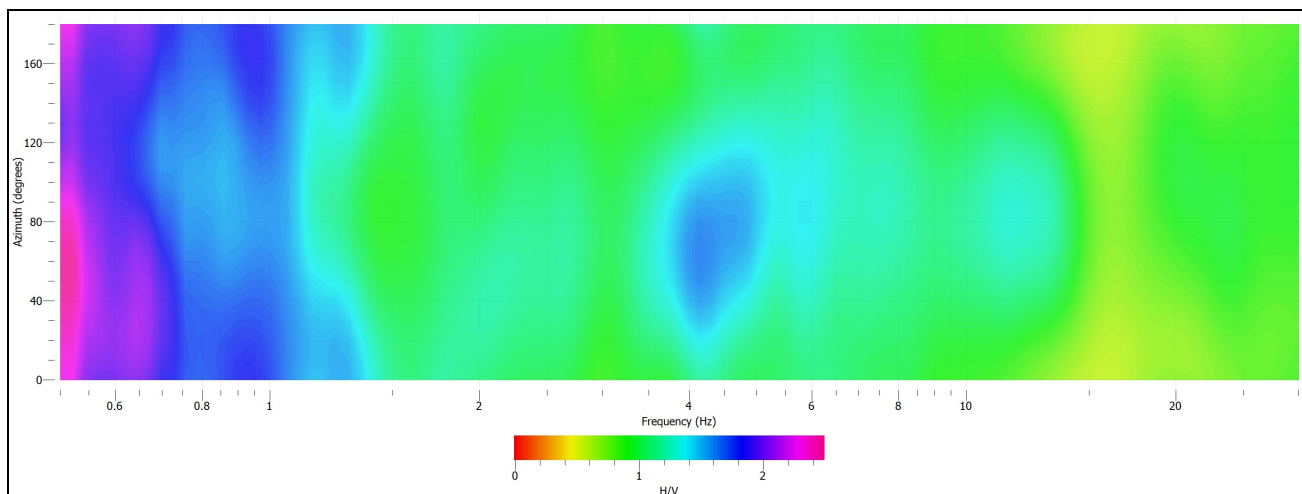


Fig. 2: Direzionalità rapporto H/V (HVSr1)

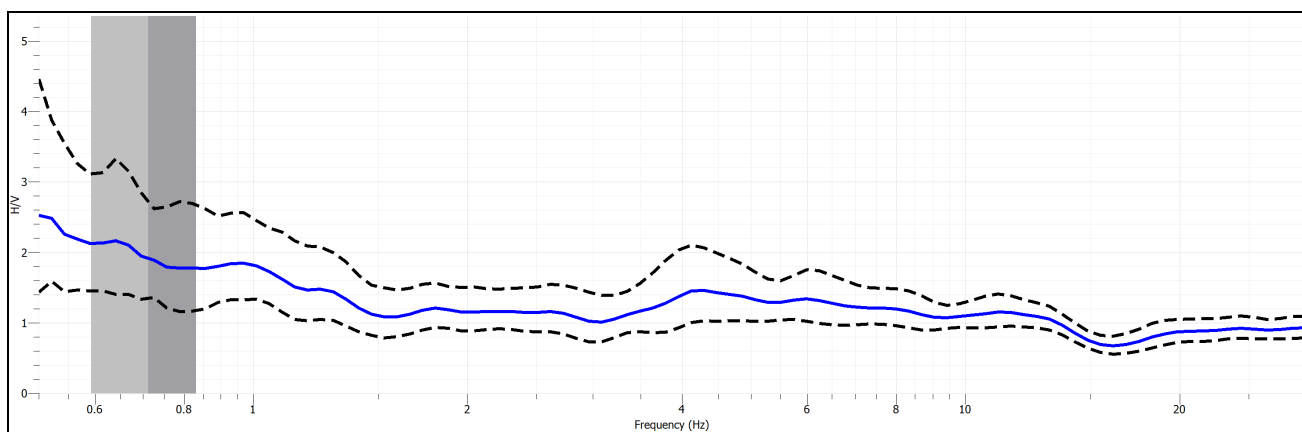


Fig. 3.: Rapporto spettri componenti orizzontali e verticali lisciati. In grigio in evidenza i picchi (HVSr1)

Osservazioni

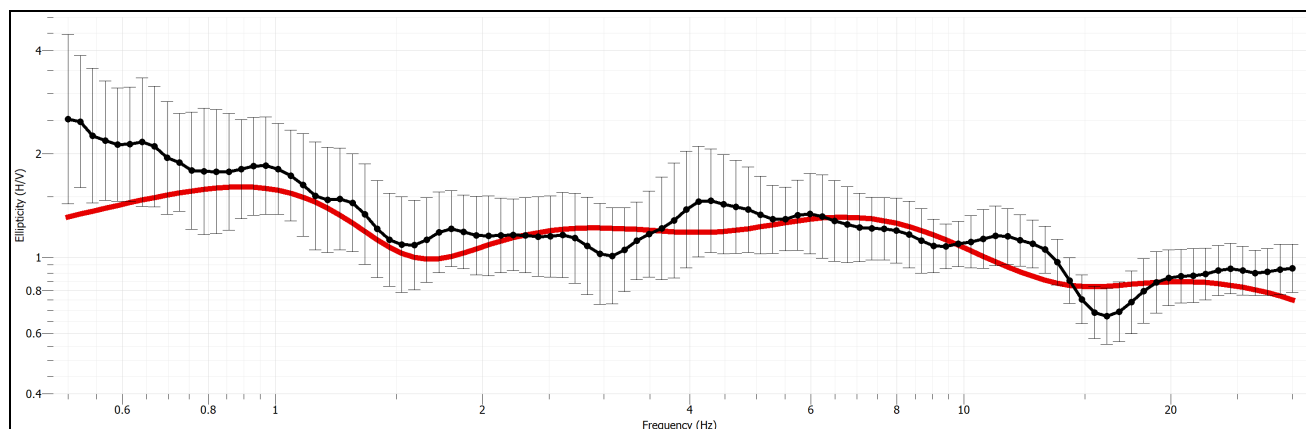
L'analisi del segnale è stata eseguita previa un filtraggio del segnale ed una opportuna eliminazione dei transienti più importanti. Dall'analisi del rapporto degli spettri si evince la presenza di un picco intorno ai 0,71 Hz, di cui si riportano nella tabella a seguito i dati principali.

<i>Dati picco principale (H/V)</i>		
<i>Frequenza Fo</i>	<i>f stddev (Hz)</i>	<i>Ao</i>
0,71	±0,11	1,91

Tale picco è dovuto ad un salto d'impedenza (profondo) legato al passaggio al substrato roccioso. Tale frequenza potrebbe essere la *frequenza caratteristica di risonanza dei depositi sedimentari presenti in sito*.

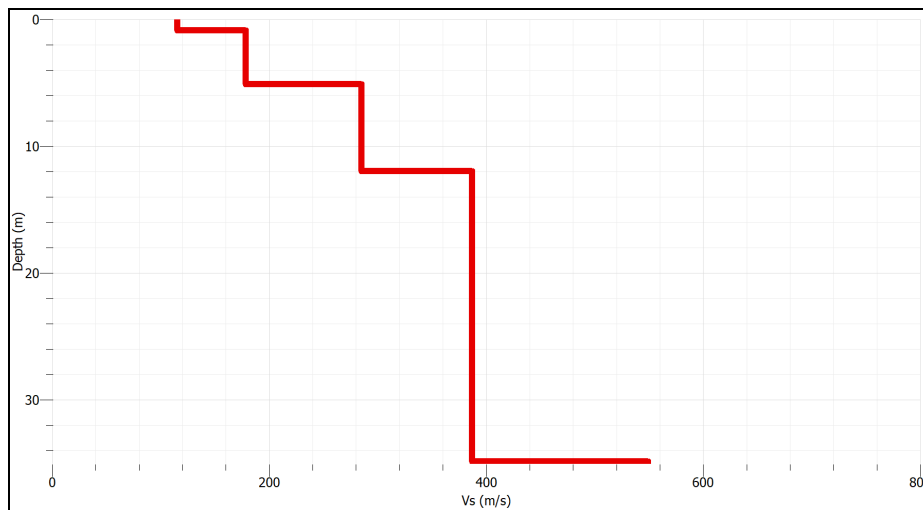
Modello sismostratigrafico (indagine HVSR1)

Nel diagramma posto sotto si evidenziano il modello di sottosuolo (definizione del modello sismostratigrafico tramite l'elaborazione della curva HVSR con software Geopsy "dinver" elaborazione curva hvsr) e le velocità delle onde di taglio in riferimento alla profondità. In base alle velocità misurate la Vs30 è pari a 290 m/s.



Confronto tra la curva H/V sperimentale (in nero) e la teorica (in rosso) ottenuta per il modello di sottosuolo. Si nota un discreto accoppiamento per le alte frequenze e un meno buono verso le basse frequenze, ovvero a grande profondità da p.c.

Profondità [m]	Vs [m/s]
0,0 – 1,0	114
1,0 – 5,2	177
5,2 – 12,0	282
12,0 – 30,0	290



Modello di sottosuolo in funzione dell'andamento delle Vs con la profondità dei primi 35 m di dal p.c.

Liquefazione terreni

In base alle indicazioni del paragrafo 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione del DM 17/01/2018, la verifica a 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 $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ 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 $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

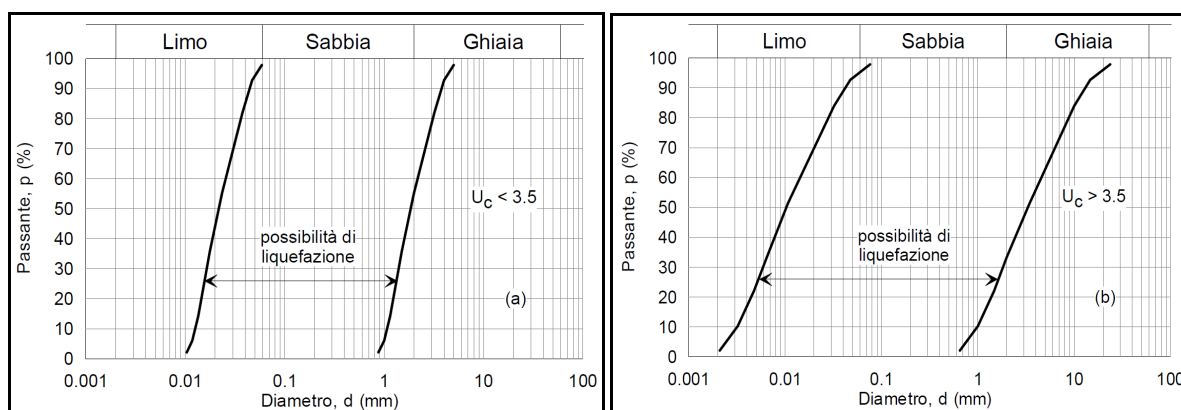


Fig. 7.11.1. Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione

Vista dell'adozione della soluzione a pali, come tipologia di fondazione per l'opera di progetto, il rischio liquefazione risulta assente.

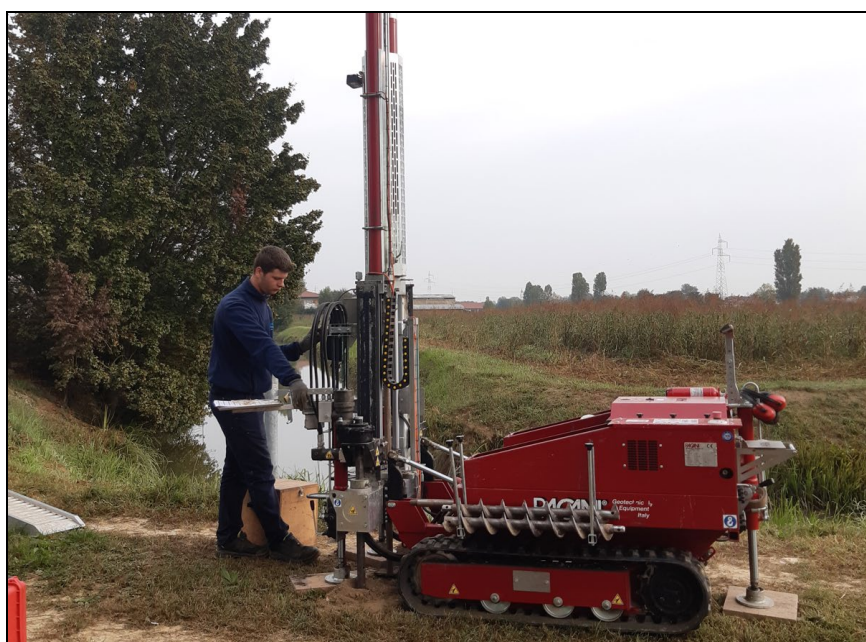
Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ponte_Martini.doc	Redatto da: Vorlicek P. A.	Data 28/10/2022
Rev. 01	Controllato da: Bregolin M- Sacramati M.	Pag. 22

RELAZIONE GEOTECNICA

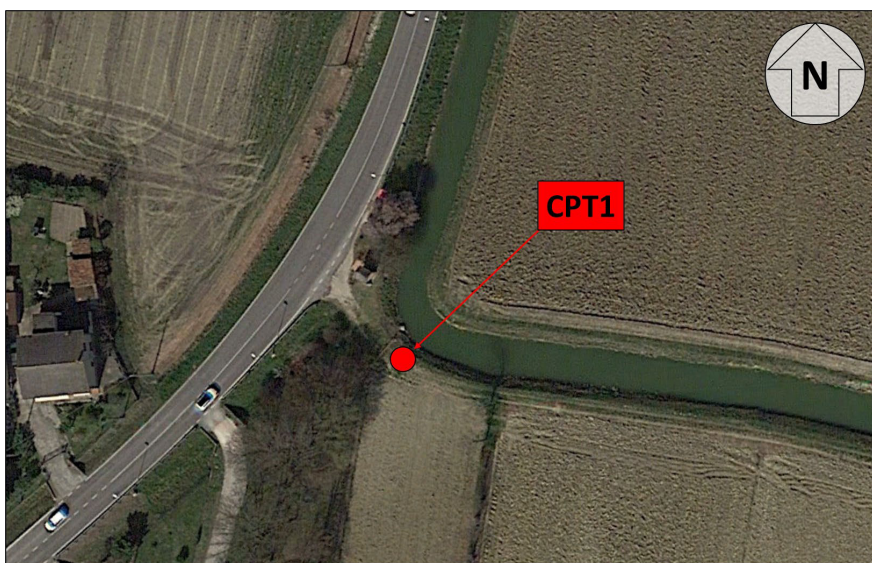
Prove penetrometriche

E' stata eseguita n° 1 prove penetrometrica statica (CPT Cone Penetration Test) spinte fino alla profondità massima di 15,0 m da p.c. Per la CPT è stato usato un penetrometro statico da 20 t, munito di Jacket Friction Cone con determinazione ogni 20 cm di infissione, della Resistenza alla punta e della Resistenza di Attrito Laterale Locale; velocità di infissione costante pari a 20 mm/sec.

Sono allegati i diagrammi con i risultati delle prove e a seguito le foto e la planimetria con l'ubicazione delle medesime.



Esecuzione CPT1



Ubicazione della prova CPT1 .

Sede: v. Martiri Libertà 29, 35042 Este (PD) tel. 0429601986 fax 04291702351 e-mail info@geologiatecnica.net sito web: www.geologiatecnica.net		
File: Mirano_Scaltenigo_Ponte_Martini.doc	Redatto da: Vorlicek P. A.	Data 28/10/2022
Rev. 01	Controllato da: Bregolin M- Sacramati M.	Pag. 23

Caratteristiche meccaniche del terreno

Le caratteristiche meccaniche dei terreni in esame sono desunte tramite correlazioni con dati penetrometrici, in particolare R_p (resistenza di punta) e R_l (resistenza laterale). In base a tali dati è possibile esprimere:

Coesione non drenata C_u e angolo d'attrito dei terreni granulari (in relazione al grafico di Searle)
 Coefficiente di compressibilità volumetrica $mv = 1 / \alpha * R_p$ con α = parametro dipendente dal tipo di terreno (Sanglerat, Mitchell e Gardner) e quindi il modulo confinato $M = 1/mv$.

Interpretazione media dei dati della prova penetrometrica statica

In tabella si riporta l'interpretazione dei dati della prova CPT1. Si ricorda che i primi 60-80 cm di terreno indagato, possono presentare parametri geotecnici estremamente variabili in funzione delle caratteristiche meteo-climatiche relative al periodo d'indagine.

Parametri geotecnici medi ricavati dalla prova CPT1

Strato	m da p.c.	INTERPRETAZIONE LITOLOGICA ⁽¹⁾	PARAMETRI GEOTECNICI				
			R_p Kg/cmq	C_u Kg/cmq	ϕ°	$\gamma_{d/s}$ g/cmc	α
1	0,00-0,60	Suolo vegetale	\	\	\	\	\
2	0,60-2,80	Limo argilloso / Argilla limosa	18	0,75	\	1,74	3-6
3	2,80-3,60	Limo argilloso sabbioso / Sabbia argilloso limosa	40	\	28	1,85	3-6
4	3,60-5,60	Limo argilloso / Argilla limosa	7	0,30	\	1,67	2-5
5	5,60-6,60	Limo argilloso sabbioso / Sabbia argilloso limosa	25	\	28	1,77	3-6
6	6,60-7,80	Limo argilloso sabbioso / Sabbia argilloso limosa	50	\	28,5	1,90	3-6
7	7,80-10,40	Limo argilloso	10	0,40	\	1,68	3-6
8	10,40-12,80	Sabbia argilloso-limosa	70	\	30	1,94	\
9	12,80-13,20	Argilla limosa	11	0,50	\	1,69	3-6
10	13,20-14,80	Sabbia argilloso limosa / Limo argilloso sabbioso	80	/	29	1,96	\
11	14,80-15,00	Limo argilloso-sabbioso	18	0,60	28	1,74	3-6

(1) L'interpretazione litologica si basa sui dati delle prove penetrometriche ed ha valore indicativo delle litologie presenti

Verifiche geotecniche relativi a fondazioni profonde

A seguito si riportano i calcoli geotecnici relativi all'esecuzione di fondazioni profonde, ossia al realizzo di micropali intestati sul banco sabbioso presente oltre i 10,40 m da p.c. si riportano inoltre alcuni stralci delle norme tecniche 2018 relative a fondazioni su pali contenute nel paragrafo 6.4.3.

6.4.3.1.1 Resistenze di pali soggetti a carichi assiali

Il valore di progetto R_d della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R della Tab. 6.4.II.

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale ^o	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

^o da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

La resistenza caratteristica R_k del palo singolo può essere dedotta da:

- risultati di prove di carico statico di progetto su pali pilota
- metodi di calcolo analitici, dove R_k è calcolata a partire dai valori caratteristici dei parametri geotecnici, oppure con l'impiego di relazioni empiriche che utilizzino direttamente i risultati di prove in sito (prove penetrometriche, pressiometriche, ecc.);
- risultati di prove dinamiche di progetto, ad alto livello di deformazione, eseguite su pali pilota

(b) Con riferimento alle procedure analitiche che prevedano l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) è dato dal minore dei valori ottenuti applicando al valore medio e al valore minimo delle resistenze calcolate $R_{c,cal}$ ($R_{t,cal}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella Tab. 6.4.IV, in funzione del numero n di verticali di indagine:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{\text{media}}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{\text{min}}}{\xi_4} \right\} \quad [6.4.3]$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{\text{media}}}{\xi_3}, \frac{(R_{t,cal})_{\text{min}}}{\xi_4} \right\} \quad [6.4.4]$$

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Fatta salva la necessità di almeno una verticale di indagine per ciascun sistema di fondazione, nell'ambito dello stesso sistema di fondazione, il numero di verticali d'indagine per la scelta dei coefficienti ξ in Tab. 6.4.IV si devono prendere solo le verticali lungo le quali la singola indagine (sondaggio con prelievo di campioni indisturbati, prove penetrometriche, ecc.) sia stata spinta ad una profondità superiore alla lunghezza dei pali, in grado di consentire una completa identificazione del modello geotecnico di sottosuolo.

Calcoli geotecnici

Nel paragrafo seguente si riportano valori di capacità portante di un palo singolo calcolato con le equazioni riportate a seguito. Si tratta di un'ipotesi di calcolo alquanto in "favore della sicurezza" i cui risultati quindi possono differire dall'uso di altri metodi. Ad ogni modo il metodo descritto a seguito si basa su evidenze sperimentali correlando i valori di q_{lim} ai risultati delle prove in sito (Meyerof - 1976)

Per il calcolo della portanza di un palo singolo sfrutta un'equazione empirica basata sui risultati di prove penetrometriche statiche che assume questa forma:

Q_d (capacità portate totale) = Q_p (capacità portante di punta)+ Q_f (cap. port. Laterale)= $Q_p + A_s L' F_m$
con $Q_{Punta} = R_p (*) A_p/2$ ($A_p = \pi r^2$) in caso di argille: $F_m = \alpha C_u$, in caso di sabbie $F_m = K_p' tg\delta$ con $A_s = \pi D$
e con $\alpha = (1+C_u^2)/(1+7C_u^2)$

(*) per il calcolo capacità portante di punta utilizzando i valori di R_p . La resistenza R_p va valutata secondo Meyerof (1976) mediando i valori misurati in un tratto pari a 4 diametri al disopra delle punta con quelli misurati in un tratto pari a 1 diametro al disotto.

Nella tabella a seguito si riportano i parametri geotecnici e dimensioni usati nella determinazione delle resistenza caratteristica R_k del palo singolo e relativi risultati. Si ipotizza l'infissione di un palo a circa 10,80 m da p.c.

Diametro palo	22 cm
Quota infissione palo	11,60 m infisso nel banco sabbioso per circa 0,4 m
Rp medi per calcolo Qp	73 kg/cm ² (circa 30°)
Parametri medi per calcolo Qf	Da 2.0 a 2.8 livello coesivo con C_u media 0.75 kg/cm ² Da 2.8 a 3.6 m p.c. livello granulare con angolo d'attrito medio 28° Da 3.6 a 5.6 livello coesivo con C_u media 0.30 kg/cm ² Da 5.6 a 6.6 m p.c. livello granulare con angolo d'attrito medio 28° Da 6.6 a 7.8 m p.c. livello granulare con angolo d'attrito medio 28,5° Da 7.8 a 10.4 livello coesivo con C_u media 0.4 kg/cm ² Da 10.4 a 11.6 m p.c. livello granulare con angolo d'attrito medio 30°
Resistenza di punta (moltiplicato per 0.7 - fattore riduzione data la ridotta infissione della palo nella sabbia)	185 KN
Resistenza laterale (moltiplicato per 0.7 - fattore riduzione per pali trivellati)	112 KN
Rpk(valore caratteristico di punta)	109 KN
Rlk (valore caratteristico laterale)	66 KN

Nelle tabelle a seguito si riportano i valori delle resistenze con applicati i coefficienti parziali relativi ai diversi approcci.

	PALI INFISSI				PALI TRIVELLATI				PALI INFISSI	PALI TRIVELLATI
	punta	Rpd	laterale	Rld	punta	Rpd	laterale	Rld	Rd	Rd
Rd da DA2 (A1+M1+R3)	1,15	95	1,15	57	1,35	81	1,15	57	152	138

CONCLUSIONI

Fattibilità geologica; dal punto di vista geologico l'area può ritenersi stabile non presentando particolari problemi. In base a quanto descritto nella perizia l'area è da considerarsi a medio rischio idrogeologico s.l. (v. par. idrologia).

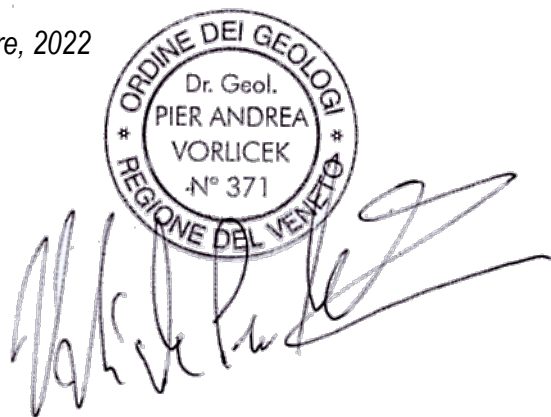
Fattibilità geotecnica; Come da indicazioni tecniche date dal progettista, per l'opera di progetto verrà adottata una soluzione di fondazione profonde, in relazione si riportano le verifiche di portanza relative ad un'ipotesi di quota d'infissione dei pali.

Si ricorda che tali valutazione sono solo un indicazione di massima che non ha valore progettuale. Sarà a cura del progettista / strutturista stabilire la soluzione di fondazione profonda definitiva, in funzione anche di diverse verifiche geotecniche, che meglio si adatta all'opera in progetto.

Analisi sismica; Vista dell'adozione della soluzione a pali, come tipologia di fondazione per l'opera di progetto, il rischio liquefazione risulta assente.

I terreni in sito appartengono alla categoria sismica di sottosuolo C e condizione topografica T1.

*Relazione e indagini eseguite nel mese di ottobre, 2022
In allegato grafico delle prove penetrometriche*



RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

CPT1 data 21/10/2022								
comune Mirano			località Scaltenigo					
m p.c.	Rp kg/cmq	RI kg/cmq	m p.c.	Rp kg/cmq	RI kg/cmq	m p.c.	Rp kg/cmq	RI kg/cmq
0,0			10,2	10	0,87	20,2		
0,2			10,4	46	1,60	20,4		
0,4	100	3,60	10,6	53	1,93	20,6		
0,6	60	4,20	10,8	67	1,40	20,8		
0,8	22	2,13	11	70	1,13	21		
1,0	12	0,73	11,2	62	1,53	21,2		
1,2	20	1,07	11,4	52	1,07	21,4		
1,4	16	0,27	11,6	75	2,13	21,6		
1,6	26	1,13	11,8	90	2,07	21,8		
1,8	23	1,07	12	98	2,73	22		
2,0	12	1,67	12,2	87	3,33	22,2		
2,2	10	1,00	12,4	76	0,80	22,4		
2,4	31	1,93	12,6	73	1,93	22,6		
2,6	16	0,93	12,8	13	0,87	22,8		
2,8	45	1,27	13	11	2,20	23		
3,0	58	1,40	13,2	54	1,40	23,2		
3,2	17	0,53	13,4	72	1,80	23,4		
3,4	39	1,47	13,6	104	1,93	23,6		
3,6	5	0,40	13,8	59	3,13	23,8		
3,8	5	0,33	14	88	3,47	24		
4,0	6	0,40	14,2	83	2,73	24,2		
4,2	8	0,27	14,4	142	2,33	24,4		
4,4	9	0,47	14,6	40	1,13	24,6		
4,6	6	0,53	14,8	27	0,80	24,8		
4,8	5	0,40	15	7		25		
5,0	8	0,33	15,2			25,2		
5,2	9	0,53	15,4			25,4		
5,4	7	0,87	15,6			25,6		
5,6	33	1,27	15,8			25,8		
5,8	26	0,60	16			26		
6,0	25	0,47	16,2			26,2		
6,2	11	1,20	16,4			26,4		
6,4	23	0,53	16,6			26,6		
6,6	37	2,27	16,8			26,8		
6,8	55	0,40	17			27		
7,0	49	1,00	17,2			27,2		
7,2	52	2,27	17,4			27,4		
7,4	79	2,60	17,6			27,6		
7,6	46	1,87	17,8			27,8		
7,8	10	0,67	18			28		
8,0	7	0,40	18,2			28,2		
8,2	8	0,40	18,4			28,4		
8,4	9	0,40	18,6			28,6		
8,6	12	0,47	18,8			28,8		
8,8	11	0,67	19			29		
9,0	8	0,47	19,2			29,2		
9,2	7	0,60	19,4			29,4		
9,4	23	0,80	19,6			29,6		
9,6	15	0,93	19,8			29,8		
9,8	14	0,80	20			30		
10,0	11	0,73						

