



COMUNE di BREDA DI PIAVE
PROVINCIA di TREVISO
REGIONE VENETO

REALIZZAZIONE NUOVA CONDOTTA DI FOGNATURA NERA LUNGO VIA MOLINETTO IN LOC. SALETTO IN COMUNE DI BREDA DI PIAVE (TV)

CODICE COMMESSA IF2200200

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

1.03

Relazione geologica e geotecnica

RTP :

Capogruppo: **PARCIANELLO & PARTNERS
engineering s.r.l.**
via G. Matteotti 30/d, 32016 ALPAGO (BL)
www.studioparcianello.com

Mandante: **TRUANT & ASSOCIATI SNC**
Via Corridoni 9
33097 SPILIMBERGO (PN)

Mandante: **TRUANT MASSIMO**
Via Boschetto 5
33095 SAN GIORGIO DELLA RICCHIA (PN)

REVISIONI	DATA	OGGETTO	REDATTO DA	VERIFICATO DA
4				
3				
2				
1				
0	Feb. 2022	EMISSIONE	Geol. S. Bartolomei	Dott. ing. P. Truant

RIF.1496

Il Progettista:

Dott. Ing. Pierino Truant



Il Progettista:

Dott. Ing. Massimo Truant



Il Capogruppo:

Arch. Lio Parcianello



Il Committente:

ATS Alto Trevigiano Servizi

Il Responsabile del procedimento:

Breda di Piave,

Questo elaborato è di proprietà del RTP. Qualsiasi riproduzione e/o divulgazione anche parziale deve essere espressamente autorizzata.

via G. Matteotti, 30/d 32016 Alpagò (Belluno) tel. 0437 46100 fax 0437 1948080 Email : tecnico@studioparcianello.com

COMUNE DI BREDÀ di PIAVE

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA ANCHE AI FINI SISMICI

CIG: Z39354107B - commessa IF2200200

**“Realizzazione nuova condotta di fognatura nera
lungo via Molinetto loc. Saletto in Comune di Breda di Piave”**

Pedavena, 22 Marzo 2022

1. PREMESSA

2. COROGRAFIA

3. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

- **Analisi Stratigrafica Dell'area**

4. IDROGEOLOGIA

5. CARATTERI GEOTECNICI

- **Analisi Granulometrica**

6. PROVE GEOFISICHE

- **Profilo sismico MASW**
- **Calcolo Vs30 e definizione categoria sismica**
- **Condizioni topografiche**
- **Analisi Del Rapporto Spettrale Hvsr, Tecnica Di Nakamura**
- **Prova HVSR**
- **Profili ERT**

7. CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI

8. CONCLUSIONI

• Allegati:

- **Documentazione Fotografica**
- **Rapporti di prova laboratorio geotecnico**

1. PREMESSA

Su incarico di ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA Via Schiavonesca Priula, 86 31044 – Montebelluna (TV) si è elaborata la presente Relazione Geologico Tecnica e Sismica relativa ai terreni interessati al progetto di "Realizzazione nuova condotta di fognatura nera lungo via Molinetto loc. Saletto in Comune di Breda di Piave".

2. COROGRAFIA

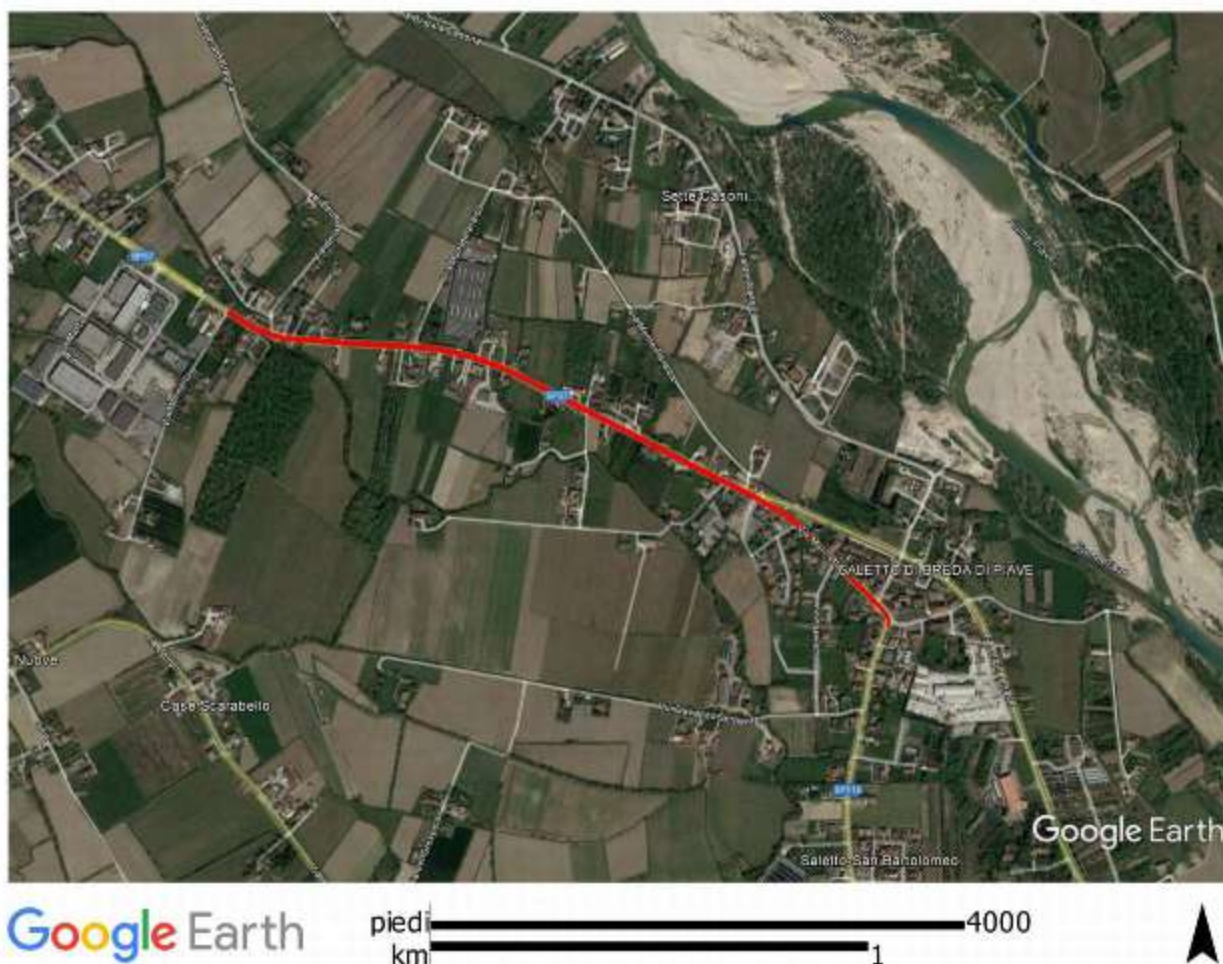


Fig.1: Visione del tratto interessato dal progetto

3. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Per lo studio dell'area e dei suoi terreni ci si è basati sull'analisi dei dati pregressi limitrofi, nell'inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico dell'area e sull'esecuzione di indagini geognostiche, di laboratorio geotecnico e di tipo geofisico.

L'esecuzione delle indagini geognostiche e delle misure sui campioni di laboratorio è stata affidata alla Ditta Geotechna s.r.l. di Torri di Quartesolo (VI) che lavora in sistema di qualità ISO 9001.

Per lo studio del tracciato sono state eseguite le seguenti indagini e misure:

- n.1 sondaggio geognostico mediante carotaggio continuo fino alla profondità di -10 m da p.c. con restituzione delle foto delle cassette, delle stratigrafie dei sondaggi e con misura SPT ogni 1.5 m;
- n.3 sondaggi geognostici spinti fino alla profondità di -3.5 m da p.c., con restituzione delle foto delle cassette e delle stratigrafie dei sondaggi;
- n.1 profilo sismico tipo MASW con onde di superficie per la definizione del parametro Vs30 richiesto per la caratterizzazione sismica dei terreni dell'area;
- n.1 misura a stazione singola tipo HVSr (tecnica di Nakamura), per evidenziare le frequenze di risonanza del sottosuolo;
- n.2 profili di tomografia di resistività elettrica (Electrical Resistivity Tomography);
- n. 2 rilievi piano-altimetrici dei profili riferiti a caposaldo di progetto;
- installazione di un tubo piezometrico cementato ispezionabile con chiusino carreggiabile nel foro di sondaggio di 10m;
- n.4 misure della quota piezometrica;

Sui campioni prelevati si sono eseguite le seguenti analisi di laboratorio geotecnico:

- n.6 descrizioni campioni;
- n.3 misura contenuto di acqua Wn;
- n.3 misure del limite di liquidità e plasticità Wl-P per gli strati argillosi/limosi;
- n.3 analisi granulometriche per via secca con setacci GRS;

Lo studio è stato basato anche sull'analisi dei dati geologici, morfologici ed idrogeologici fatti nello studio del PAT (Piano Di Assetto Del Territorio) e per quanto riguarda gli aspetti sismici si è fatto riferimento alla Relazione di Microzonazione sismica ed ai dati acquisiti sul territorio per la redazione della stessa.

La sedimentazione dell'area è legata agli apporti dei vari fiumi veneti, in uscita dalle valli montane, che hanno depositato i detriti trasportati creando grandi conoidi, detti megafan, interdigitati gli uni agli altri.

Nel territorio comunale di Breda di Piave si sviluppa il megafan di Nervesa, con sedimentazione che varia in granulometria con depositi che vanno da grossolani a fini e sono costituiti prevalentemente da ghiaie con frazione sabbiosa variabile; solo localmente ed in superficie compaiono limitati spessori di termini più fini che molto spesso appartengono a livelli interdigitati locali.

Le aree in leggero rilievo, sono caratterizzate da sedimentazione più grossolana, con livelli anche ghiaiosi e ciottolosi, mentre quelle contigue relativamente ribassate da sedimenti più fini, costituiti da limi e sabbie fino ad argille più o meno alterate.

Si consideri anche che in territorio comunale appartiene alla cosiddetta “fascia delle risorgive”, (Fig.3) dove l'effetto del venire a giorno di acquiferi profondi, quasi sempre a granulometria grossolana, determina anche il passaggio brusco a litologie molto fini.

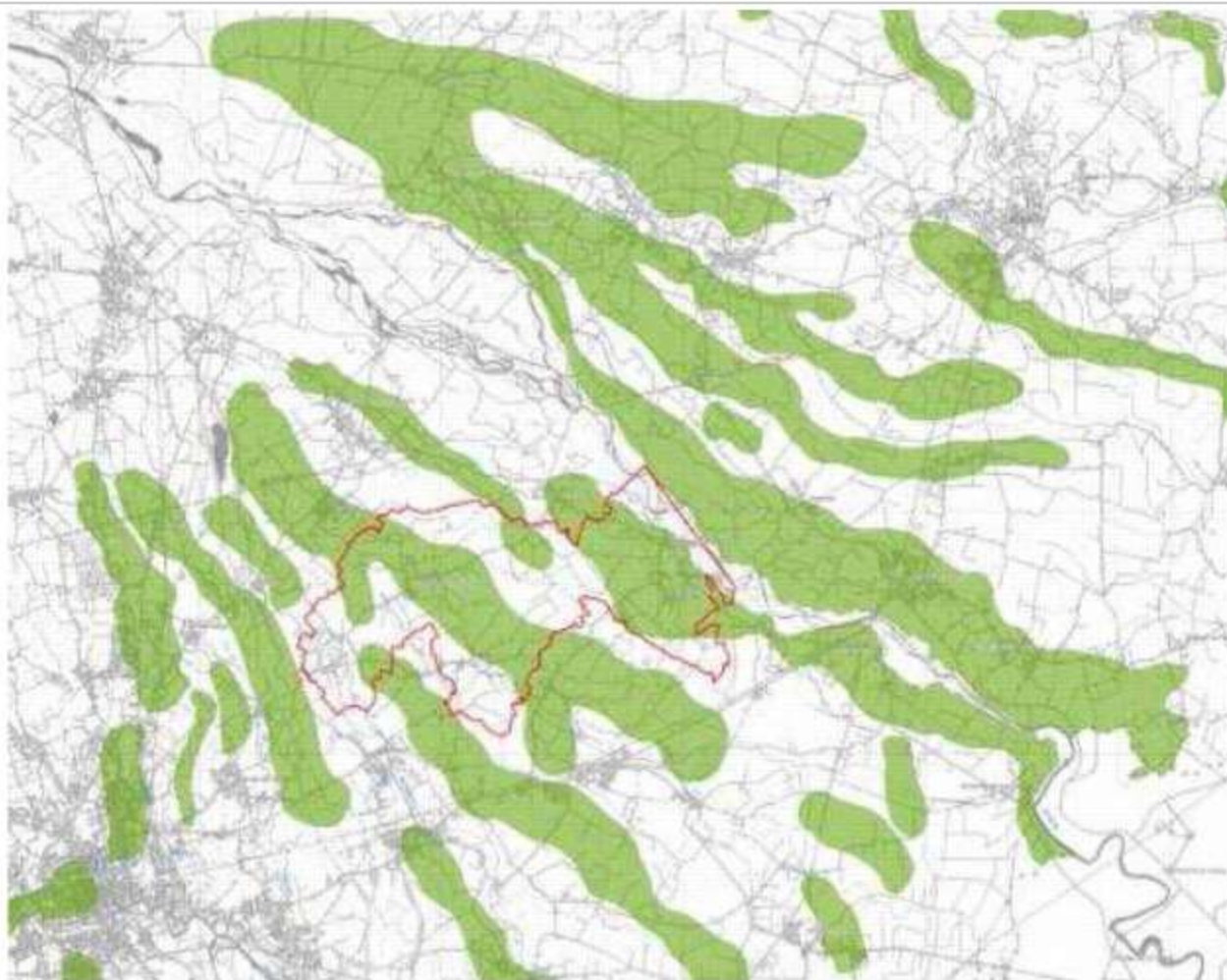


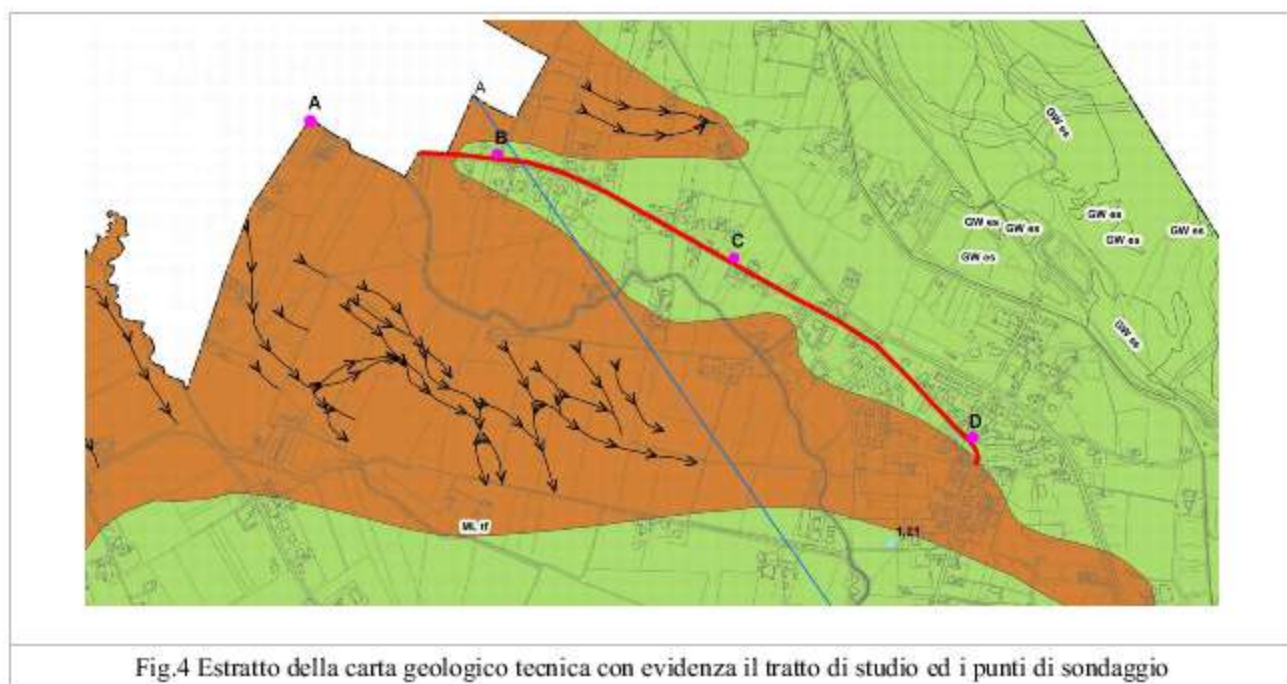
Fig 2 (Stralcio della fig. 2.4 della “Relazione Geologica” PAT Comune di Breda di Piave).
In verde segnati i dossi fluviali, in rosso il confine comunale.

Come si evince dagli estratti delle Carte geologiche allegate (Fig.3), il territorio del Comune di Breda di Piave presenta una certa variabilità nel tipo di terreni, essendo percorso da diversi dossi fluviali; il tratto di progetto si sviluppa nella parte a Nord Est del comune fino alle porte del capoluogo ed appartiene perlopiù alle sedimentazione di ghiaie e ghiaie sabbiose con granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbie.

Il piano campagna presenta quote che variano significativamente tra il tratto a Nord-Ovest e la parte più a Sud-Est.

Il rilievo evidenzia quote del piano campagna attorno a 18.5 m nella parte più a Nord-Ovest che diminuiscono progressivamente spostandosi verso Sud-Est con quote di 15.7 m all'estremo Sud-Est

presso Piazza V.to Emanuele.



Dal punto di vista geologico perciò, si deve considerare che nelle aree con sedimenti più grossolani i terreni possiedono una permeabilità relativamente maggiore e sono zone scolanti più elevate, quelle con sedimenti più fini, quali i limi ed argille, hanno permeabilità e quote mediamente più basse.

• ANALISI STRATIGRAFICA DELL'AREA

Dall'analisi dei dati esistenti e sulla base dei sondaggi geognostici si può ricostruire la seguente successione stratigrafica:

• **sondaggio A: 0-3.5m:**

- 0-0.5 m: Limo argilloso sabbioso bruno grigio con ciottoli e laterizi;
- -0.5-1.2 m: Limo argilloso grigio bruno;
- -1.2-2.0 m: Argilla limosa con frustoli torbosi:
 - penetrometro tascabile (PT pocket penetrometer) valori: 0.5-0.7 Kg/cmq;
 - scissometro portatile (ST) valori: 0.30-0.35 Kg/cmq;
- -2.0-3.5 m: Ghiaia sabbiosa limosa grigio bruno ad elementi poligenici da spigolosi ad arrotondati;
- profondità falda da p.c.: -1.20 m

• **sondaggio B: 0-3.5m:**

- 0-0.4 m: Limo argilloso sabbioso bruno;
- -0.4-1.8 m: Limo argilloso grigio;
- -1.8-2.0 m: Argilla limosa grigia:
 - penetrometro tascabile (PT pocket penetrometer) valori: 0.5-0.7 Kg/cmq;
 - scissometro portatile (ST) valori: 0.30-0.35 Kg/cmq;
- -2.0-3.5 m: Ghiaia sabbiosa limosa grigio bruno ad elementi poligenici da spigolosi ad arrotondati;
- profondità falda da p.c.: -1.00 m

• **sondaggio C: 0-10.0m:**

- 0-0.3 m: Terreno di riporto ghiaioso sabbioso limoso bruno;
- -0.3-0.7 m: Limo argilloso bruno con ciottoli e latterizi;
- -0.7-1.3 m: Limo argilloso bruno con ciottoli;
- -1.3-1.6 m: Limo argilloso grigio:
 - penetrometro tascabile (PT pocket penetrometer) valori: 0.3-0.4 Kg/cmq;

- scissometro portatile (ST) valori: 0.20 Kg/cm²;
 - -1.6-2.0 m: Limo sabbioso grigio;
 - -2.00-2.60 m: Argilla limosa grigia;
 - penetrometro tascabile (PT pocket penetrometer) valori: 0.7-1.0 Kg/cm²;
 - scissometro portatile (ST) valori: 0.20-0.30 Kg/cm²;
 - -2.0-8.0 m: Ghiaia sabbiosa limosa grigio bruno ad elementi poligenici da subangolari ad arrotondati;
 - -8.0-9.0 m: Argilla limosa con livelli di torba;
 - penetrometro tascabile (PT pocket penetrometer) valori: 1.0-1.6 Kg/cm²;
 - scissometro portatile (ST) valori: 0.60-0.80 Kg/cm²;
 - -9.0-10.0 m: Sabbia argillosa limosa grigio chiaro con livelli Argilloso limosi grigio chiaro;
 - penetrometro tascabile (PT pocket penetrometer) valori: 1.7-1.5 Kg/cm²;
 - scissometro portatile (ST) valori: 0.60 Kg/cm²;
 - profondità falda da p.c.: -1.61 m
- **sondaggio D: 0-3.5m:**
- 0-1.1 m: Argilla limosa bruno chiara con radici e rari ciottoli e rari laterizi;
 - -1.1-2.0 m: Argilla Limosa grigio bruno;
 - penetrometro tascabile (PT pocket penetrometer) valori: 2.2-2.5 Kg/cm²;
 - scissometro portatile (ST) valori: 0.50 Kg/cm²;
 - -1.7 m: penetrometro tascabile (PT pocket penetrometer) valori: 1.0-1.5 Kg/cm²;
 - scissometro portatile (ST) valori: 0.50-0.60 Kg/cm²;
 - -2.0-2.8 m: Limo argilloso grigio con resti lignei ossidati;
 - penetrometro tascabile (PT pocket penetrometer) valori: 0.7-1.0 Kg/cm²;
 - scissometro portatile (ST) valori: 0.25-0.50 Kg/cm²;
 - -2.8-3.5 m: Ghiaia sabbiosa limosa grigio bruno ad elementi poligenici da subangolari ad arrotondati;
 - profondità falda da p.c.: -1.50 m

4. IDROGEOLOGIA

Il territorio comunale di Breda di Piave appartiene alla cosiddetta “fascia delle risorgive”, (Fig.5) dove l’effetto del venire a giorno di acquiferi profondi, quasi sempre a granulometria grossolana, determina anche il passaggio brusco a litologie molto fini.

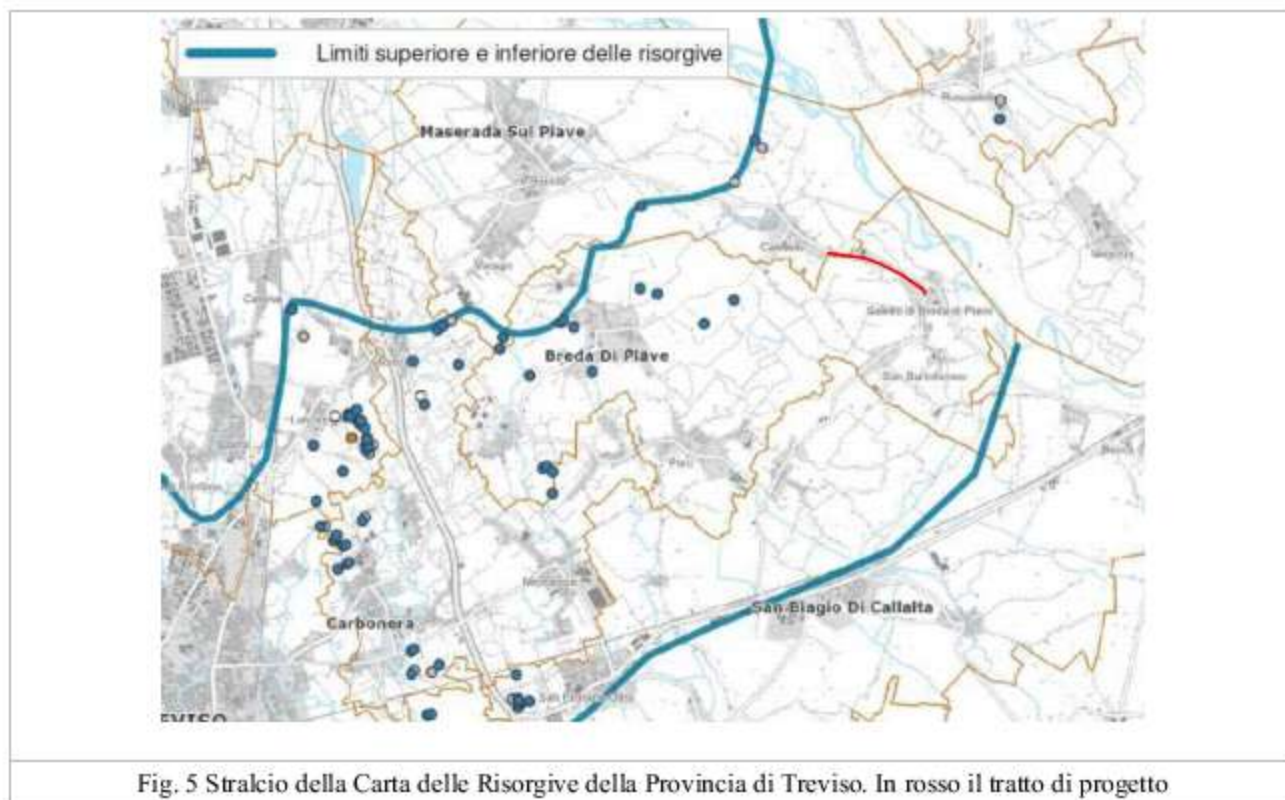


Fig. 5 Stralcio della Carta delle Risorgive della Provincia di Treviso. In rosso il tratto di progetto

La carta idrogeologica del PAT comunale evidenzia che il tratto di tracciato (Fig.6) in progetto si trova in una parte del territorio ove la quota piezometrica della falda è compresa tra 0 e 2 m da p.c. e si trova a cavallo delle isofreatiche 14.5 e 16.5 m s.l.m.

La direzione del deflusso idrico sotterraneo mostra una direzione indicativa di NO-SE.



Fig. 6 Estratto della Carta Idrogeologica e legenda del PAT comunale. In rosso il tratto di progetto.

Il tratto si sviluppa su sedimenti perlopiù costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose ben gradate.

Il piano campagna presenta quote che variano significativamente tra il tratto a Nord-Ovest e la parte Sud-Est. Il primo presenta quote attorno a 18.5 m che diminuiscono progressivamente spostandosi verso Sud-Est con quote di 15.7 m all'estremo Sud-Est.

Dal punto di vista idrogeologico perciò, si deve considerare che nelle aree con sedimenti più grossolani i terreni possiedono una permeabilità relativamente maggiore e sono zone scolanti più elevate, quelle con sedimenti più fini, quali i limi ed argille, hanno anche permeabilità e quote più basse.

Da questa situazione morfostratigrafica si può concludere che: La vicinanza all'alveo del Piave porta l'area ad essere una zona sensibile per le eventuali inondazioni, come ben evidenziato nella carta Idrogeologica e dall'estratto della cartografia del PAI allegata (Fig.7).

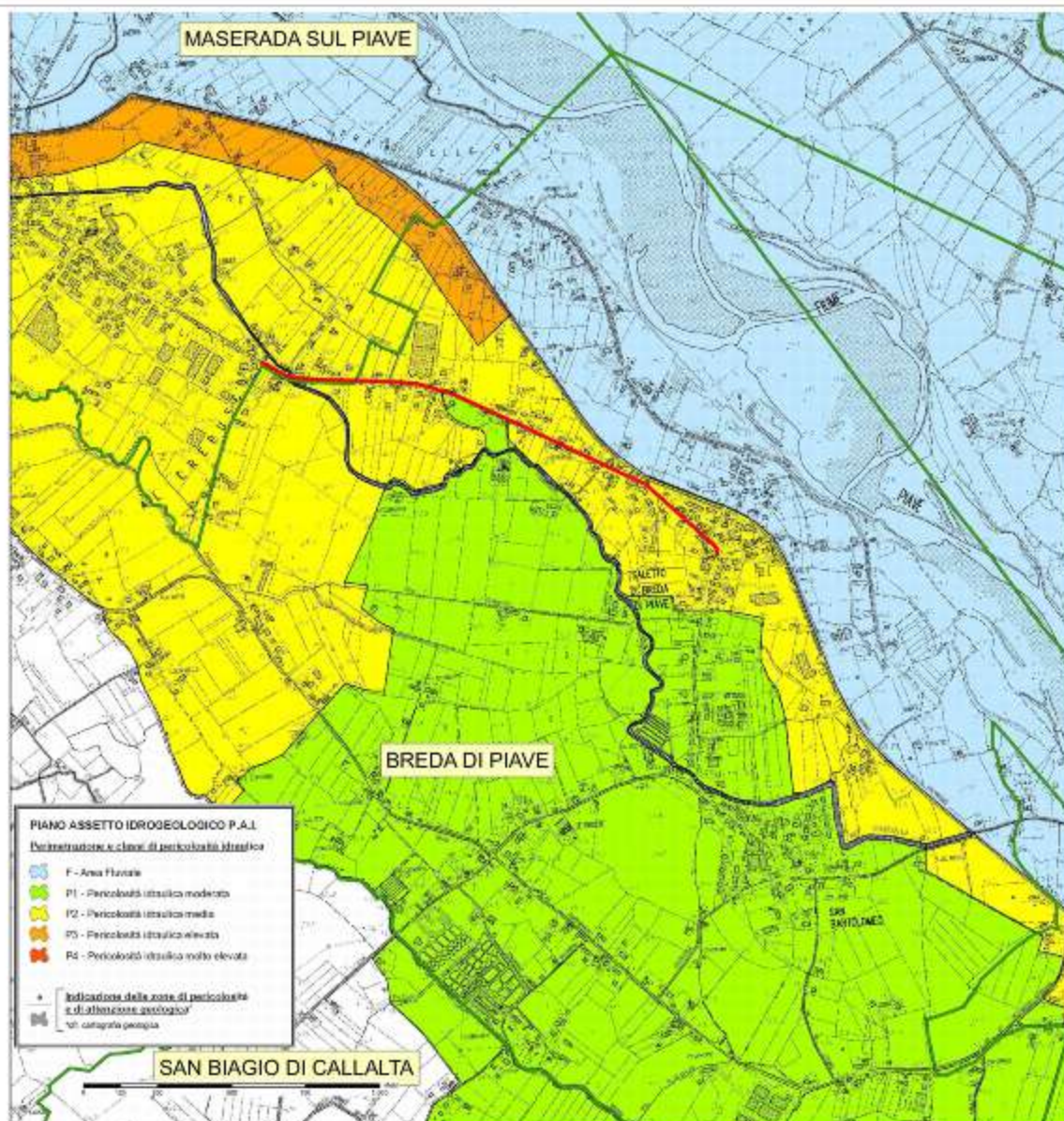


Fig.7 Estratto cartografia PAI Piave, in evidenza tratto di studio, Pericolosità idraulica media P2

Sulla base delle misure piezometriche effettuate all'interno dei fori di sondaggio si è potuto quotare la quota piezometrica della falda superficiale nelle date 15-16 Marzo 2022 come da seguente tabella:

Sondaggio n°	quota m p.c.	profondità h2o da p.c.	quota piezometrica m	punti	distanza punti m	gradiente piezometrico m/100m
A	18,47	-1,20	17,27			
B	17,60	-1,00	16,60	A-B	420	0,159524
C	16,87	-1,61	15,26	B-C	571	0,234676
D	15,70	-1,50	14,20	C-D	665	0,159398
					media	0,184533

Su questi dati si è potuto valutare il gradiente piezometrico esistente tra sondaggi successivi, e come valore medio.

Si è valutato anche il gradiente sulle due quote piezometriche estreme e questo è risultato di 0,1895 m /100m. Ovvero la falda si abbassa di circa 19 cm ogni 100 m di tracciato.

5. CARATTERI GEOTECNICI

Durante l'esecuzione del **sondaggio C** sono state effettuate delle prove SPT ogni 1,5 m per totali 7 punti di misura.

S.P.T. n°	rapporto di prova n°	quota m da p.c. da a		n° colpi			N 2°+3° 30 cm	descrizione litologica	lunghezza campione cm
				1° 15 cm	2° 15 cm	3° 15 cm			
C /1	7641 /S	1.20	1.65	2	2	2	4	limo argilloso sabbioso con ciottoli	punta conica
C /2	7642 /S	2.70	3.15	5	3	2	5	ghiaia sabbiosa limosa e argilla limosa	punta conica
C /3	7643 /S	4.20	4.65	19	19	16	35	ghiaia sabbiosa limosa	punta conica
C /4	7644 /S	5.70	6.15	13	12	13	25	ghiaia sabbiosa limosa	punta conica
C /5	7645 /S	7.20	7.65	14	12	10	22	ghiaia sabbiosa limosa	punta conica
C /6	7646 /S	8.70	9.15	1	2	5	7	ghiaia sabbiosa limosa	punta conica
C /7	7647 /S	10.00	10.45	3	8	11	19	argilla limosa e limo sabbioso	

Sulla base dei valori correlati con le prove SPT e delle analisi geotecniche sui campioni prelevati si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

litologia	quota m da p.c.	stato	coesione <i>cu Kg/cm^q</i>	angolo d'attrito ϕ°
limo argilloso	-1.2-1.65	poco consistente	0,25	--
ghiaia sabbiosa	-2.70-3.15	sciolta	--	26
ghiaia sabbiosa limosa	-4.20-4.65	densa	--	37
ghiaia sabbiosa limosa	-5.70-6.15	media	--	35
ghiaia sabbiosa limosa	-7.20-7.65	media	--	33
ghiaia sabbiosa limosa	-8.70-9.15	sciolta	--	27
argilla limosa e limo	10.0-10.45	molto consistente	1,2	--

Dagli strati coesivi del sondaggio A e C si sono prelevati tre campioni di cui si è fatta un'analisi geotecnica e determinato i limiti di Atterberg, di cui di seguito si riportano i parametri misurati.

sond.-campione	profondità m	W _n %	W _l %	W _p %	I _p %	I _c
A - CR1	-1,6-1,9	65,8	56	35	21	-0,47
C - CR1	-2,3-2,5	30,0	46	27	19	0,84
C - CR3	-8,5-8,7	29,8	61	28	33	0,95

- il campione A-CR1 trattasi di un Limo organico a media plasticità;
- il campione C-CR2 trattasi di un Limo organico a media plasticità;
- il campione C-CR3 trattasi di argilla ad alta plasticità.

• ANALISI GRANULOMETRICA SEDIMENTI GRANULARI

In tre sondaggi A, B, C si sono raccolti un campione di sedimenti ghiaiosi da sottoporre ad analisi granulometrica per via secca.

Sulla base dei dati si può caratterizzare meglio le caratteristiche di permeabilità di questi sedimenti.

6. PROVE GEOFISICHE

• Profilo sismico con tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves):

Per la caratterizzazione sismica dei terreni dell'area e la definizione del parametro Vs30 richiesto dalle norme tecniche, in prossimità del sondaggio geognostico C si è acquisita una prova di tipo sismico con tecnica MASW e generazione di onde di Rayleigh.

Il profilo è stato acquisito sulla base di uno stendimento sismico di 24 geofoni verticali con frequenza di risonanza di 8 Hz, equi distanziati di 1,5 m.

L'energizzazione del suolo per la generazione delle onde di superficie (Rayleigh) è avvenuta mediante una mazza di 7 Kg ed una distanza offset dal primo geofono di 3,0-4,0-6,0 metri.

Successivamente a livello elaborativo si è scelto l'energizzazione fatta a -4 m dal 1° geofono perché si è dimostrata la più adatta.

L'acquisizione del profilo sismico MASW ha permesso di calcolare lo spettro di dispersione (fase-frequenza) dei segnali immessi nel sottosuolo (Fig.9).

Questi mostrano una curva di dispersione ben individuabile e continua nel range di frequenze di 4 e 40 Hz di cui si sono scelte le terne velocità di fase, frequenza ed ampiezza più idonee all'analisi.

Lo spettro complessivo mostra una discreta rappresentazione del campo a media e bassa frequenza che rappresenta i terreni più profondi e mostra valori di velocità fase-frequenza di valore basso; si evidenzia un cambio abbastanza netto della pendenza della curva di dispersione ad una frequenza di circa 6 Hz.

Il profilo MASW evidenzia la presenza di alcuni modi superiori di dispersione a frequenza più alta nel diagramma elaborato.

Per il calcolo ci si è basati sulla curva di dispersione del modo fondamentale.

Le immagini degli spettri velocità di fase e frequenza (Fig.8-9) ed i valori campionati (Fig. 10) mostrano una curva ben definita e riconoscibile.

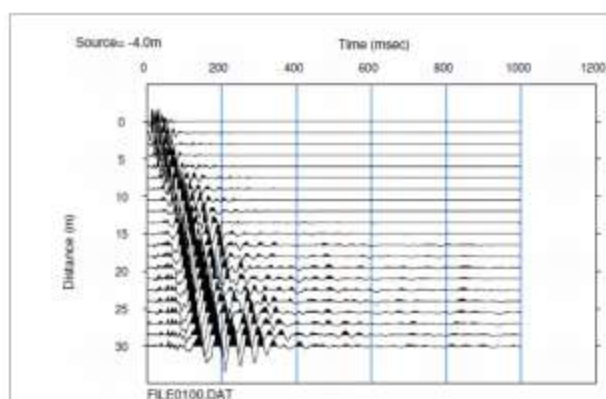


Fig.8: MASW sismogrammi acquisiti battuta a -4 m offset

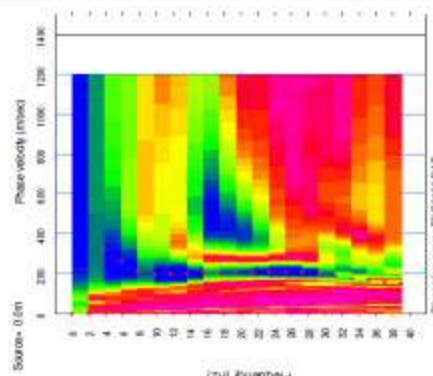


Fig.9: Diagramma di dispersione Velocità di Fase (m/sec)- Frequenza (Hz) dall'analisi dei sismogrammi MASW

Dall'elaborazione della curva campionata (Fig.9) si genera un primo modello sismostratigrafico e tramite un processo di inversione e di modeling diretto, si ricava il modello sismico monodimensionale (1D) (Fig.10) le cui caratteristiche sismostratigrafiche sono quelle medie sulla lunghezza dello stendimento.

Su questo modello viene calcolato il valore del parametro Vs30 richiesto dalle norme NTC2018.

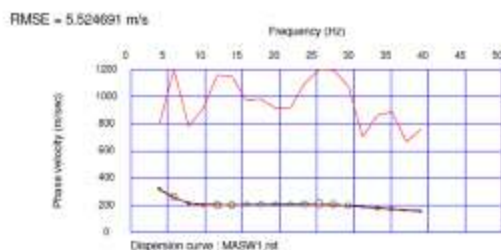


Fig.10: Curva di dispersione dei valori selezionati sul diagramma di Fig.9, velocità di fase (m/sec) - frequenza (Hz), il best fit calcolato (tratto nero), qualità misure (tratto rosso in alto).

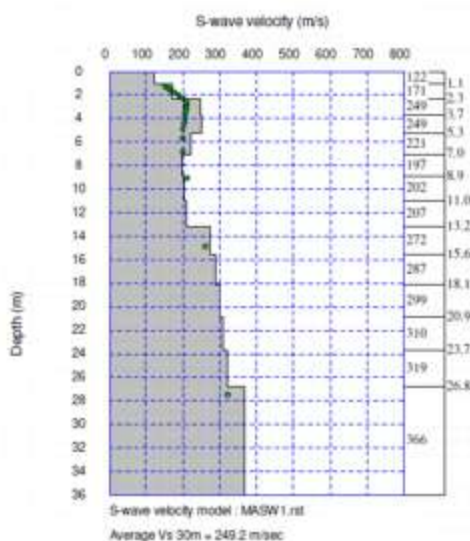


Fig.11: Profilo MASWI - Modello calcolato della distribuzione della velocità Vs nel sottosuolo e velocità apparente campionata (punti verdi), e rispettivo valore Vs30 calcolato;

• Calcolo Vs₃₀ e definizione categoria sismica:

Sulla base dei risultati del profilo sismico MASW e HVSr si è potuto fare la caratterizzazione sismica dei terreni e l'individuazione del parametro Vs30, come previsto delle nuove norme tecniche per le costruzioni NTC2018.

I dati ottenuti permettono di classificare i terreni investigati in base alla velocità delle onde S sismiche misurate.

L'analisi dei dati dei profili sismici ha evidenziato velocità delle onde di taglio medie, il cui valore medio sui primi trenta metri rispetto al p.c. è risultato: **Vs30 = 249 m/s**

Il presente DM 14 Genn. 2018 nel Cap.3.2 AZIONE SISMICA, par. 3.2.2 Categorie di suolo e Condizioni topografiche, classifica questa velocità come:

“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.

In conclusione l'area esaminata la media dei terreni da p.c. fino a 30 m rientrano nella **CATEGORIA C.**

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Assenti roccie 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	Ruote 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	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
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

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 $i > 30^\circ$

L'area non mostrando condizioni topografiche rientra in **categoria T1**, ovvero **"Superficie**

L'elaborazione spettrale dei microtremori tramite il metodo HVSr (Horizontal to Vertical Signal Ratio) è stata fatta usando il software Geopsy ed applicando nell'elaborazione uno smoothing dei segnali secondo Konno & Ohmachi con una finestra di smoothing di 20 e l'uso di un cosine taper del 5%.

Questo tipo di elaborazione permette di valutare il rapporto tra la componente verticale e le due componenti orizzontali dei microtremori presenti nell'area e fornisce indicazioni sulle frequenze di risonanza del terreno e le possibili amplificazioni vibrazionali di strutture risonanti alle stesse frequenze.

• Prova HVSr1

Nel sito in esame è stata acquisita una prova a stazione singola HVSr1 posizionate in prossimità del punto di sondaggio C.

La prova evidenzia una curva con un picco alla frequenza di HVSr1 $f_0 = 1.06$ Hz ed ampiezza del picco $A_0 = 3.7$.

Le verifiche delle caratteristiche di curva affidabile e definita secondo i criteri del progetto SESAME (Fig.12) della curva HVSr mostra che soddisfa i requisiti di significatività, con 6 su 6 punti.

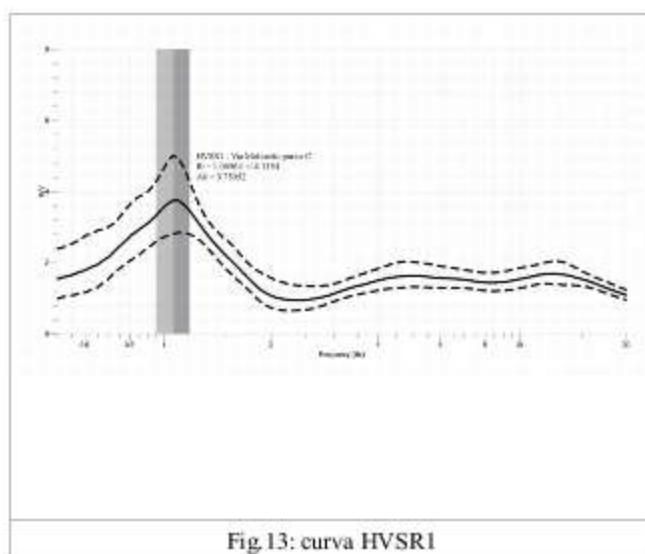


Fig. 13: curva HVSr1

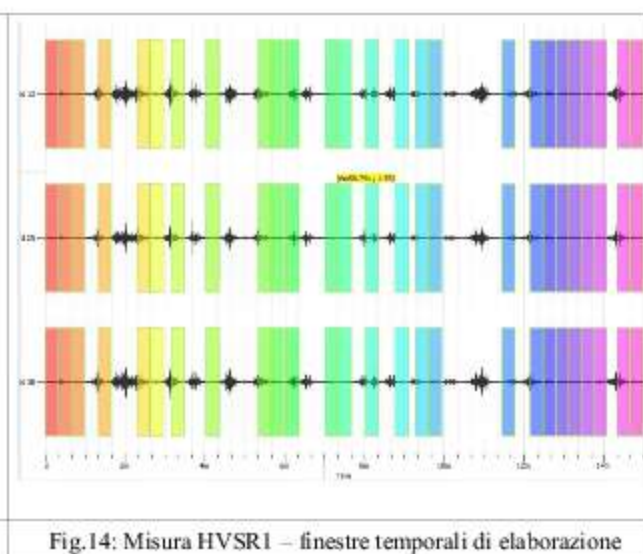


Fig. 14: Misura HVSr1 - finestre temporali di elaborazione

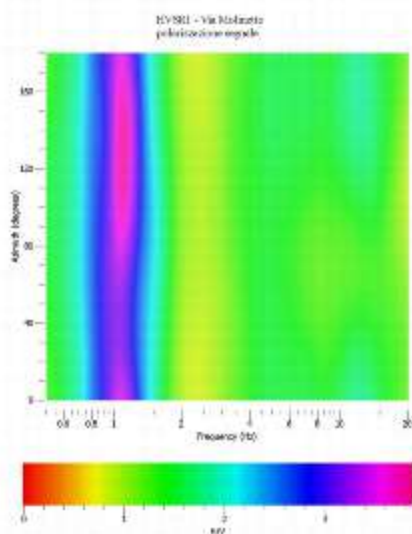


Fig.15: Misura HVS2 - analisi polarizzazione segnale

Il picco fondamentale f_0 che si evidenzia nella prova HVS2 con una frequenza di $f_0 = 1.06$ Hz, è pari ad un periodo $t_0 = 0.94$ s, con una ampiezza che varia tra $A_0 = 3.7$.

Questo picco può essere correlato ad una risonanza del terreno data da un contrasto di impedenza sismica in profondità.

La bassa frequenza evidenziata dal picco non dovrebbe rientrare nel range ingegneristico dell'opera.

• PROFILI ERT (Electrical Resistivity Tomography)

Sono stati acquisiti due profili geoelettrici in posizione adiacente alle prove geognostiche effettuate. Questo permette di evidenziare in dettaglio l'andamento e la continuità laterale degli strati litologici evidenziati dai sondaggi.

Il profilo ERT1 è stato acquisito in corrispondenza del sondaggio A, e sviluppato sulla base di 32 elettrodi di acciaio ed un sistema di acquisizione ABEM SAS4000 con unità switching ES10-64.

La spaziatura inter-elettrodica usata è stata di 1.5 m per mantenere un buon dettaglio dei cambiamenti litologici.

L'acquisizione dei dati è avvenuta tramite un protocollo basato sulla disposizione quadripolare

di Schlumberger, con l'acquisizione di 270 punti di misura per profilo geoelettrico.

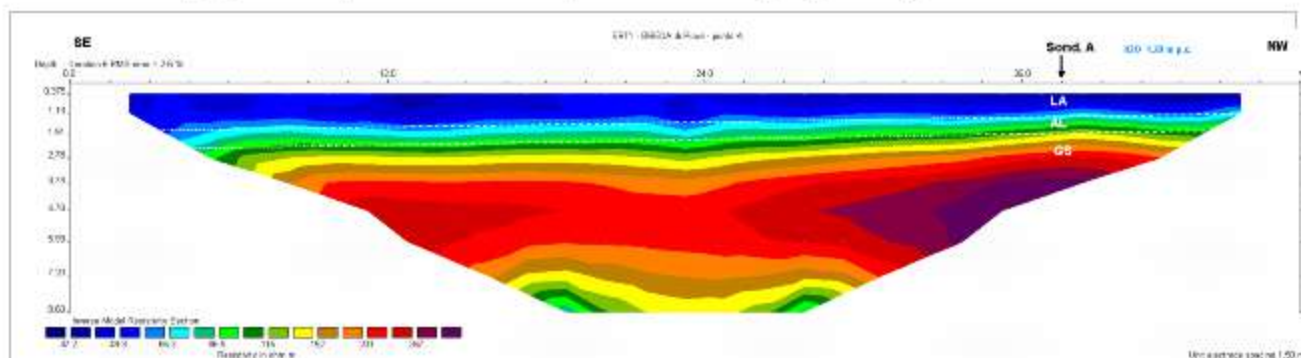


Fig.16: Profilo geoelettrico ERT1

Fig.17: Profilo geoelettrico ERT2

Il profili geoelettrici hanno permesso di evidenziare la buona ed omogenea stratificazione orizzontale che hanno i sedimenti, e che ha permesso una buona correlazione con quanto riportato dai sondaggi.

In particolare il profilo ERT1 mostra un leggero approfondimento dello spessore dei terreni limo argillosi superficiali, caratterizzati da bassi valori di resistività, spostandosi verso SE.

Il campo ad alta resistività evidenziato nella zona centrale della sezione, e correlabile con i sedimenti ghiaiosi sabbiosi appare meno omogeneo con dei nuclei più resistivi, associabili a lenti ghiaiose più grossolane.

A profondità superiore a -8 m da p.c. si inizia ad evidenziare la presenza di un livello più conduttivo legato a sedimenti più conduttivi presumibilmente associabili ad uno strato di limi sabbiosi.

7. CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI

Il progetto prevede lo sviluppo della condotta posta indicativamente ad una profondità compresa tra circa -1.7 m a -3,6 m da p.c..

E' prevista in corrispondenza del punto di sondaggio C anche un'opera di sollevamento, che richiederà un struttura sviluppata a maggiore profondità.

Sinteticamente si possono fare le seguenti considerazioni del tracciato, basati sui dati acquisiti:

- **punto A:** la condotta si troverà ad una profondità di posa di circa -3.2 m p.c. e quindi i terreni di posa sono costituiti da sedimenti ghiaiosi sabbiosi limosi allo stato da sciolto o moderatamente addensato;
- **punto B:** la condotta ha una profondità di posa di -3,0 m da p.c. e quindi i terreni di posa sono costituiti da sedimenti ghiaiosi sabbiosi limosi allo stato da sciolto o moderatamente addensato;
- **punto C:** la condotta ha una profondità di posa di -3,5 m da p.c. e quindi i terreni di posa sono costituiti da sedimenti ghiaiosi sabbiosi limosi allo stato da mediamente a denso; la struttura di sollevamento interessando una profondità superiore ricadrà all'interno di sedimenti allo stato denso;
- **punto D:** la condotta ha una profondità di posa di -2,45 m da p.c. e quindi i terreni di posa sono costituiti da sedimenti ghiaiosi sabbiosi limosi allo stato sciolto;

La corretta valutazione della capacità portante dei terreni è funzione delle loro caratteristiche geotecniche quali l'angolo di attrito interno (ϕ) nel caso di sedimenti granulari, mentre si parla di coesione (c) nel caso di terre fini.

Dato che, nei primi metri di spessore, si è in presenza di sedimenti relativamente recenti, questi si presenteranno facilmente allo stato sciolto ed in falda, almeno per il primo metro di spessore.

Terreni granulari (ghiaie e sabbie)

La posa della condotta e delle opere di sollevamento interesserà per la quasi totalità sedimenti di tipo ghiaioso sabbioso limoso.

Nella valutazione indicativa della capacità portante si deve considerare che si è in presenza di sedimenti superficiali di natura ghiaiosa sabbiosa allo stato da sciolto a mediamente denso in falda.

Secondo quanto suggerito da Terzaghi, si dovrebbe tenere conto dell'effetto di compattazione del terreno di fondazione sulla capacità portante, riducendo opportunamente di 1/3 i parametri di

resistenza al taglio, ovvero assumere come dati di progetto i valori corretti:

$$\tan \varphi^* = 0,67 \varphi^{\circ}; c^* = 0,67 c$$

La valutazione indicativa sarà fatta quindi prudenzialmente sui valori minimi valutati e su di un angolo di attrito corretto, come consigliato da Terzaghi, ipotizzando indicativamente una fondazione di 1 m di larghezza.

Il **carico ammissibile in termini di pressioni efficaci**, tramite la classica formula di Vesic è:

$$q_{ult} = c N_c S_c + \gamma D N_q S_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

dove :

coesione media $c_u = 1.0 \text{ ton/mq} = 0.1 \text{ Kg/cmq}$

angolo d'attrito $\varphi^{\circ} = 30^{\circ}$

angolo d'attrito ridotto: $\varphi'^* = 20^{\circ}$;

peso terra: $\gamma = 1.9 \text{ ton/mc}$; 0.9 ton/mc in falda;

coeff. portanza: $N_c = 14.83$; $N_q = 6.4$; $N_\gamma = 5.39$;

coeff. forma: $S_\gamma = 0.8$; $S_c = 1$; $S_q = 1.0631$

profondità p.f. da p.c.: $D = 3.0 \text{ m}$;

larghezza fondazione: $B = 1.0 \text{ m}$.

lunghezza fondazione: $L = 5.0 \text{ m}$

il **carico ammissibile**, con coefficiente di sicurezza **tre**, è pertanto:

$$q_a = 35,43 / 3 = 11.51 \text{ ton/mq} = 1.15 \text{ Kg/cmq}$$

Valore che appare decisamente conservativo.

8. CONCLUSIONI

Lo studio ha evidenziato una successione stratigrafica che evidenzia una copertura di spessore variabile di terreni limoso sabbiosi a cui seguono litologie principalmente granulari di terreni

ghiaioso sabbiosi debolmente limosi fino alla profondità indicativa di circa -8 m da p.c.; oltre sembra estendersi nuovamente uno strato di terreni di natura più fine di natura limo sabbiosa di cui non si è arrivati a determinarne lo spessore.

I terreni di posa della condotta in progetto, sviluppandosi tra profondità di circa -1.7 m a -3,6 m da p.c., ricadono in litologie principalmente ghiaioso sabbiose debolmente limose, in falda.

Questi terreni appaiono allo stato da sciolto nelle parti più superficiali immediatamente sotto lo spessore dei terreni di copertura, passando allo stato addensato a profondità attorno ai 4 m da p.c..

Non si evidenziano particolari condizioni di criticità geologiche all'esecuzione dell'opera.

Da un punto di vista geosismico il territorio comunale di Breda di Piave, sulla base dell'ultimo aggiornamento (DGR n. 244 del 09 marzo 2021) è classificato in **zona sismica 2**.

La misura della velocità media di propagazione delle onde Vs fino alla profondità di 30 m da p.c., fatta mediante l'acquisizione di un profilo MASW, è mediamente bassa, con un valore Vs30 di 249 m/s.

Le NTC 2018 classificano questa velocità come rientranti in **categoria sismica C**, ovvero *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”*, ed una **categoria topografica T1**.

Pedavena, 22 Marzo 2022.

(Dr. Geol. Sergio Bartolomei



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Acquisizione profilo sismico MASW1



Acquisizione profilo sismico HVSRI



Acquisizione profilo geoelettrico ERT1

GEOTECHNA srl

Via degli Avieri, 26

38040 Torri di Quaresolo
Vicenza (ITALY)

www.geotechna.it
info@geotechna.it

Tel. 0444 389425
Fax 0444 263413



Reg. Imp. VI 9557 - R.E.A. 145733 Vicenza - Capitale Sociale 31.200 € i.v. - Partita IVA e Codice Fiscale 02821780240

archivio n°	R020/22	rapporto n.	7515/L	pag	1/1
campione ricevuto:	15/03/22	inizio prova	17/03/22	emissione:	22/03/22
Committente:	geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA				
Cantiere:	CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)				
Sondaggio n°	A	Campione n°	CR1	quota m	1.6-1.9

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione:

(UNI EN ISO 14688-1)

terreno argilloso limoso grigio (D90) con nuclei torbosi

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

strumenti utilizzati: bilancia matr. 20078

contenuto in acqua **Wn %** **65.8**

contenitore campione

sacchetto plastica

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

strumenti utilizzati: bilancia matr. 20078 - riga acciaio matr. 551

massa volumica **p Mg/m³** **-**

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.075	0.002
%	-	-	-	-	-

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo	argilla
%	-	-	-	-	-

Limiti di consistenza o di Atterberg (ASTM D4318)

limite di liquidità	Wl %	56
limite di plasticità	Wp %	35
indice di plasticità	Ip %	21
indice di consistenza	Ic	-0.47
coeff. di attività colloidale $(I_p / (W_p - 25))$	A	-

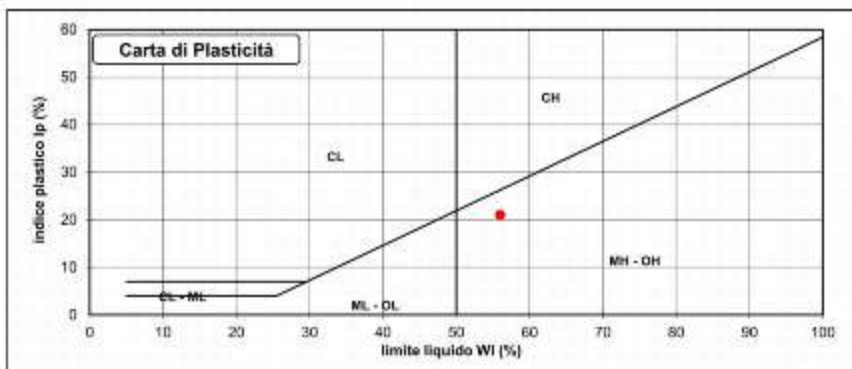
ONE-POINT - Method B

$$Wl\% = W(N/25)^{1.421}$$

n° colpi N	21	21
W%	57.6	57.7
Wl%	56.4	56.5

attrezzatura utilizzata: cucchiaio Casagrande matr. 1624 - strumenti utilizzati: bilancia matr. 20078

limiti di Atterberg eseguiti sul campione tal quale



Sperimentatore

Bartolomei
(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

GEOTECHNA srl
38040 Torri di Quaresolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444 389425 - Fax 0444 263413

Direttore del Laboratorio

Bartolomei
(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

(04-A2 2.000 rev.1 24/10/21)

archivio n°	R020/22	rapporto n.	7518/L	pag	1/1
campione ricevuto :	15/03/22	inizio prove	17/03/22	emissione :	22/03/22
Committente :	geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA				
Cantiere :	CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)				
Sondaggio n°	C	Campione n°	CR1	quota m	2.3-2.5

PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

descrizione campione :

(UNI EN ISO 14688-1)

terreno argilloso limoso grigio (D90) con nuclei torbosi

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078

contenuto in acqua	Wn %	30.0
--------------------	------	------

contenitore campione

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)

strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078 - riga acciaio matr. 551

massa volumica	p Mg/m³	-
----------------	---------	---

sacchetto plastica

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.075	0.002
	%	-	-	-	-

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo	argilla
	%	-	-	-	-

Limiti di consistenza o di Atterberg (ASTM D4318)

limite di liquidità	WL %	46
limite di plasticità	Wp %	27
indice di plasticità	Ip %	19
indice di consistenza	Ic	0.84
coeff. di attività colloidale (I _a = % < 2µm)	A	-

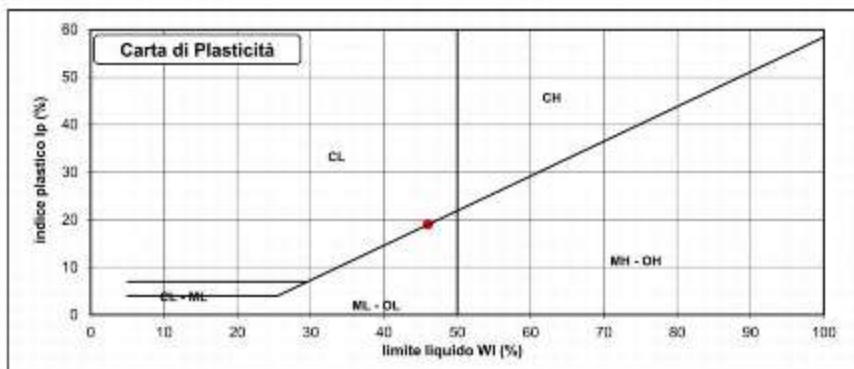
ONE-POINT - Method B

$$Wp\% = W(N/25)^{1.421}$$

n° colpi N	24	23
Wp%	46.2	46.2
WI%	46.0	45.7

attrezzatura utilizzata: cucchiaio Casagrande matr. 1624 - strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078

limiti di Atterberg eseguiti sul campione tal quale



Sperimentatore
Bartolomei
(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

GEOTECHNA srl
38040 Torri di Quaresolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444 389425 - Fax 0444 263413

Direttore del Laboratorio
Bartolomei
(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

(04-A2 2.000 rev.1 24/10/21)

archivio n°	R020/22	rapporto n.	7520/S	pag	1/1
campione ricevuto :	15/03/22	inizio prova	17/03/22	emissione :	22/03/22
Committente :	geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA				
Cantiere :	CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)				
Sondaggio n°	C	Campione n°	CR3	quota m	8.5-8.7
PROVE DI CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA					
CAMPIONE RIMANEGGIATO					

descrizione campione : terreno argilloso limoso grigio chiaro (C90) con piccoli nuclei torbosi
(UNI EN ISO 14688-1)

(valutazione colorimetrica secondo Code Munsell per agronomi)

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)
strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078

contenuto in acqua **Wn %** **29.8**

contenitore campione

Massa volumica (UNI CEN ISO/TS 17892-2 misurazioni lineari)
strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078 - riga acciaio matr. 551

massa volumica **p Mg/m³** **-**

sacchetto plastica

composizione granulometrica frazioni passanti	mm	2.00	0.40	0.075	0.002
%	-	-	-	-	-

composizione granulometrica classi AGI		ghiaia	sabbia	limo	argilla
%	-	-	-	-	-

Limiti di consistenza o di Atterberg (ASTM D4318)

limite di liquidità	Wl %	61
limite di plasticità	Wp %	28
indice di plasticità	Ip %	33
indice di consistenza	Ic	0.95
coeff. di attività colloidale (I _a % = I _p / I _c)	A	-

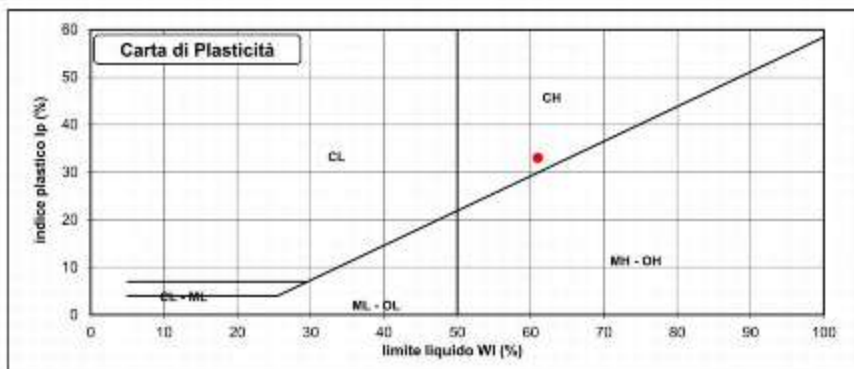
ONE-POINT - Method B

$$Wl\% = W(N/25)^{1.421}$$

n° colpi N	27	28
W%	60.8	60.9
Wl%	61.4	61.2

attrezzatura utilizzata: cucchiaio Casagrande matr. 1624 - strumenti utilizzati : bilancia matr. 20078

limiti di Atterberg eseguiti sul campione tal quale



Sperimentatore
[Signature]
(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

GEOTECHNA srl
38040 Torri di Quaresolo (VI)
Via degli Angeli, 25
Tel. 0444 389425 - Fax 0444 263413

Direttore del Laboratorio
[Signature]
(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

(04-A2 2.000 rev.1 24/10/21)

codice archivio n°	R020/22	data emissione:	22/03/22	pagina	1/1
--------------------	---------	-----------------	----------	--------	-----

Committente :	geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA
---------------	---

Cantiere :	CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)
------------	--

Posizionamento Sondaggio n°	C
-----------------------------	----------

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO GEOTECNICO



Sperimentatore

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

codice archivio n°	R020/22	data emissione:	22/03/22	pagina	1/1
Committente :	geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA				
Cantiere :	CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)				
Sondaggio n°	C	Box n°	1 - 2	quota m	da p.c. - a 10.0

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO MECCANICO



Sperimentatore

Bartolomei

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

GEOTECHNA srl

36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444 389495 - Fax 0444 263413

Direttore del Laboratorio

Renato Bartolomei

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

codice archivio n°	R020/22	data emissione:	22/03/22	pagina	1/1
--------------------	---------	-----------------	----------	--------	-----

Committente :	geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA
---------------	---

Cantiere :	CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)
------------	--

Posizionamento Sondaggio n°	C
-----------------------------	----------

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO AMBIENTALE



Sperimentatore

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

codice archivio n°	R020/22	data emissione:	22/03/22	pagina	1/1
Committente :	geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA				
Cantiere :	CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)				
Sondaggio n°	C	Box n°	1	quota m	da 0.0 - a 3.5

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO AMBIENTALE



Sperimentatore

Tatiana Bartolomei

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

GEOTECHNA
srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444 389495 - Fax 0444 263413

Direttore del Laboratorio

Renato Bartolomei

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

codice archivio n°	R020/22	data emissione:	22/03/22	pagina	1/1
--------------------	---------	-----------------	----------	--------	-----

Committente : geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA

Cantiere : CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)

Posizionamento Sondaggio n° **A**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO AMBIENTALE



Sperimentatore

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

codice archivio n°	R020/22	data emissione:	22/03/22	pagina	1/1
Committente :	geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA				
Cantiere :	CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)				
Sondaggio n°	A	Box n°	1	quota m	da 0.0 a 3.5

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO AMBIENTALE



Sperimentatore

Tatiana Bartolomei

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

GEOTECHNA
srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444 389495 - Fax 0444 263413

Direttore del Laboratorio

Renato Bartolomei

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

codice archivio n°	R020/22	data emissione:	22/03/22	pagina	1/1
--------------------	---------	-----------------	----------	--------	-----

Committente : geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA

Cantiere : CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)

Posizionamento Sondaggio n° **B**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO AMBIENTALE



Sperimentatore

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

codice archivio n°	R020/22	data emissione:	22/03/22	pagina	1/1
Committente :	geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA				
Cantiere :	CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)				
Sondaggio n°	B	Box n°	1	quota m	da 0.0 a 3.5

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO AMBIENTALE



Sperimentatore

Tatiana Bartolomei

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

GEOTECHNA
srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444 389495 - Fax 0444 263413

Direttore del Laboratorio

Renato Bartolomei

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

codice archivio n°	R020/22	data emissione:	22/03/22	pagina	1/1
--------------------	---------	-----------------	----------	--------	-----

Committente :	geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA
---------------	---

Cantiere :	CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)
------------	--

Posizionamento Sondaggio n°	D
-----------------------------	----------

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO AMBIENTALE



Sperimentatore

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

Direttore del Laboratorio

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)

codice archivio n°	R020/22	data emissione:	22/03/22	pagina	1/1
Committente :	geol. S. BARTOLOMEI per ALTO TREVIGIANO SERVIZI SPA				
Cantiere :	CONDOTTA FOGNARIA V. MOLINETTO - MASERADA-BREDA (TV)				
Sondaggio n°	D	Box n°	1	quota m	da 0.0 a 3.5

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO AMBIENTALE



Sperimentatore

Tatiana Bartolomei

(Dr. Geol. Tatiana Bartolomei)

GEOTECHNA srl
36040 Torri di Quartesolo (VI)
Via degli Avieri, 26
Tel. 0444 389495 - Fax 0444 263413

Direttore del Laboratorio

Renato Bartolomei

(Dr. Geol. Renato Bartolomei)